

BIG BOOK

KIMIA

**SMA
KELAS
1, 2, & 3**

**METODE TERBAIK
MERAH NILAI UJIAN
9 ATAU BAHKAN 10**

- Kumpulan Lengkap Ringkasan Materi
- Kumpulan Lengkap Rumus Praktis
- Soal & Pembahasan Terupdate
- Latihan & Evaluasi

**1.010
SOAL**

BONUS BEASISWA 100 JUTA

FREE ANDROID APPS

- Apps TOEFL CMEDIA
- Apps TRYOUT SBMPTN

GET IT ON



Google play

FREE TRY OUT ONLINE

www.rajatryout.com

Ir. OMANG KOMARUDIN

media

BIG BOOK

KIMIA

**SMA
KELAS
1, 2, & 3**

BIG BOOK KIMIA SMA KELAS 1, 2, & 3

Penyusun: Ir. Omang Komarudin
Penyunting: Mocha
Proofreader: Amin
Layout: Nonos
Ilustrasi: Nunu
Pendesain sampul: Jimmy
Diterbitkan pertama kali oleh: Penerbit Cmedia
Imprint Kawan Pustaka

Redaksi:

Jl. H. Montong No. 57, Ciganjur, Jagakarsa
Jakarta Selatan 12630
Telp. (021) 78883030 Ext. 213, 214, 216
Faks. (021) 7270996
E-mail: redaksi@penerbitcmedia.com
Website: www.penerbitcmedia.com

Distributor:

PT KAWAHmedia
Jl. M. Kahfi II No. 12A, Srengseng Sawah,
Jagakarsa, Jakarta Selatan 12630
Telp. (021) 78881000 Ext. 120, 121, 122
Faks. (021) 78882000
E-mail: kawahmedia@gmail.com

Cetakan pertama, 2015

Hak cipta dilindungi oleh undang-undang

Katalog Dalam Terbitan (KDT)

Ir. Omang Komarudin; Big Book Kimia SMA Kelas 1, 2, & 3;
Penyunting, Mocha. --- Cet. 1. --- Jakarta: Cmedia, 2015
vi + 642 hal, 20 cm

ISBN 978-602-1609-76-7

1. Big Book Kimia SMA
II. Mocha

I. Judul.
III. Seri.

370

Jika Anda menemukan kesalahan cetak, cacat produk, atau kesalahan lain dalam buku ini, silakan kontak kami, atau kembalikan kepada kami untuk kami ganti.

PRAKATA

Dengan mengucapkan puji syukur yang sebesar-besarnya kepada Allah SWT, akhirnya penulis dapat mewujudkan ide penulisan buku ini.

Big Book Kimia SMA Kelas 1, 2, & 3 hadir sebagai solusi siswa untuk menghadapi ulangan harian, ujian tengah dan akhir semester, ujian sekolah, ujian nasional, hingga seleksi bersama masuk perguruan tinggi (SBMPTN), serta seleksi mandiri masuk perguruan tinggi negeri, disusun untuk memperkaya bahan kepustakaan ilmu kimia pada tingkat SMA/MA sederajat. Selain itu, buku ini bertujuan untuk mempermudah pengajar dan siswa dalam mempelajari ilmu kimia.

Konsep buku ini disajikan sesederhana mungkin, dilengkapi dengan beberapa rumus praktis, contoh soal dan pembahasan, serta trik penyelesaian soal dengan *solusi smart*.

Semoga buku ini bermanfaat bagi pengembangan ilmu kimia di masa depan.

Penulis

DAFTAR ISI

	Materi dan Perubahannya	1
	Struktur Atom	15
	Sistem Periodik Unsur	39
	Ikatan Kimia	61
	Tata Nama Senyawa dan Persamaan Reaksi	81
	Stoikiometri	97
	Termokimia	123
	Laju Reaksi	147

	Keseimbangan Kimia	169
	Larutan Nonelektrolit dan Elektrolit	191
	Asam – Basa	207
	Larutan Penyangga dan Hidrolisis Garam	225
	Kelarutan dan Hasil Kali Kelarutan	249
	Sifat Koligatif Larutan	263
	Redoks dan Elektrokimia	283
	Kimia Koloid	317
	Alkali dan Alkali Tanah	339
	Halogen dan Gas Mulia	363
	Unsur Periode Ketiga	389
	Unsur Transisi Periode Empat	407

	Kimia Radioaktif	433
	Hidrokarbon	453
	Gugus Fungsi dan Reaksi Senyawa Karbon	487
	Haloalkana dan Benzena	527
	Polimer dan Biokimia	551
	Kimia Lingkungan dan Zat Aditif Makanan	587
	Soal Evaluasi	607
	Kunci Jawaban	627



Kimia (bahasa Arab: kimiya atau bahasa Yunani: khemeia, "perubahan benda/zat") adalah ilmu tentang komposisi, struktur, dan sifat zat atau materi.

MATERI DAN PERUBAHANNYA

1

Ilmu kimia adalah ilmu yang mempelajari segala sesuatu tentang materi, seperti susunan, sifat-sifat, perubahan materi dan energi yang menyertai perubahannya.

A. MATERI

Materi adalah segala sesuatu yang memiliki massa dan menempati ruang (volume). Contohnya manusia, tumbuhan, hewan, buku, dan pensil. Massa menunjukkan jumlah materi yang menyusun suatu benda. Sedangkan volume adalah perhitungan seberapa banyak ruang yang bisa ditempati dalam suatu objek.

a. Sifat-sifat materi

1. Sifat fisis adalah sifat yang tidak berhubungan dengan pembentukan zat baru, melainkan berhubungan dengan keadaan fisis suatu zat. Contoh: titik leleh, titik didih, kerapatan, massa jenis, warna, dan bau.
2. Sifat kimia adalah sifat yang berhubungan dengan pembentukan zat baru. Contoh: kereaktifan, mudah tidaknya terbakar, dan mudah tidaknya berkarat.

3. Sifat ekstensif adalah sifat yang bergantung pada jumlah materi. Contoh: massa, volume, dan entalpi (kandungan energi).
4. Sifat intensif adalah sifat yang tidak bergantung pada jumlah zat. Contoh: titik leleh, titik lebur, kalor jenis, bau, dan rasa.

b. Perubahan materi

1. Perubahan fisis adalah perubahan materi yang tidak menghasilkan zat baru. Contoh: pelelehan lilin, penyubliman kapur barus, pengecatan tembok, pemisahan nitrogen dari udara, dan pencucian pakaian.
2. Perubahan kimia adalah perubahan materi yang menghasilkan zat baru. Contoh: pembakaran kertas, fotosintesis, pencernaan makanan, pembusukan makanan, pengelantangan pakaian, dan pembuatan adukan semen.

B. UNSUR, SENYAWA, DAN CAMPURAN

a. Unsur

Unsur adalah materi yang paling sederhana, tidak dapat diuraikan lagi menjadi zat yang lebih sederhana, baik secara fisika maupun dengan reaksi kimia. Contoh: Besi (Fe), karbon (C), dan oksigen (O).

b. Senyawa

Senyawa adalah gabungan dua unsur atau lebih yang berikatan melalui reaksi kimia. Contoh: Air murni (H_2O), glukosa ($C_6H_{12}O_6$), amoniak (NH_3).

c. Campuran

Campuran adalah kumpulan dua zat atau lebih yang bergabung tanpa reaksi kimia. Contoh: larutan gula (campuran gula dan air), larutan garam (campuran garam dan air), dan susu (campuran karbohidrat, protein, lemak, dan berbagai vitamin).

C. PARTIKEL-PARTIKEL MATERI

a. Atom

Atom adalah partikel terkecil dari unsur yang masih mempunyai sifat unsur tersebut. Atom-atom suatu unsur memiliki sifat identik, akan tetapi berbeda dengan atom unsur lain. Unsur besi terdiri atas atom-atom besi dan unsur aluminium terdiri atas atom-atom aluminium. Sifat antar atom besi adalah sama tetapi berbeda dengan sifat atom aluminium.

b. Molekul

Molekul adalah gabungan dari dua atom atau lebih yang berikatan secara kimia. Molekul dibedakan menjadi dua, yaitu molekul unsur dan molekul senyawa. Disebut molekul unsur, jika atom-atom yang berikatan sejenis, contoh: oksigen (O_2), nitrogen (N_2), dan klor (Cl_2). Disebut molekul senyawa, jika atom-atom yang berikatan berbeda jenis, contoh: air (H_2O), amoniak (NH_3), dan urea ($CO(NH_2)_2$).

c. Ion

Ion adalah atom atau molekul yang bermuatan listrik. Ion dibedakan menjadi dua, yaitu ion positif (kation) dan ion negatif (anion).

1. Kation

Contoh: ion natrium (Na^+), ion kalium (K^+), dan ion amonium (NH_4^+).

2. Anion

Contoh: ion klorida (Cl^-), ion nitrat (NO_3^-), dan ion sulfat (SO_4^{2-}).

3. Senyawa ion

Contoh: natrium klorida ($NaCl$), kalium nitrat (KNO_3), dan amonium sulfat ($(NH_4)_2SO_4$).

CONTOH SOAL DAN PEMBAHASAN

1. Perhatikan beberapa perubahan materi berikut.
 1. gula melarut dalam air
 2. beras digiling menjadi tepung
 3. susu menjadi masam
 4. penguapan air
 5. besi berkarat

Yang tergolong perubahan kimia adalah

- A. 1 dan 2
- B. 2 dan 4
- C. 3 dan 4
- D. 3 dan 5
- E. 4 dan 5

Jawaban: D

Perubahan kimia adalah perubahan zat yang menghasilkan zat baru. Susu menjadi masam karena terjadi reaksi kimia laktosa menjadi asam laktat dan besi berkarat karena besi teroksidasi menjadi karat besi, $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$.

2. Pernyataan yang tidak tepat mengenai atom, molekul, dan ion adalah
 - A. atom adalah zat tunggal
 - B. ion adalah zat tunggal yang bermuatan listrik
 - C. senyawa dapat diuraikan dengan reaksi kimia
 - D. molekul adalah gabungan dua atau lebih atom yang sama atau berbeda
 - E. Senyawa adalah gabungan dari beberapa ion

Jawaban: E

- ✓ Atom adalah zat tunggal suatu unsur yang masih memiliki sifat unsur.

- ✓ Ion adalah zat tunggal yang bermuatan listrik, baik positif maupun negatif.
 - ✓ Senyawa adalah zat tunggal yang dapat diuraikan lagi menjadi unsur-unsur pembentuknya melalui reaksi kimia.
 - ✓ Molekul terbentuk dari penggabungan dua atau lebih atom yang sama atau berbeda.
3. Pada senyawa berikut, yang mengandung jumlah atom paling banyak terdapat pada
- A. $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$
 - B. $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$
 - C. $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$
 - D. $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$
 - E. $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$

Jawaban: D

- A. $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 \Rightarrow \sum \text{atom} = 1 \text{ C} + 10 \text{ H} + 2 \text{ N} + 4 \text{ O} = 17 \text{ atom}$
- B. $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \Rightarrow \sum \text{atom} = 1 \text{ Ca} + 2 \text{ N} + 6 \text{ O} = 9 \text{ atom}$
- C. $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 \Rightarrow \sum \text{atom} = 1 \text{ Pb} + 2 \text{ N} + 6 \text{ O} = 9 \text{ atom}$
- D. $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \Rightarrow \sum \text{atom} = 2 \text{ Al} + 3 \text{ S} + 12 \text{ O} = 17 \text{ atom}$
- E. $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \Rightarrow \sum \text{atom} = 3 \text{ Ca} + 2 \text{ P} + 8 \text{ O} = 13 \text{ atom}$

4. Data pengamatan logam Na yang direaksikan dengan air yang ditetesi dengan fenolftalein adalah sebagai berikut:
- o Timbul gas
 - o Terjadi nyala
 - o Timbul letupan
 - o Warna air berubah merah

Zat yang dihasilkan adalah

- A. gas H_2 dan gas H_2O
- B. gas O_2 dan gas H_2
- C. gas O_2 dan energi yang besar
- D. larutan NaOH dan gas H_2
- E. larutan NaH dan gas O_2

Jawaban: D

Data pengamatan:

- o Timbul gas; terjadi gas H₂
- o Terjadi nyala; reaksi melepaskan kalor
- o Timbul letupan; terjadi gas H₂
- o Warna air berubah merah; larutan bersifat basa

Reaksinya:



5. Data percobaan dari pemanasan gula dalam udara terbuka adalah:
1. gas yang dihasilkan dapat mengeruhkan air kapur.
 2. gas yang dihasilkan dapat mengubah warna kertas kobalt dari biru menjadi merah muda.

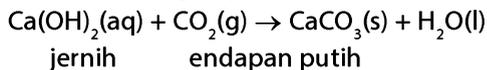
Pernyataan yang benar di bawah ini adalah

- A. pemanasan gula menghasilkan gas CO₂ yang dapat mengubah warna kertas kobalt
- B. di dalam gula, terdapat unsur karbon, unsur hidrogen, dan unsur oksigen
- C. adanya unsur karbon dan hidrogen dapat mengubah warna kertas kobalt
- D. pemanasan gula menghasilkan uap air yang dapat mengeruhkan air kapur
- E. di samping unsur C, H, dan O, gula juga menghasilkan unsur nitrogen.

Jawaban: B

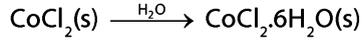
- Keberadaan gas CO₂ diuji dengan melewatkannya pada air kapur sehingga air kapur yang semula bening berubah menjadi keruh.

- Reaksi yang terjadi adalah:



- ❑ Keberadaan uap air diuji dengan menggunakan kertas kobalt. Hal ini ditunjukkan dengan adanya perubahan warna kertas tersebut dari biru menjadi merah jambu.

• Reaksi yang terjadi adalah:



biru merah jambu

Dengan demikian, gula mengandung unsur karbon, hidrogen dan oksigen.

6. Seorang siswa mencampur dua zat kimia. Di antara pernyataan di bawah ini, yang tidak menunjukkan telah terjadi reaksi kimia adalah

....

- A. timbul gas
- B. terjadi endapan
- C. perubahan suhu
- D. perubahan massa
- E. perubahan warna

Jawaban: D

Ciri-ciri reaksi kimia:

- ✓ timbul gas
- ✓ terjadi endapan
- ✓ perubahan suhu
- ✓ perubahan warna

LATIHAN SOAL 1

1. Di bawah ini adalah ruang lingkup yang dipelajari dalam ilmu kimia, *kecuali*
 - A. hanya sifat ekstensif saja
 - B. susunan materi
 - C. sifat materi
 - D. perubahan materi
 - E. perubahan energi yang menyertai perubahan materi
2. Segala sesuatu yang mempunyai massa dan volume disebut
 - A. volume
 - B. massa
 - C. materi
 - D. berat
 - E. energi
3. Semua pernyataan di bawah ini benar, *kecuali*
 - A. materi adalah segala sesuatu yang memiliki massa dan menempati ruang
 - B. massa setiap benda selalu tetap
 - C. semua benda tersusun oleh materi
 - D. setiap materi memiliki energi
 - E. massa menunjukkan besarnya gaya gravitasi bumi terhadap benda
4. Sifat yang bergantung pada jumlah materi disebut
 - A. sifat intensif
 - B. sifat ekstensif
 - C. sifat fisis
 - D. sifat kimia
 - E. sifat atomik

5. Sifat yang tidak tergantung pada jumlah materi disebut
- A. sifat intensif
 - B. sifat ekstensif
 - C. sifat fisis
 - D. sifat kimia
 - E. sifat atomik
6. Yang *bukan* termasuk sifat fisis di bawah ini adalah
- A. titik didih
 - B. titik leleh
 - C. daya hantar panas
 - D. kerapatan
 - E. kereaktifan
7. Energi kimia diperoleh dari
- A. pencairan udara
 - B. hembusan angin
 - C. pembekuan air
 - D. pemanasan air
 - E. pembakaran bensin
8. Perubahan bentuk energi kimia menjadi energi mekanik terdapat pada
- A. pembangkit tenaga listrik
 - B. kincir angin yang bergerak
 - C. lampu senter menggunakan baterai
 - D. kipas angin yang bergerak dengan tenaga aki
 - E. kompor listrik yang menyala
9. Menyalakan lampu senter dengan sumber energi baterai, pada dasarnya adalah mengubah
- A. energi panas menjadi energi kimia
 - B. energi panas menjadi energi cahaya
 - C. energi kimia menjadi energi panas
 - D. energi kimia menjadi energi cahaya
 - E. energi kimia menjadi energi radiasi
10. Perubahan materi secara kimia terdapat pada
- A. pelelehan es
 - B. pendidihan air
 - C. penyubliman kapur barus
 - D. pelarutan gula dalam air
 - E. pembakaran kertas

11. Beberapa contoh produk:

- | | |
|------------------|----------------|
| (1) Garam dapur | (4) Sabun |
| (2) Deterjen | (5) Tapal gigi |
| (3) Tepung beras | |

Yang proses pembuatannya mengalami perubahan kimia adalah

- | | |
|----------------------|----------------------|
| A. (1), (2), dan (3) | D. (2), (3), dan (4) |
| B. (1), (3), dan (4) | E. (2), (4), dan (5) |
| C. (1), (4), dan (5) | |

12. Di antara perubahan berikut yang *bukan* perubahan kimia adalah

- | | |
|-------------------------|--------------------|
| A. kayu terbakar | D. air menjadi es |
| B. makanan menjadi basi | E. daging membusuk |
| C. besi berkarat | |

13. Perubahan kimia ditandai dengan gejala-gejala sebagai berikut, *kecuali*

- | | |
|-------------------------|---------------------|
| A. perubahan warna | D. terbentuknya gas |
| B. terbentuknya endapan | E. perubahan wujud |
| C. perubahan suhu | |

14. Materi yang paling sederhana, tidak dapat diuraikan lagi menjadi zat yang lebih sederhana, baik secara fisika maupun dengan reaksi kimia disebut

- | | |
|------------|-------------|
| A. atom | D. senyawa |
| B. molekul | E. campuran |
| C. unsur | |

15. Atom atau molekul yang bermuatan listrik negatif disebut

- | | |
|-----------|-------------|
| A. ion | D. elektron |
| B. kation | E. proton |
| C. anion | |

16. Berikut ini yang merupakan contoh unsur adalah

- | | |
|---------|------------|
| A. air | D. glukosa |
| B. besi | E. amonia |
| C. urea | |

17. Berikut ini yang merupakan contoh molekul unsur diatomik adalah
- A. H_2O
 - B. CO
 - C. H_2
 - D. O_3
 - E. S_8
18. Rumus Cl_2 menyatakan
- A. satu molekul
 - B. dua unsur
 - C. dua rumus kimia
 - D. dua molekul
 - E. satu atom
19. Kumpulan dari dua atau lebih zat yang bergabung tanpa melalui reaksi kimia disebut
- A. molekul unsur
 - B. unsur
 - C. molekul senyawa
 - D. kation
 - E. anion
20. Na, Fe, dan Al merupakan contoh dari
- A. ion
 - B. molekul
 - C. unsur
 - D. senyawa
 - E. campuran
21. Glukosa merupakan contoh dari
- A. campuran
 - B. senyawa
 - C. ion
 - D. unsur
 - E. atom
22. Yang termasuk campuran adalah
- A. urea
 - B. amonia
 - C. tembaga
 - D. susu
 - E. karbohidrat
23. Pernyataan berikut yang tepat adalah
- A. komposisi komponen pada senyawa tetap sedangkan pada campuran tidak tetap
 - B. komposisi komponen pada senyawa dan campuran selalu tetap
 - C. komposisi komponen pada senyawa tidak tetap sedangkan pada campuran tetap

- D. proses pembentukan senyawa terjadi tanpa reaksi kimia sedangkan campuran terbentuk melalui reaksi kimia
- E. sifat komponen penyusun senyawa dan campuran tetap ada

24. Rumus kimia untuk urea adalah

- A. $C_6H_{12}O_6$
- B. NH_4OH
- C. $Ca(OH)_2$
- D. $CO(NH_2)_2$
- E. CH_3COOH

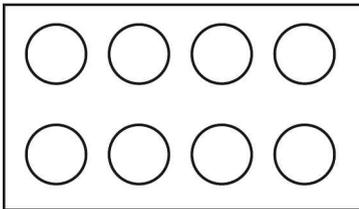
25. Ion Ba^{2+} terdapat pada senyawa

- A. $BaCl_2$
- B. Ba_2Cl
- C. Ba_2Cl_2
- D. $Ba(OH)$
- E. $Ba_2(OH)_2$

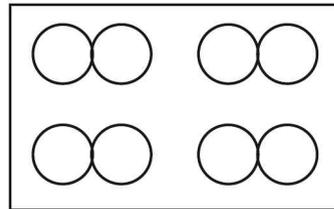
26. Gabungan dua atau lebih unsur yang berikatan melalui reaksi kimia disebut

- A. atom
- B. molekul
- C. unsur
- D. senyawa
- E. campuran

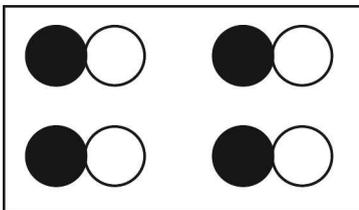
Perhatikan gambar berikut untuk menjawab soal nomor 27 dan 28!



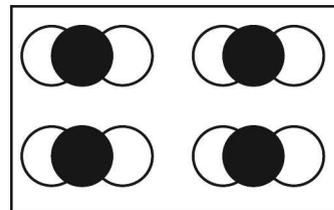
(1)



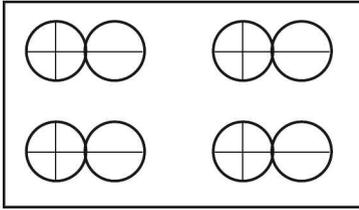
(2)



(3)



(4)



(5)

27. Yang menggambarkan partikel penyusun O_2 adalah
- A. 1
B. 2
C. 3
D. 4
E. 5
28. Yang menggambarkan partikel penyusun H_2O adalah
- A. 1
B. 2
C. 3
D. 4
E. 5
29. Berikut ini yang merupakan contoh molekul unsur poliatomik adalah
- A. Fe
B. O_2
C. S_8
D. H_2O
E. CH_4
30. Pasangan kation dan anion yang membentuk senyawa ion sodium klorida adalah
- A. Ca^{2+} dan Cl^-
B. Na^+ dan Cl^-
C. K^+ dan Br^-
D. Cl^+ dan K^-
E. K^+ dan Cl^-



STRUKTUR ATOM

2

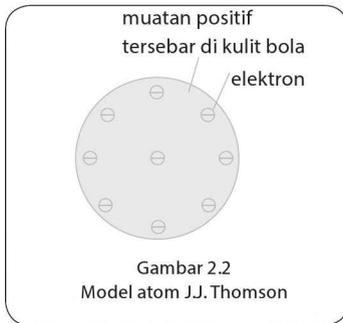
A. PERKEMBANGAN TEORI ATOM

- Aristoteles (384 – 332 SM), seorang ahli filsafat Yunani, menyatakan bahwa materi bersifat kontinu, artinya setiap materi dapat dibagi secara terus menerus sampai tak terhingga.
- Democritus (460 – 370 SM), seorang ahli filsafat Yunani, menyatakan bahwa materi bersifat diskontinu, artinya bila setiap materi dibagi atau dibelah secara terus menerus maka pada suatu saat akan didapatkan suatu bagian yang tidak dapat dibagi lagi. Bagian tak terbagi lagi itu disebut atom (a = tidak; tomos = terbagi).
- Pada tahun 1803, John Dalton (1766 – 1844) seorang ahli fisika dan kimia dari Inggris, mengajukan teori yang berdasarkan percobaan dan secara tegas mengatakan bahwa materi terdiri atas atom-atom. Berikut postulat-postulat dasar dari teori atom Dalton:
 - Setiap materi terdiri atas partikel terkecil yang disebut atom.



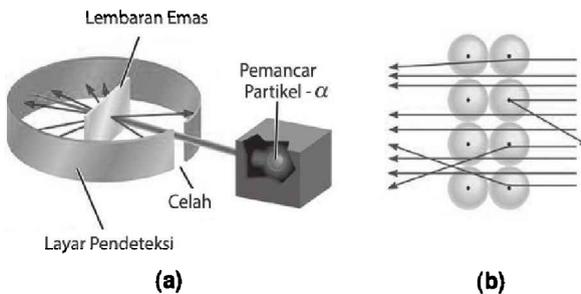
Gambar 2.1
Model atom Dalton

2. Unsur adalah materi yang terdiri atas atom sejenis.
 3. Atom-atom suatu unsur adalah identik, tetapi berbeda dengan atom unsur lain.
 4. Senyawa adalah materi yang terdiri atas dua jenis atom atau lebih dengan perbandingan tertentu.
 5. Reaksi kimia adalah penataan ulang atom-atom. Suatu atom tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan.
- d. Pada tahun 1897, J.J. Thomson menyatakan bahwa atom terdiri atas materi yang bermuatan positif dengan elektron-elektron yang tersebar di antara muatan-muatan positif, seperti kismis di dalam roti kismis.



- e. Pada tahun 1910, Rutherford bersama Hans Geiger dan Ernest Marsden melakukan percobaan penembakan foil emas dengan partikel alfa berenergi tinggi.

**Desain Eksperimen
Rutherford**

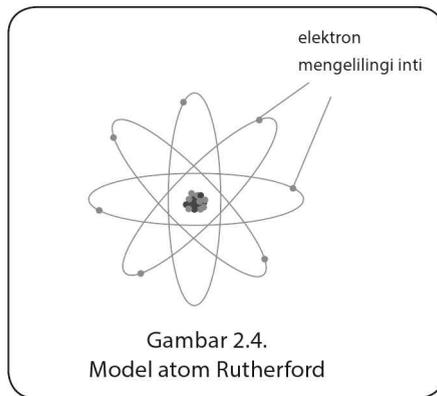


Gambar 2.3. Percobaan Rutherford
sumber kimia.upi.edu

Berdasarkan hasil percobaan disimpulkan bahwa:

1. Sebagian besar partikel alfa dapat menembus lempeng logam karena melalui ruang hampa (partikel A).
2. Partikel yang mengalami pembelokan adalah partikel alfa yang mendekati inti atom. Hal ini terjadi karena inti atom dan partikel alfa keduanya bermuatan positif (partikel B).
3. Partikel yang dipantulkan adalah partikel alfa yang menabrak inti atom (partikel C).

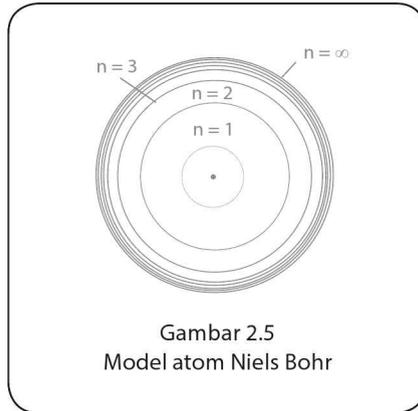
Model atom Rutherford dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Berdasarkan gambar diketahui bahwa atom terdiri atas inti atom yang sangat masif (pejal) yang bermuatan positif dan elektron yang beredar mengitari inti pada jarak yang relatif sangat jauh. Lintasan elektron itu disebut kulit atom. Jarak dari inti hingga kulit atom disebut jari-jari atom. Ukuran jari-jari atom adalah sekitar 10^{-8} cm dan ukuran jari-jari inti atom adalah sekitar 10^{-13} cm.

- f. Pada tahun 1914, Niels Bohr mengemukakan model atom hidrogen. Dalam atom, elektron-elektron mengelilingi inti pada lintasan-lintasan atau tingkat-tingkat energi tertentu. Selama bergerak mengelilingi inti, elektron tidak menyerap energi dan tidak melepas energi (keadaan stasioner). Elektron dapat pindah ke tingkat energi lebih tinggi (eksitasi) dengan

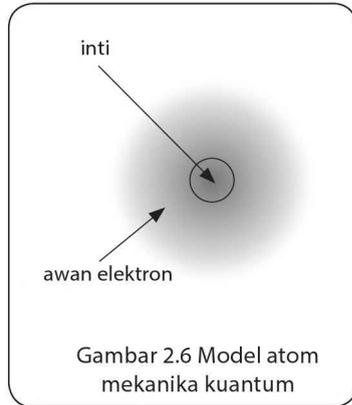
menyerap energi dan pindah ke tingkat lebih rendah dengan memancarkan energi. Tingkat-tingkat energi itu disebut dengan kulit-kulit atom. Setiap kulit ditandai dengan bilangan bulat (n) yang disebut bilangan kuantum utama. Nilai $n = 1$ (kulit K), $n = 2$ (kulit L), $n = 3$ (kulit M), dan seterusnya.



- g. Model atom mekanika kuantum dalam model ini dikenal istilah orbital, yaitu daerah di sekitar inti dengan kebolehjadian menemukan elektron.

Pelopori model atom ini adalah:

1. Louis de Broglie pada tahun 1923 menyatakan bahwa elektron dalam atom dapat dipandang sebagai partikel dan sebagai gelombang.
2. Werner Heisenberg mengajukan asas ketidakpastian, yaitu tidak mungkin menentukan kecepatan dan posisi elektron secara pasti sekaligus, yang dapat ditentukan adalah kebolehjadian menemukan elektron pada jarak tertentu dari inti.
3. Erwin Schrodinger pada tahun 1926 merumuskan persamaan gelombang yang menggambarkan orbital.



B. BILANGAN KUANTUM

Bilangan-bilangan kuantum adalah bilangan-bilangan yang digunakan untuk menentukan lokasi suatu elektron dalam atom sehingga elektron tersebut eksklusif (dapat dibedakan) dengan elektron-elektron yang lain.

a. Bilangan kuantum utama (n)

Bilangan kuantum utama menyatakan nomor kulit (tingkat energi) yang dihuni oleh elektron. Harga bilangan ini adalah 1, 2, 3, 4 dan seterusnya. Harga-harga tersebut dilambangkan dengan K ($n = 1$), L ($n = 2$), M ($n = 3$), N ($n = 4$) dan seterusnya.

b. Bilangan kuantum azimut (l)

Bilangan kuantum azimut menyatakan jenis subkulit (subtingkat energi) yang dihuni oleh elektron. Harga bilangan kuantum ini dimulai dari 0 sampai maksimum ($n - 1$). Jadi, banyaknya subkulit sama dengan nomor kulit (n). Masing-masing subkulit dinyatakan dengan lambang s ($l = 0$), p ($l = 1$), d ($l = 2$), f ($l = 3$) dan seterusnya.

- ✓ Jika $n = 1$ maka $l = 0$ artinya kulit kesatu hanya memiliki satu subkulit, yaitu 1s.
- ✓ Jika $n = 2$ maka $l = 0$ dan 1 artinya kulit kedua memiliki dua subkulit, yaitu 2s dan 2p.

- ✓ Jika $n = 3$ maka $l = 0, 1, \text{ dan } 2$ artinya kulit ketiga memiliki tiga subkulit, yaitu $3s, 3p$ dan $3d$.

Selain itu bilangan kuantum azimut menyatakan bentuk orbital yang dihuni oleh elektron.

c. Bilangan kuantum magnetik (m)

Bilangan kuantum magnetik menyatakan orbital khas mana yang dihuni oleh elektron pada suatu subkulit. Selain itu, bilangan kuantum magnetik menyatakan orientasi khusus dari suatu orbital dalam ruang relatif terhadap inti.

Harga bilangan kuantum ini mencakup semua bilangan bulat dari $-l$ sampai dengan $+l$, termasuk 0 .

- ✓ Jika $l = 0$ maka $m = 0$, berarti hanya satu orbital.
- ✓ Jika $l = 1$ maka $m = -1, 0, +1$, berarti terdapat tiga orbital.
- ✓ Jika $l = 2$ maka $m = -2, -1, 0, +1, +2$, berarti terdapat lima orbital.
- ✓ Jika $l = 3$ maka $m = -3, -2, -1, 0, +1, +2, +3$, berarti terdapat tujuh orbital.

d. Bilangan kuantum spin (s)

Bilangan kuantum spin menyatakan arah rotasi elektron. Hanya terdapat dua kemungkinan arah rotasi elektron, yaitu searah jarum jam atau berlawanan arah jarum jam. Kedua arah tersebut masing-masing dinyatakan dengan bilangan kuantum $s = +\frac{1}{2}$ dan $s = -\frac{1}{2}$.

Ringkasan keempat bilangan kuantum untuk kulit kesatu sampai dengan keempat dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2.1. Ringkasan bilangan kuantum untuk keempat kulit yang pertama

Kulit (n)	Subkulit (l)	Orbital (m)	Spin elektron untuk tiap harga l (s)
1	0 (1s)	0	$+\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}$
2	0 (2s)	0	$+\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}$
	1 (2p)	-1, 0, +1	$+\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}$

3	0 (3s)	0	$+\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}$
	1 (3p)	-1, 0, +1	$+\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}$
	2 (3d)	-2, -1, 0, +1, +2	$+\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}$
4	0 (4s)	0	$+\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}$
	1 (4p)	-1, 0, +1	$+\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}$
	2 (4d)	-2, -1, 0, +1, +2	$+\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}$
	3 (4f)	-3, -2, -1, 0, +1, +2, +3	$+\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}$

C. PARTIKEL SUBATOMIK DAN LAMBANG ATOM

Partikel-partikel dasar yang menyusun atom adalah proton, elektron, dan neutron yang sifat-sifatnya ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 2.2. Beberapa karakteristik partikel penyusun atom

No.	Partikel (Lambang)	Penemu (Tahun)	Massa (sma)	Massa (kg)	Muatan
1	Proton (p)	Goldstein (1897)	1,00728	$1,67265 \times 10^{-27}$	+1
2	Neutron (n)	James Chadwick (1932)	1,00866	$1,67495 \times 10^{-27}$	0
3	Elektron (e)	J.J. Thomson (1897)	0,00055	$9,10953 \times 10^{-31}$	-1

Suatu unsur ditulis sebagai berikut:



dengan: X = lambang atom atau unsur

A = nomor massa = neutron + proton

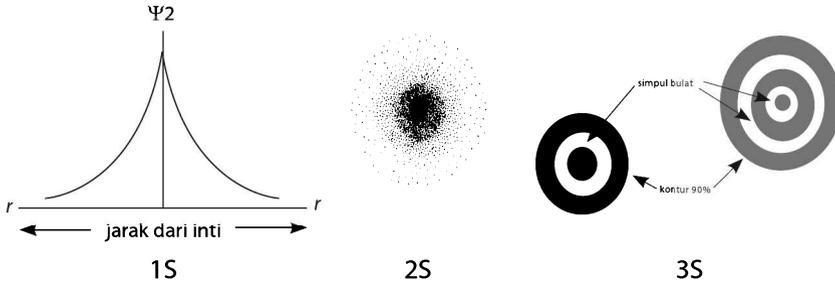
Z = nomor atom

D. ISOTON, ISOBAR, ISOTON, DAN ISOELEKTRON

- Isotop: unsur-unsur yang memiliki nomor atom sama tetapi nomor massa yang berbeda. Contoh: ${}_{11}^{23}\text{Na}$ dan ${}_{11}^{24}\text{Na}$.
- Isobar: unsur-unsur yang memiliki nomor massa sama tetapi nomor atom yang berbeda. Contoh: ${}_{6}^{14}\text{Na}$ dan ${}_{7}^{14}\text{Na}$.
- Isoton: Unsur-unsur yang memiliki neutron yang sama. Contoh: ${}_{15}^{31}\text{P}$ dan ${}_{16}^{32}\text{S}$.
- Isoelektron: spesi-spesi yang memiliki elektron yang sama. Contoh: ${}_{13}^{24}\text{Al}^{3+}$, ${}_{10}^{20}\text{Ne}$, dan ${}_{8}^{16}\text{O}^{2-}$.

E. BENTUK ORBITAL

Orbital s dengan $m = 0$ hanya ada satu kemungkinan orientasi simetrik dengan inti atom sebagai titik pusat, seperti ditunjukkan pada gambar 2.7.



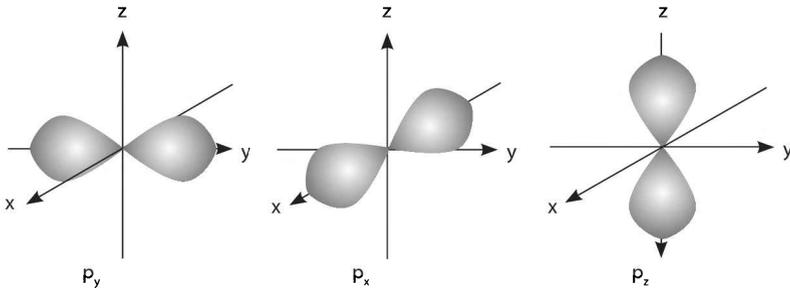
Gambar 2.7. Bentuk orbital s , antara lain: $1s$, $2s$, dan $3s$

Pada gambar tersebut terlihat bahwa pada orbital $1s$ rapatan muatan maksimum terdapat pada titik-titik di sekitar inti atom, sedangkan peluang menemukan elektron adalah pada kulit lingkaran dengan jari-jari $0,53 \text{ \AA}$.

Pada orbital $2s$ rapatan muatan terbesar terdapat pada titik-titik di sekitar inti, lalu menurun sampai mencapai 0 pada jarak tertentu dari inti. Daerah yang tidak mempunyai peluang ditemukannya elektron disebut *simpul*. Setelah simpul pertama, rapatan elektron meningkat lagi sampai jarak tertentu dan secara berangsur-angsur menurun mendekati nol pada jarak yang lebih jauh. Peluang terbesar menemukan elektron pada orbital $2s$ adalah pada awan lapisan kedua.

Orbital $3s$ memiliki kemiripan pola dengan orbital $2s$, tetapi orbital tersebut memiliki dua simpul. Peluang terbesar menemukan elektron pada orbital $3s$ adalah pada awan lapisan ketiga.

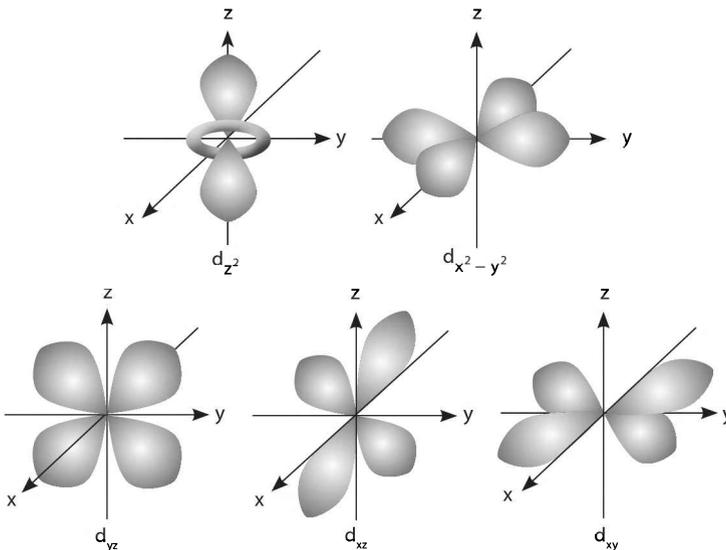
Orbital p dengan $m = -1, 0, +1$ memiliki tiga kemungkinan orientasi dalam ruang yang masing-masing terletak pada koordinat kartesius x , y , dan z dengan inti atom sebagai titik potongnya dan masing-masing orientasi berbentuk seperti bola karet terpilin bila di dalamnya terdapat elektron. Masing-masing orientasi tersebut dinamai dengan orbital p_x , p_y , dan p_z , sesuai dengan orientasinya dalam ruang seperti ditunjukkan pada gambar 2.8.



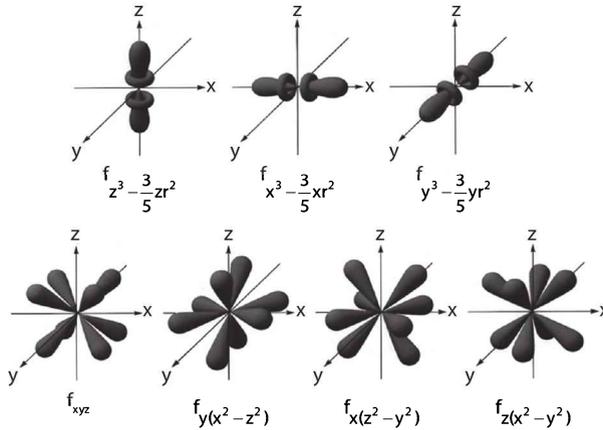
Gambar 2.8. Orientasi dari ketiga orbital 2p

Pada gambar tersebut terlihat bahwa rapat muatan elektron pada orbital 2p adalah nol pada inti, lalu meningkat sampai mencapai maksimum pada kedua sisinya, dan akhirnya menurun mendekati nol bersamaan dengan bertambahnya jarak dari inti.

Orbital d dengan $m = -2, -1, 0, +1, +2$ memiliki lima kemungkinan orientasi dalam ruang, yaitu d_{xy} , d_{xz} , dan d_{yz} . Masing-masing orientasi tersebut ditunjukkan pada gambar 2.9.



Gambar 2.9. Orientasi kelima orbital 3d



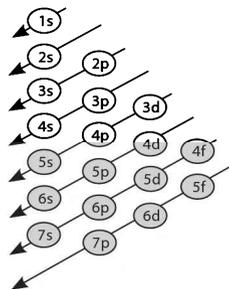
Gambar 2.10. Orientasi ketujuh orbital 4f

F. KONFIGURASI ELEKTRON

Konfigurasi elektron merupakan urutan subtingkatan energi yang diisi oleh elektron dalam sebuah atom. Terdapat tiga kaidah pengisian orbital yang harus diperhatikan, yaitu asas Aufbau, asas larangan Pauli, dan kaidah Hund.

a. Asas Aufbau

- o Pengisian elektron-elektron ke dalam orbital-orbital dimulai dari tingkatan energi rendah sampai ke tingkatan energi yang lebih tinggi. Urutan kenaikan tingkat energi orbital sebagai berikut:



Gambar 2.11. Diagram tingkat energi menurut asas aufbau
 1s 2s 2p 3s 3p 4s 3d 4p 5s 4d 5p 6s 4f 5d 6p 7s 5f 6d 7p

- o Untuk membuktikan suatu tingkat energi memiliki tingkat energi yang lebih tinggi dibandingkan dengan lainnya dapat dilihat dari harga $(n + l)$.

Contoh:

$4s \rightarrow n = 4$ dan $l = 0$, maka $n + l = 4 + 0 = 4$.

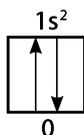
$3d \rightarrow n = 3$ dan $l = 2$, maka $n + l = 3 + 2 = 5$.

Oleh karena harga $(n + l)$ dari subtingkat energi $3d$ lebih besar daripada subtingkat energi $4s$, maka $4s$ ditulis lebih dahulu menurut asas Aufbau.

b. Asas Larangan Pauli

- o Menurut Wolfgang Pauli, tidak ada dua elektron dalam suatu atom yang boleh memiliki keempat bilangan kuantum yang sama. Bila dua elektron mengisi satu orbital, maka bilangan kuantum utama, azimut dan magnetik pasti sama, sedangkan bilangan kuantum spin pasti berbeda.

Contoh:



Elektron pertama : $n = 1; l = 0; m = 0; s = +\frac{1}{2}$.

Elektron kedua : $n = 1; l = 0; m = 0; s = -\frac{1}{2}$.

- o Dengan asas larangan Pauli, maka dapat dikatakan bahwa *satu orbital dapat ditempati maksimum dua elektron*.

Subkulit s (1 orbital) maksimum ditempati 2 elektron.

Subkulit p (3 orbital) maksimum ditempati 6 elektron.

Subkulit d (5 orbital) maksimum ditempati 10 elektron.

Subkulit f (7 orbital) maksimum ditempati 14 elektron, dan seterusnya.

Akhirnya, dapat disimpulkan:

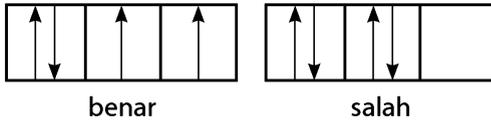
Kulit ke- n memiliki n buah subkulit, n^2 orbital dan $2n^2$ elektron

c. Kaidab Hund

- o Pada pengisian orbital-orbital dengan tingkat energi yang sama, mula-mula elektron mengisi orbital secara sendiri-sendiri dengan spin yang paralel, baru kemudian berpasangan.

Contoh:

Pengisian 4 buah elektron pada orbital p, sebagai berikut:



□ Hal-Hal yang Perlu Diperhatikan dalam Konfigurasi Elektron

1. Cara pengurutan subkulit

Terdapat dua cara pengurutan subkulit, yaitu pengurutan subkulit berdasarkan tingkat energi dan pengurutan subkulit berdasarkan pengelompokan nomor kulit yang sama.

Contoh: perhatikan urutan subkulit pada Co ($Z = 27$)

- ✓ Pengurutan subkulit berdasarkan tingkat energi
 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^7$
- ✓ Pengurutan subkulit berdasarkan pengelompokan nomor kulit yang sama
 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^7 4s^2$

2. Penyingkatan konfigurasi elektron dengan konfigurasi elektron gas mulia

Telah dikenal enam unsur gas mulia, yaitu He ($Z = 2$), Ne ($Z = 10$), Ar ($Z = 18$), Kr ($Z = 36$), Xe ($Z = 54$), dan Rn ($Z = 86$). Jika jumlah elektron suatu atom yang bersesuaian dengan salah satu nomor gas mulia, maka dalam konfigurasinya dapat diwakili dengan gas mulia terdekat. Perhatikan beberapa contoh berikut!

C ($Z = 6$) : $1s^2 2s^2 2p^2$ atau [He] $2s^2 2p^2$.

Na ($Z = 11$) : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$ atau [Ne] $3s^1$.

Sr ($Z = 38$) : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2$ atau [Kr] $5s^2$.

3. Kestabilan subkulit d yang terisi penuh atau setengah penuh

Bila dalam suatu konfigurasi elektron terdapat $s^2 d^4$ atau $s^2 d^9$, maka cenderung berubah menjadi $s^1 d^5$ atau $s^1 d^{10}$. Hal ini karena subkulit d dalam keadaan penuh atau setengah penuh lebih stabil. Perhatikan contoh-contoh berikut!

Cr (Z = 24) : [Ar] $4s^2 3d^4$ (salah)

[Ar] $4s^1 3d^5$ (benar)

Cu (Z = 29) : [Ar] $4s^2 3d^9$ (salah)

[Ar] $4s^1 3d^{10}$ (benar)

4. Konfigurasi elektron ion

Suatu ion bermuatan x^+ berasal dari suatu atom yang melepaskan x elektronnya. Perhatikan contoh-contoh berikut!

Na (Z = 11) : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$.

Na^+ : $1s^2 2s^2 2p^6$ (melepaskan 1 elektron di kulit ke-3).

Ca (Z = 20) : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$.

Ca^{2+} : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ (melepaskan 2 elektron di kulit ke-4).

Mn (Z = 25) : [Ar] $4s^2 3d^5$.

Mn^{2+} : [Ar] $3d^5$ (melepaskan 2 elektron pada 4s)

Mn^{3+} : [Ar] $3d^4$ (melepaskan 2 elektron pada subkulit 4s dan 1 elektron pada subkulit 3d)

Suatu ion yang bermuatan x^- berasal dari suatu atom yang telah menerima x elektron. Perhatikan contoh-contoh berikut!

Cl (Z = 17) : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$.

Cl^- : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ (menerima 1 elektron dan diletakkan di subkulit 3p)

O (Z = 8) : $1s^2 2s^2 2p^4$.

O^{2-} : $1s^2 2s^2 2p^6$ (menerima 2 elektron dan diletakkan di subkulit 2p)

P (Z = 15) : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$.

P^{3-} : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ (menerima 3 elektron dan diletakkan di subkulit 3p)

CONTOH SOAL DAN PEMBAHASAN

1. Tentukan jumlah elektron, proton, dan neutron pada:

- A. ${}_9\text{F}^{19}$
- B. ${}_{13}\text{Al}^{27}$
- C. ${}_{20}\text{Ca}^{40}$
- D. Ion F^-
- E. Ion Ca^{2+}

Pembahasan:

- A. ${}_9\text{F}^{19}$: elektron = 9; proton = 9, dan neutron = $19 - 9 = 10$.
- B. ${}_{13}\text{Al}^{27}$: elektron = 13; proton = 13, dan neutron = $27 - 13 = 14$.
- C. ${}_{20}\text{Ca}^{40}$: elektron = 20; proton = 20, dan neutron = $40 - 20 = 20$.
- D. Ion F^- : elektron = $9 + 1 = 10$; proton = 9, dan neutron = $19 - 9 = 10$.
- E. Ion Ca^{2+} : elektron = $20 - 2 = 18$; proton = 20, dan neutron = $40 - 20 = 20$.

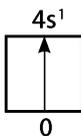
2. Tuliskan keempat bilangan kuantum elektron terakhir dari atom:

- A. K ($Z = 19$)
- B. Al bila diketahui Al^{3+} : $1s^2 2s^2 2p^6$
- C. S bila diketahui S^{2-} : $[\text{Ne}] 3s^2 3p^6$

Pembahasan:

- A. K ($Z = 19$): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$

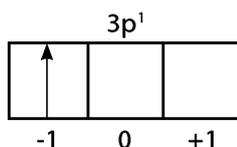
Elektron terakhir (ke-19) terdapat pada subkulit 4s, sehingga:



Elektron tersebut terdapat pada kulit (n) = 4, subkulit (l) = 0 (dari subkulit s); orbital (m) = 0 dan spin (s) = $+\frac{1}{2}$.

- B. Al^{3+} : $1s^2 2s^2 2p^6$ berarti atom Al telah melepaskan 3 elektron sehingga atom Al sendiri memiliki $(10 + 3) = 13$ elektron dengan konfigurasi $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$.

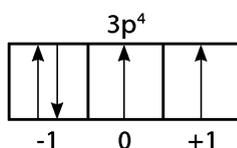
Elektron terakhir (ke-13) terdapat pada subkulit 3p sehingga:



Elektron tersebut terdapat pada kulit (n) = 3, subkulit (l) = 1 (dari subkulit p), orbital (m) = -1, dan spin (s) = $+\frac{1}{2}$.

- C. S^{2-} : $[\text{Ne}] 3s^2 3p^6$, berarti atom S telah menerima 2 elektron sehingga atom S sendiri memiliki $(18 - 2) = 16$ elektron dengan konfigurasi: $[\text{Ne}] 3s^2 3p^4$.

Elektron terakhir (ke-16) terdapat pada subkulit 3p sehingga:



Elektron tersebut terdapat pada kulit (n) = 3, subkulit (l) = 1 (dari subkulit p), orbital (m) = -1 dan spin (s) = $-\frac{1}{2}$.

3. Diketahui nomor atom S = 16; Cl = 17; Ar = 18; Ca = 20 dan Kr 36. Ion klorida akan mempunyai konfigurasi sama dengan
1. S^{2-}
 2. Ca^{2+}
 3. Ar
 4. Kr

Jawaban: A (1, 2, 3)

Konfigurasi elektron akan sama jika jumlah elektron kedua spesi sama.

Spesi	Jumlah elektron
${}_{17}\text{Cl}^-$	$17 + 1 = 18$
${}_{16}\text{S}^{2-}$	$16 + 2 = 18$



$20 - 2 = 18$



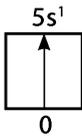
18

4. Unsur X dengan nomor atom 47 berada pada
- A. $n = 4, l = 2, m = +2, s = +\frac{1}{2}$
 - B. $n = 5, l = 0, m = 0, s = +\frac{1}{2}$
 - C. $n = 5, l = 0, m = 0, s = -\frac{1}{2}$
 - D. $n = 4, l = 2, m = -2, s = +\frac{1}{2}$
 - E. $n = 5, l = 2, m = +2, s = -\frac{1}{2}$

Jawaban: B

Konfigurasi elektron Z = 47: $[\text{Kr}] 5s^1 4d^{10}$

Elektron valensinya adalah $5s^1$

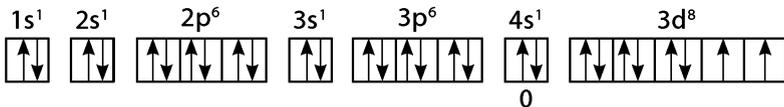


sehingga $n = 5, l = 0$ (subkulit s), $m = 0$, dan $s = +\frac{1}{2}$

5. Dalam atom Ni dengan nomor atom 28 terdapat elektron yang tidak berpasangan sebanyak
- A. 1
 - B. 2
 - C. 3
 - D. 4
 - E. 5

Jawaban: B

Konfigurasi elektron dan diagram orbital dari ${}_{28}\text{Ni}$:



Jadi pada ${}_{28}\text{Ni}$ terdapat 2 elektron tidak berpasangan.

SOLUSI CERDAS:

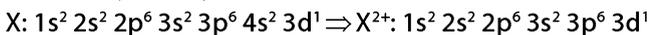
Elektron tidak berpasangan = $10 - 8 = 2$

6. Konfigurasi elektron ion X^{2+} yang memiliki bilangan massa 45 dan 24 neutron adalah
- A. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^1$
 - B. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$
 - C. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^1$
 - D. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^2$
 - E. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^3$

Jawaban: C

Diketahui $A = 45$ dan $n = 24$, maka $p = 45 - 24 = 21$

Ion X^{2+} berarti atom X melepaskan 2 elektron, sehingga jumlah elektronnya menjadi $21 - 2 = 19$.

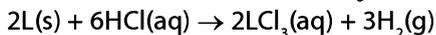


7. 5,2 g suatu logam trivalen direaksikan dengan larutan HCl dan menghasilkan 3,36 liter gas H_2 (STP). Jika atom logam tersebut mengandung 28 neutron, maka tentukan:
- a. Nomor atom unsur tersebut!
 - b. Konfigurasi elektron!

Pembahasan:

- a. Menentukan nomor atom:

Logam (L) trivalen berarti logam bervaleksi tiga dan bila bereaksi dengan HCl menghasilkan LCl_3 dan H_2 .



$$\text{Mol } H_2 = \frac{3,36}{22,4} = 0,15 \text{ mol}$$

Dari persamaan reaksi: 2 mol L dan 3 mol H_2

$$\text{Mol L} = \frac{2}{3} \times 0,15 \text{ mol} = 0,1 \text{ mol}$$

$$A_r L = \frac{5,2 \text{ g}}{0,1 \text{ mol}} = 52$$

Jumlah proton (p) = 52 - 28 = 24, maka jumlah elektron = 24.

Nomor atom (Z) = jumlah proton = 24.

Solusi smart mencari $A_r L$:

$$\text{Mol L} \times \text{valensi} = 2 \times \text{mol H}_2$$

$$\frac{5,2}{A_r} \times 3 = 2 \times \frac{3,36}{22,4}$$

$$A_r L = \frac{5,2 \times 3}{0,3} = 52$$

b. Konfigurasi elektron: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 3d^5$

LATIHAN SOAL 2

1. Atom adalah bola yang bermuatan positif, di dalamnya tersebar elektron-elektron. Pernyataan tersebut merupakan model atom
 - A. Dalton
 - B. Rutherford
 - C. Thomson
 - D. Bohr
 - E. mekanika kuantum
2. Gagasan adanya inti atom dalam atom dikemukakan oleh
 - A. Dalton
 - B. Rutherford
 - C. Bohr
 - D. Thomson
 - E. Maxwell
3. Pokok-pokok teori atom Rutherford lebih menyempurnakan temuan J.J. Thomson. Teori atom Rutherford diantaranya
 - A. atom terdiri dari inti atom yang di dalamnya terdapat proton dan neutron
 - B. atom terdiri dari inti atom yang bermuatan positif dan elektron bergerak mengelilingi inti
 - C. atom merupakan kumpulan inti atom yang selalu dikelilingi oleh neutron
 - D. atom selalu mempunyai neutron yang merupakan partikel tidak bermuatan
 - E. atom terdiri dari inti atom yang di dalamnya terdapat proton dan elektron dan dikelilingi oleh neutron

4. Gagasan utama yang disumbangkan oleh teori atom Niels Bohr adalah adanya
- A. partikel subatom
 - B. inti atom
 - C. tingkat-tingkat energi dalam atom
 - D. gejala isotop
 - E. nomor atom
5. Elektron bergerak dalam lintasannya dengan tingkat energi tertentu tanpa menyerap atau membebaskan energi. Hal ini dikemukakan oleh
- A. Dalton
 - B. Rutherford
 - C. Thomson
 - D. Democritus
 - E. Niels Bohr
6. Partikel dasar dalam atom terdiri atas
- A. proton, elektron, dan positron
 - B. proton, neutron, dan nukleon
 - C. proton, elektron, dan neutron
 - D. positron, nukleon, dan elektron
 - E. neutron, nukleon, dan elektron
7. Partikel yang bermuatan positif yang terdapat dalam inti atom adalah
- A. elektron
 - B. neutron
 - C. proton
 - D. nukleon
 - E. deutron
8. Partikel penyusun atom yang bermuatan negatif adalah
- A. elektron
 - B. proton
 - C. inti atom
 - D. neutron
 - E. nukleon
9. Pernyataan yang *benar* tentang neutron adalah
- A. terletak di dalam inti bersama-sama elektron
 - B. merupakan partikel yang bermuatan positif

- C. merupakan salah satu partikel penentu jumlah nukleon
 D. menyebabkan muatan di dalam inti
 E. menyebabkan atom menjadi bermuatan
10. Atom ${}^{23}_{11}\text{Na}$ memiliki proton, elektron, dan neutron masing-masing sebanyak
- A. 11, 23, dan 12
 B. 11, 11, dan 13
 C. 12, 11, dan 23
 D. 11, 12, dan 11
 E. 11, 11, dan 12
11. Atom perak dengan notasi ${}^{108}_{47}\text{Ag}$ mempunyai
- A. 47 neutron dan 108 proton
 B. 47 proton dan 108 elektron
 C. nomor massa 47 dan nomor atom 108
 D. nomor atom 47 dan nomor massa 108
 E. nomor atom 61 dan proton 47
12. Suatu spesi dituliskan ${}^{32}_{16}\text{S}^{2-}$. Pernyataan yang *benar*, spesi tersebut memiliki
- A. 48 nukleon
 B. 32 proton
 C. nomor massa = 16
 D. 18 elektron
 E. nomor atom = 32
13. Ion X^+ memiliki 23 partikel di dalam inti dan 10 elektron yang mengelilingi inti. Inti atom X^+ mengandung proton dan neutron masing-masing
- A. 9 dan 14
 B. 10 dan 13
 C. 11 dan 12
 D. 12 dan 11
 E. 13 dan 10
14. Diketahui beberapa spesi:
 (1) Cl^- (3) S^{2-}
 (2) Ca^{2+} (4) Cr^{3+}
- Di antara spesi tersebut yang merupakan kation adalah
- A. 1 dan 3
 B. 1 dan 2
 C. 2 dan 3
 D. 2 dan 4
 E. 3 dan 4

26. Ion X^+ mempunyai konfigurasi elektron $1s^2 2s^2 2p^6$. Harga bilangan kuantum elektron valensi dari atom X adalah
- A. $n = 2, l = 0, m = 0, s = -\frac{1}{2}$ D. $n = 3, l = 1, m = -1, s = +\frac{1}{2}$
 B. $n = 2, l = 1, m = +1, s = -\frac{1}{2}$ E. $n = 3, l = 2, m = 0, s = +\frac{1}{2}$
 C. $n = 3, l = 0, m = 0, s = +\frac{1}{2}$
27. Konfigurasi elektron unsur X yang nomor atomnya 29 adalah
- A. $[\text{Ne}] 3s^2 3p^6 4s^2 3d^9$ D. $[\text{Ne}] 3s^2 3p^5 4s^2 3d^9$
 B. $[\text{Ne}] 3s^2 3p^6 4s^1 3d^{10}$ E. $[\text{Ne}] 3s^2 3p^5 4s^1 3d^{10}$
 C. $[\text{Ne}] 3s^2 3p^5 4s^2 3d^{10}$
28. Unsur X mengandung 15 proton dan 16 neutron di dalam inti atomnya. Konfigurasi elektron atom X adalah
- A. $[\text{Ne}] 3s^2 3p^3$ D. $[\text{Ar}] 4s^2 4p^4$
 B. $[\text{Ne}] 3s^2 3p^4$ E. $[\text{Ar}] 4s^2 3d^{10} 4p^1$
 C. $[\text{Ne}] 3s^2 3p^5$
29. Kalau atom X yang nomor atomnya 19 dituliskan konfigurasi elektronnya maka atom itu memiliki ciri-ciri
- A. elektron valensi = 9, valensinya 1
 B. elektron valensi = 1, valensinya 1
 C. elektron valensi = 7, valensinya 1
 D. elektron valensi = 2, valensinya 2
 E. elektron valensi = 7, valensinya 2
30. Nomor atom unsur X sama dengan 26. Konfigurasi elektron ion X^{3+} adalah
- A. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2$ D. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$
 B. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^4 4s^2$ E. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5$
 C. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^3 4s^2$



Kimia (bahasa Arab: kimiya atau bahasa Yunani: khemeia, "perubahan benda/zat") adalah ilmu tentang komposisi, struktur, dan sifat zat atau materi.

SISTEM PERIODIK UNSUR

3

A. PERKEMBANGAN SISTEM PERIODIK UNSUR

- a. Sistem triade Johann Wolfgang Dobereiner (1829)
Mengelompokkan unsur-unsur menurut kemiripan sifat dan kenaikan massa atomnya. Oleh karena setiap kelompok terdiri dari tiga unsur, maka sistem ini disebut *sistem triade*. Apabila unsur-unsur disusun menurut kenaikan massa atomnya, ternyata massa atom maupun sifat-sifat unsur yang kedua merupakan rata-rata dari massa atom unsur pertama dan ketiga.

Contoh:

Triade	Klorin	Bromin	Iodin
Massa atom	35,5	79,9	127
Wujud	gas	cair	padat

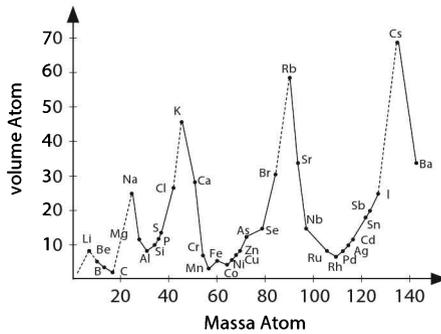
- b. Sistem oktaf dari John Alexander Reina Newlands (1865)
Menyusun unsur-unsur berdasarkan kenaikan massa atom. Unsur-unsur yang berselisih satu oktaf (unsur nomor 1 dengan nomor 8, unsur nomor 2 dengan nomor 9, dan seterusnya) mempunyai sifat-sifat yang mirip, maka sistem ini disebut sistem oktaf. Newlands menyajikan pengelompokan unsur seperti pada tabel berikut.

Tabel 3.1. Sistem oktaf Newlands

Do 1	Re 2	Re 2	Fa 4	Sol 5	La 6	Si 7
H	Li	Be	B	C	N	O
F	Na	Mg	Al	Si	P	S
Cl	K	Ca	Cr	Ti	Mn	Fe
Co, Ni	Cu	Zn	Y	In	As	Se
Br	Rb	Sr	Ce, La	Zr	Di, Mo	Ro, Ru
Pd	Ag	Cd	U	Sn	Sb	I
Te	Cs	Ba	Ta	W	Nb	Au
Pt, Ir	Os	V	Tl	Pb	Bi	Th

c. Sistem periodik Lothar Meyer

Pada tahun 1864, Lothar Meyer melakukan pengamatan hubungan antara kenaikan massa atom dengan sifat unsur. Ia membuat kurva volume atom sebagai fungsi dari massa atom.



Gambar 3.1. Sistem periodik Lothar Meyer

Kemudian, pada tahun 1868, Meyer menyusun unsur-unsur ke dalam tabel berdasarkan kenaikan massa atom dan pengulangan/keperiodikan sifat fisik dan kimia unsur. Namun, Meyer baru mempublikasikan tabelnya pada tahun 1870.

Tabel 3.2. Tabel periodik Meyer

I	II	III	IV	V	VI	VII	IV	IX
-	B = 11,0	Al = 27,3	-	-	-	In = 113,4	Tl = 202,7	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	C = 11,97	Si = 28	-	-	-	Sn = 117,8	-	Pb = 206,4

-	-	-	Ti = 48	-	Zr = 89,7	-	-	-
-	N = 14,01	P = 30,9	-	As = 74,9	-	Sb = 122,1	-	Bi = 207,5
-	-	-	V = 51,2	-	Nb = 93,7	-	Ta = 182,2	-
-	O = 15,96	31,98	-	Se = 78	-	Te = 128	-	-
-	-	-	Cr = 52,4	-	Mo = 95,6	-	W = 183,5	-
-	F = 19,1	Cl = 35,38	-	Br = 79,75	-	J = 126,5	-	-
-	-	-	Mn = 54,8	-	Ru = 103,5	-	Os = 198,6	-
-	-	-	Fe = 55,9	-	Rh = 104,1	-	Ir = 196,7	-
-	-	-	Co = Ni = 58,6	-	Pd = 106,2	-	Pt = 196,7	-
Li = 7,01	Na = 22,99	K = 39,04	-	Rb = 85,2	-	Cs = 132,7	-	-
-	-	-	Cu = 63,3	-	Ag = 107,66	-	Au = 196,2	-
Be = 9,3	Mg = 23,9	Ca = 39,9	-	Sr = 87,0	-	Ba = 136,8	-	-
-	-	-	Zn = 64,9	-	Cd = 111,6	-	Hg = 199,8	-

d. Sistem periodik Dimitri Ivanovich Mendeleev

Pada tahun 1869, Dimitri Ivanovich Mendeleev mengemukakan bahwa sifat-sifat unsur adalah fungsi periodik dari massa atom.

1. Unsur-unsur yang mempunyai kemiripan sifat di tempatkan dalam satu lajur vertikal yang disebut golongan.
2. Pengulangan sifat unsur menghasilkan baris yang disebut dengan periode.

Tabel 3.3. Tabel periodik Mendeleev

Periode	Gol. I - R ² O	Gol. II - RO	Gol. III - R ² O ⁴	Gol. IV RH ⁴ RO ²	Gol. V RH ⁴ R ² O ⁴	Gol. VI RH ⁴ RO ⁴	Gol. VII RH R ² O ⁷	Gol. VIII - RO ⁴
1	H = 1							
2	Li = 7	Be = 9,2	B = 11	C = 12	N = 14	O = 16	F = 19	
3	Na = 23	Mg = 24	Al = 27,3	Si = 28	P = 31	S = 32	Cl = 35,5	
4	K = 39	Ca = 40	-- 44	Ti = 48	V = 51	Cr = 52	Mn = 55	F = 56, Co = 59, Ni = 59, Cu = 63
5	(Cu = 63)	Zn = 65	-- 68	-- 72	As = 75	Se = 78	Br = 80	Ru = 104, Rh = 104, Pd = 106, Ag = 108
6	Rb = 85	Sr = 87	Yt = 88	Zr = 90	Nb = 94	Mo = 96	-- 100	
7	(Ag = 108)	Cd = 112	In = 113	Sn = 118	Sb = 122	Te = 128	J = 127	----
8	Cs = 133	Ba = 137	Di = 138	-	-	-	-	
9	(-)	-	-	-	-	-	-	Os = 195, Ir = 197 Pt = 198, Au = 199
10	-	-	Er = 178	La = 180	Ta = 182	W = 184	-	
11	(Au = 199)	Hg = 200	Tl = 204	Pb = 207	Bi = 208	-	-	
12	-	-	-	Th = 231	-	U = 240	-	----

Adapun kelebihan sistem periodik Mendeleev adalah:

1. Terdapat beberapa tempat kosong untuk unsur-unsur yang belum ditemukan. Misalnya pada ramalan Mendeleev,

terdapat unsur ramalan eka silikon (massa atom = 72) yang terletak diantara unsur silikon (Si) dan timah (Sn). Ternyata unsur yang dimaksud adalah germanium ditemukan pada tahun 1886 dengan massa atom 72,59.

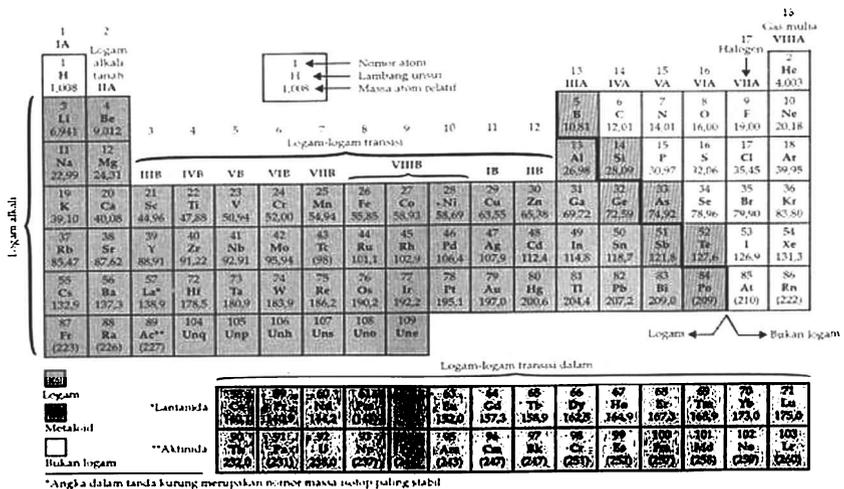
2. Data massa atom dalam sistem Mendeleev lebih akurat.
3. Penempatan unsur-unsur gas mulia yang ditemukan di tahun 1890 sampai 1900 tidak mengubah susunan sistem periodik Mendeleev.

Adapun kelemahan sistem periodik Mendeleev adalah adanya penempatan unsur-unsur yang tidak sesuai dengan kenaikan massa atom. Contoh Te dengan massa atom 128 diletakan lebih dahulu dibandingkan dengan I dengan massa atom 127.

e. Sistem periodik Modern

Sistem periodik yang dipakai sekarang adalah sistem periodik modern (sistem periodik bentuk panjang) yang disusun berdasarkan kenaikan nomor atom dan kemiripan sifat. Sistem periodik ini terbagi atas periode dan golongan.

SISTEM PERIODIK UNSUR-UNSUR



Gambar 3.2. Sistem periodik modern

Periode = nomor kulit terbesar yang dimiliki atom

Golongan = elektron valensi yang dimiliki atom

Sistem periodik modern terdiri dari 7 periode dan 8 golongan A (IA sampai VIIIA) dan 8 golongan B (IB sampai VIIIB).

- Periode 1 berisi 2 unsur
- Periode 2 berisi 8 unsur
- Periode 3 berisi 8 unsur
- Periode 4 berisi 18 unsur
- Periode 5 berisi 18 unsur
- Periode 6 berisi 32 unsur
- Periode 7 berisi 23 unsur (belum lengkap).

Hubungan periode dan golongan unsur dengan konfigurasi elektron

Unsur-unsur dengan jumlah kulit sama ditempatkan pada periode yang sama atau nomor periode = jumlah kulit. Untuk menentukan golongan, unsur-unsur dibagi menjadi tiga kelompok, yaitu unsur utama (A), unsur transisi (B), dan unsur transisi dalam.

1. Unsur utama (A)

Unsur-unsur yang pengisian elektronnya berakhir pada subkulit s (blok s) atau subkulit p (blok p). Struktur elektron valensi (elektron yang berada pada kulit terluar): $ns^x np^y$ dengan $n = \text{periode}$ dan $x + y = \text{nomor golongan}$. Perhatikan tabel berikut!

Tabel 3.4. Hubungan golongan unsur dengan konfigurasi elektron

IA	Alkali	s^1
IIA	Alkali tanah	s^2
IIIA	Boron	$s^2 p^1$
IVA	Karbon	$s^2 p^2$
VA	Nitrogen	$s^2 p^3$
VIA	Oksigen	$s^2 p^4$
VIIA	Halogen	$s^2 p^5$
VIIIA	Gas mulia	$s^2 p^6$

Perkecualian: untuk hidrogen tidak mempunyai golongan (${}_1\text{H}: 1s^1$) dan helium termasuk gas mulia (${}_2\text{He}: 1s^2$).

2. Unsur transisi (B)

Unsur-unsur yang pengisian elektronnya berakhir pada subkulit d (blok d). Struktur elektron valensi: $ns^x (n-1)d^y$. Perkecualian pada unsur-unsur yang memiliki struktur valensi berikut.

- $s + d = 9$ (Gol. VIII B)
- $s + d = 10$ (Gol. VIII B)
- $s + d = 11$ (Gol. IB)
- $s + d = 12$ (Gol. IB)

3. Unsur transisi dalam

Unsur-unsur yang pengisian elektronnya berakhir pada subkulit f (blok f). Untuk unsur-unsur golongan lantanida mempunyai konfigurasi elektron subkulit terluar: $4f^{1-14}, 5s^2 5p^6, 6s^2$. Sedangkan untuk unsur-unsur golongan aktinida mempunyai konfigurasi elektron subkulit terluar: $5f^{1-14}, 6s^2 6p^6, 7s^2$.

B. SIFAT-SIFAT PERIODIK UNSUR

a. Jari-jari atom

Jari-jari atom adalah jarak dari inti atom sampai lintasan elektron terluarnya. Besarnya jari-jari atom berdasarkan sistem periodik unsur adalah sebagai berikut:

1. Pada satu periode dari kiri ke kanan: jari-jari atom berkurang.

Hal ini disebabkan oleh muatan inti bertambah positif sedangkan elektron-elektron yang bertambah jumlahnya masih menempati kulit yang sama. Keadaan ini mengakibatkan gaya tarik menarik antara inti dengan elektron semakin kuat sehingga jari-jari atom makin kecil.

2. Pada satu golongan dari atas ke bawah: jari-jari atom bertambah.

Hal ini disebabkan oleh jumlah kulit semakin banyak walaupun muatan inti bertambah. Keadaan ini mengakibatkan gaya tarik menarik antara inti dengan elektron semakin lemah sehingga jari-jari atom bertambah besar.

b. Energi ionisasi (potensial ionisasi)

Energi ionisasi adalah energi yang diperlukan untuk melepaskan satu elektron paling luar dari suatu atom atau ion dalam fase gas. Terdapat tiga faktor yang mempengaruhi energi ionisasi, yaitu:

1. Jari-jari atom: semakin besar jari-jari atom maka energi ionisasi semakin kecil.
2. Muatan inti positif: semakin besar muatan inti, semakin besar energi ionisasi.
3. Jumlah elektron pada kulit dalam: semakin besar jumlah elektron pada kulit dalam maka energi ionisasi semakin kecil.

Besarnya energi ionisasi berdasarkan sistem periodik unsur adalah sebagai berikut:

1. Pada satu periode dari kiri ke kanan: energi ionisasi bertambah.
Hal ini disebabkan oleh muatan inti bertambah positif dan jari-jari atom semakin kecil. Keadaan ini mengakibatkan gaya tarik menarik antara inti dengan elektron kulit terluar semakin kuat sehingga energi ionisasi semakin besar.
2. Pada satu golongan dari atas ke bawah: energi ionisasi berkurang.

Hal ini disebabkan oleh semakin besarnya jari-jari atom walaupun muatan inti bertambah. Keadaan ini mengakibatkan gaya tarik menarik antara inti dengan elektron terluar semakin lemah sehingga energi ionisasi semakin kecil.

c. Afinitas elektron (AE)

Afinitas elektron adalah energi yang terlibat jika suatu atom atau ion dalam fase gas menerima satu elektron membentuk ion negatif. Energi yang terlibat dapat merupakan penyerapan energi (AE positif) atau pelepasan energi (AE negatif).

1. Penyerapan energi berarti ion negatif yang terbentuk memiliki energi lebih tinggi sehingga bersifat kurang stabil. Semakin positif harga AE suatu atom berarti atom tersebut semakin sulit menerima elektron dan membentuk ion negatif.
2. Pelepasan energi berarti ion negatif yang terbentuk memiliki energi lebih rendah sehingga bersifat lebih stabil. Semakin negatif harga AE suatu atom berarti atom tersebut

semakin mudah menerima elektron dan membentuk ion negatif.

Pada umumnya atom-atom dengan jari-jari relatif kecil akan lebih mudah menerima elektron sehingga akan membebaskan energi yang lebih besar dibandingkan dengan atom-atom yang berjari-jari lebih besar. Besarnya afinitas elektron berdasarkan sistem periodik unsur adalah sebagai berikut:

1. Pada satu periode dari kiri ke kanan: afinitas elektron cenderung bertambah.

Hal ini disebabkan oleh muatan inti bertambah positif dan jari-jari atom berkurang. Keadaan ini mengakibatkan gaya tarik inti terhadap elektron yang ditambahkan semakin kuat sehingga afinitas elektron semakin besar.

2. Pada satu golongan dari atas ke bawah: afinitas elektron cenderung berkurang.

Hal ini disebabkan oleh jumlah elektron di kulit dalam semakin banyak walaupun muatan inti bertambah besar. Keadaan ini mengakibatkan gaya tarik inti terhadap elektron yang ditambahkan semakin lemah sehingga afinitas elektron semakin berkurang.

d. Keelektronegatifan atau elektronegativitas

Keelektronegatifan adalah suatu ukuran kemampuan atom untuk menarik elektron dalam suatu ikatan kimia. Makin besar harga keelektronegatifan berarti kemampuan atom untuk menarik elektron semakin besar, demikian pula sebaliknya. Besarnya keelektronegatifan berdasarkan sistem periodik unsur adalah sebagai berikut:

1. Pada satu periode dari kiri ke kanan: keelektronegatifan bertambah.

Hal ini disebabkan oleh muatan inti bertambah positif dan jari-jari atom berkurang. Keadaan ini mengakibatkan gaya tarik inti terhadap elektron semakin kuat sehingga keelektronegatifan bertambah besar.

2. Pada satu golongan dari atas ke bawah: keelektronegatifan berkurang.

Hal ini disebabkan oleh jumlah elektron di kulit dalam semakin banyak walaupun muatan inti bertambah positif sehingga jari-jari atom bertambah besar. Keadaan ini mengakibatkan gaya tarik inti terhadap elektron semakin lemah sehingga keelektronegatifan berkurang.

e. Sifat logam

Sifat logam berhubungan dengan kemampuan atom untuk membentuk ion positif. Besarnya sifat logam berdasarkan sistem periodik unsur adalah sebagai berikut:

1. Pada satu periode dari kiri ke kanan: sifat logam berkurang.

Hal ini disebabkan oleh jari-jari atom berkurang sehingga atom makin sukar melepaskan elektron untuk membentuk ion positif.

2. Pada satu golongan dari atas ke bawah: sifat logam bertambah.

Hal ini disebabkan oleh jari-jari atom bertambah sehingga atom makin mudah melepaskan elektron untuk membentuk ion positif.

f. Sifat nonlogam

Sifat nonlogam berhubungan dengan kemampuan atom untuk membentuk ion negatif. Besarnya sifat nonlogam berdasarkan sistem periodik unsur adalah sebagai berikut:

1. Pada satu periode dari kiri ke kanan: sifat non logam bertambah.

Hal ini disebabkan oleh jari-jari atom berkurang sehingga atom makin mudah menarik elektron untuk membentuk ion negatif.

2. Pada satu golongan dari atas ke bawah: sifat non logam berkurang.

Hal ini disebabkan oleh jari-jari atom bertambah sehingga atom makin sukar menarik elektron untuk membentuk ion negatif.

CONTOH SOAL DAN PEMBAHASAN

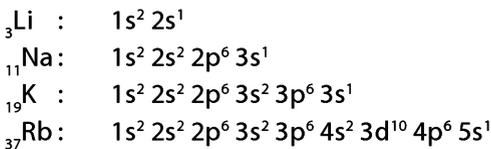
1. Tentukan golongan dan periode unsur-unsur berikut ini:
- ${}_7\text{N}$
 - ${}_{11}\text{Na}$
 - ${}_{24}\text{Cr}$
 - ${}_{58}\text{Ce}$

Pembahasan:

- ${}_7\text{N}$: $1s^2 2s^2 2p^3$
Elektron valensi di $2s^2$ dan $2p^3 = 2 + 3 = 5$, berarti golongan VA.
Periode = jumlah kulit = 2.
- ${}_{11}\text{Na}$: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$
Elektron valensi di $3s^1 = 1$, berarti golongan IA.
Periode = jumlah kulit = 3.
- ${}_{24}\text{Cr}$: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$
Elektron valensi di $3d^5$ dan $4s^1 = 5 + 1 = 6$, berarti golongan VI B.
Periode = jumlah kulit = 3.
- ${}_{58}\text{Ce}$: $[\text{Xe}] 4f^1 5d^1 6s^2$
Elektron valensi di 4f, berarti golongan lantanida.
Periode = jumlah kulit = 6.

2. Diketahui unsur-unsur: ${}_3\text{Li}$, ${}_{11}\text{Na}$, ${}_{19}\text{K}$, dan ${}_{37}\text{Rb}$. Tentukan unsur dengan:
- Jari-jari atom terpanjang
 - Energi ionisasi terbesar
 - Keelektronegatifan terbesar
 - Afinitas elektron terbesar

Pembahasan:



Oleh karena masing-masing unsur memiliki elektron valensi 1, maka unsur-unsur tersebut terletak pada golongan yang sama, yaitu IA.

- a. Unsur dengan jari-jari atom terpanjang adalah $_{37}\text{Rb}$ karena jari-jari atom makin ke bawah makin panjang.
 - b. Unsur dengan energi ionisasi terbesar adalah $_{3}\text{Li}$ karena energi ionisasi makin ke atas makin besar.
 - c. Unsur dengan keelektronegatifan terbesar adalah $_{3}\text{Li}$ karena keelektronegatifan makin ke atas makin besar.
 - d. Unsur dengan afinitas elektron terbesar adalah $_{3}\text{Li}$ karena afinitas elektron ke atas makin besar.
3. Konfigurasi elektron unsur X adalah: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^4$.
 Dalam sistem periodik, X terletak pada
- A. golongan VI A periode 4
 - B. golongan IV A periode 4
 - C. golongan VI B periode 4
 - D. golongan IV B periode 4
 - E. golongan VIIIA periode 4

Jawaban: A

Unsur X: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^4$

Golongan: $s^2 + p^4 = 6 \Rightarrow \text{VIA}$

Periode nomor kulit terbesar = 4

4. Dari beberapa unsur berikut yang mengandung:
1. 20 elektron dan 20 neutron
 2. 10 elektron dan 12 neutron
 3. 15 proton dan 16 neutron
 4. 20 neutron dan 19 proton
 5. 12 proton dan 12 neutron

Yang memiliki sifat mirip dalam sistem periodik adalah

- | | |
|------------|------------|
| A. 1 dan 2 | D. 3 dan 4 |
| B. 2 dan 3 | E. 1 dan 5 |
| C. 2 dan 4 | |

Jawaban: E

Unsur-unsur dengan sifat mirip adalah unsur-unsur dalam satu golongan. Nomor golongan tergantung pada jumlah elektron atau protonnya.

1. 20 elektron dan 20 neutron: [Ar] $4s^2$ golongan IIA
 2. 10 elektron dan 12 neutron: [He] $2s^2 2p^6$, golongan VIIIA
 3. 15 proton dan 16 neutron: [Ne] $3s^2 3p^3$, golongan VA
 4. 20 neutron dan 19 proton: [Ar] $4s^1$, golongan IA
 5. 12 proton dan 12 neutron: [Ne] $3s^2$, golongan IIA
5. Konfigurasi elektron ion L^{3+} adalah $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d$. Dalam sistem periodik, atom unsur L terletak pada ...
- A. periode 3, golongan VIA
 - B. periode 3, golongan VIIA
 - C. periode 4, golongan IVA
 - D. periode 4, golongan VIA
 - E. periode 4, golongan VIB

Jawaban: E

L^{3+} : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^3$, maka konfigurasi elektron L adalah $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$.

Dengan demikian, periode = 4 dan golongan = $s^1 + d^5 = 6$ (golongan VIB)

6. Suatu unsur mempunyai konfigurasi elektron $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^7 4s^2$ berlaku pernyataan bahwa unsur tersebut:
1. mempunyai nomor atom 27
 2. terletak pada periode keempat
 3. mempunyai tiga elektron tak berpasangan
 4. termasuk golongan alkali tanah

Jawaban: A (1, 2, 3)

Unsur dengan konfigurasi elektron: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^7 4s^2$

1. Nomor atom = $2 + 2 + 6 + 2 + 6 + 7 + 2 = 27$ (**benar**)
2. Periode = nomor kulit terbesar = 4 (**benar**)
3. Jumlah elektron tidak berpasangan = $10 - 7 = 3$ (**benar**)
4. Golongan = $s^2 + d^7 = 9$ (golongan VIII B) (**salah**)

7. Data keelektronegatifan beberapa unsur sebagai berikut:

T = 1,2; U = 4,0; X = 2,5; Y = 3,5; Z = 3,0.

Unsur yang paling mudah menarik elektron adalah

- A. T
- B. U
- C. X
- D. Y
- E. Z

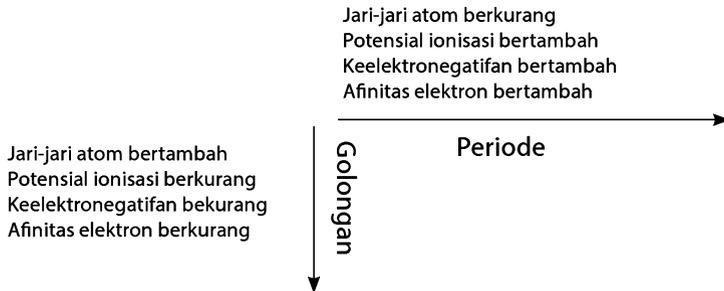
Jawaban: B

Unsur yang paling mudah menarik elektron adalah unsur dengan keelektronegatifan terbesar, yaitu U.

8. Pernyataan yang benar mengenai sifat-sifat unsur dalam satu golongan dari atas ke bawah mempunyai kecenderungan

- A. jari-jari atom berkurang
- B. keelektronegatifan bertambah
- C. afinitas elektron bertambah
- D. energi ionisasi berkurang
- E. sifat logamnya berkurang

Jawaban: D



9. Unsur dengan keelektronegatifan tinggi mempunyai konfigurasi elektron pada keadaan dasar adalah
- A. $1s^2 2s^2 2p^6$
 - B. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$
 - C. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$
 - D. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$
 - E. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$

Jawaban: C

Unsur dengan keelektronegatifan tinggi adalah unsur-unsur halogen atau golongan VIIA.

$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$; golongan = $s^2 + p^5 = VII A$

LATIHAN SOAL 3

1. Sistem pengelompokan unsur yang dikenal dengan sistem oktaf disusun oleh
 - A. Dobereiner
 - B. Newlands
 - C. Mendeleev
 - D. Meyer
 - E. Moseley
2. Mendeleev menyusun unsur-unsur dalam sistem periodik berdasarkan kenaikan
 - A. massa atom
 - B. jumlah proton
 - C. nomor atom
 - D. jumlah neutron
 - E. jumlah elektron
3. Sistem periodik yang berlaku dewasa ini disusun berdasarkan kenaikan
 - A. sifat fisika unsur
 - B. sifat kimia unsur
 - C. susunan elektron unsur
 - D. massa atom unsur
 - E. nomor atom unsur
4. Di bawah ini merupakan ciri yang ditunjukkan oleh sistem periodik unsur modern, *kecuali*
 - A. terdapat golongan unsur lantanida dan aktinida
 - B. terdapat 8 periode
 - C. terdapat golongan transisi luar dan transisi dalam
 - D. disusun berdasarkan kenaikan nomor atom
 - E. unsur transisi ditandai dengan golongan B

5. Dalam sistem periodik bentuk panjang unsur-unsur transisi terletak antara
 - A. golongan IIB dan IB
 - B. golongan IIA dan IIIB
 - C. golongan IIIA dan IVA
 - D. golongan IIA dan IIIA
 - E. golongan IVA dan IB

6. Unsur-unsur yang terletak dalam satu periode mempunyai
 - A. elektron valensi yang sama
 - B. jumlah kulit yang sama
 - C. jumlah elektron yang sama
 - D. sifat kimia yang sama
 - E. konfigurasi elektron sama

7. Unsur-unsur dalam satu golongan mempunyai
 - A. elektron valensi yang sama
 - B. jumlah kulit yang sama
 - C. sifat fisika yang sama
 - D. wujud yang sama
 - E. konfigurasi elektron sama

8. Sifat kimia unsur yang bernomor atom 3 akan sama dengan unsur yang bernomor atom
 - A. 11 dan 19
 - B. 11 dan 15
 - C. 11 dan 17
 - D. 19 dan 15
 - E. 19 dan 17

9. Atom-atom unsur tertentu mempunyai 16 elektron. Atom-atom unsur lain dengan sifat-sifat yang mirip adalah yang mempunyai jumlah elektron
 - A. 10
 - B. 24
 - C. 34
 - D. 50
 - E. 64

10. Suatu atom memiliki nomor massa 80 dan jumlah neutron 45. Unsur tersebut terletak pada
 - A. golongan IA periode 6
 - B. golongan IIA periode 6
 - C. golongan VIA periode 1
 - D. golongan VIA periode 2
 - E. golongan VIIA periode 4

11. Di antara unsur-unsur ${}_3\text{P}$, ${}_{12}\text{Q}$, ${}_{19}\text{R}$, ${}_{33}\text{S}$ dan ${}_{53}\text{T}$ yang terletak dalam satu golongan pada sistem periodik adalah

- A. P dan Q
 B. Q dan S
 C. P dan R
 D. S dan T
 E. R dan T
12. Ion X^- memiliki konfigurasi elektron $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6$. Unsur X terletak pada
 A. golongan VA periode 6
 B. golongan VIIIA periode 5
 C. golongan VIIIA periode 6
 D. golongan VIIA periode 5
 E. golongan VIIA periode 6
13. Ion Y^{2+} memiliki konfigurasi elektron $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$. Unsur Y terletak pada
 A. golongan IIA periode 3
 B. golongan IIA periode 4
 C. golongan IIIA periode 8
 D. golongan IVA periode 8
 E. golongan VIIIA periode 3
14. Suatu unsur X dalam sistem periodik terletak pada periode 3 golongan VA. Jika atom unsur X tersebut memiliki 17 neutron, maka nomor massa unsur adalah
 A. 14
 B. 28
 C. 32
 D. 48
 E. 62
15. Unsur yang sifatnya sama dengan ${}_{35}Y$ adalah unsur
 A. ${}_{17}Cl$
 B. ${}_{20}Ca$
 C. ${}_{15}P$
 D. ${}_{18}Ne$
 E. ${}_{54}Xe$
16. Di antara pernyataan berikut. Yang *bukan* sifat periodik unsur-unsur dalam satu golongan dari atas ke bawah adalah
 A. jari-jari atom semakin besar
 B. energi ionisasi semakin kecil
 C. afinitas elektron semakin kecil
 D. keelektronegatifan semakin kecil
 E. sifat logam bertambah kecil

17. Pernyataan di bawah ini yang *tidak benar* adalah
- A. dalam satu periode dari kiri ke kanan sifat nonlogam bertambah
 - B. dalam satu periode dari kiri ke kanan nomor atom bertambah
 - C. dalam satu periode dari kiri ke kanan massa atom bertambah
 - D. dalam satu golongan dari atas ke bawah sifat logam bertambah
 - E. dalam satu golongan dari atas ke bawah energi ionisasi bertambah
18. Dalam satu golongan semakin kecil nomor atom maka
- A. jari-jari atom semakin besar
 - B. energi ionisasi semakin besar
 - C. keelektronegatifan semakin kecil
 - D. sifat logam semakin besar
 - E. sifat nonlogam semakin kecil
19. Diantara sifat periodik berikut yang *benar* dalam satu golongan dari atas ke bawah adalah
- A. jari-jari atom makin pendek
 - B. elektronegativitas makin besar
 - C. energi ionisasi makin kecil
 - D. afinitas elektron makin besar
 - E. sifat logam makin berkurang
20. Jika nomor atom unsur-unsur dalam satu golongan makin kecil, maka yang bertambah besar adalah
- A. jari-jari atom
 - B. massa atom
 - C. energi ionisasi
 - D. jumlah elektron valensi
 - E. sifat logam
21. Jika jari-jari Li, Na, K, Be, dan B secara acak dalam satuan angström (Å) adalah 2,01; 1,23; 1,57; 0,80 dan 0,89, maka jari-jari atom kalium sama dengan
- A. 0,80
 - B. 0,89
 - C. 1,23
 - D. 1,57
 - E. 2,01

22. Di antara unsur-unsur Na, Mg, K, Ca, dan Rb dengan nomor atom berturut-turut 11, 12, 19, 20, dan 37 yang memiliki energi ionisasi terkecil adalah
- A. Na
B. K
C. Mg
D. Rb
E. Ca
23. Yang dimaksud dengan afinitas elektron adalah
- A. jumlah elektron pada kulit terluar
B. energi yang terlibat pada saat atom menerima elektron
C. jumlah kulit pada suatu atom
D. energi yang diperlukan untuk melepas elektron
E. jumlah elektron valensi
24. Data keelektronegatifan beberapa unsur sebagai berikut: P = 1,2; Q = 2,5; R = 3,0; S = 3,5; dan T = 4,0. Unsur yang paling mudah menarik elektron dalam suatu ikatan kimia adalah
- A. P
B. Q
C. R
D. S
E. T
25. Kecenderungan atom untuk bermuatan positif bila
- A. afinitas elektronnya besar
B. energi ionisasinya kecil
C. keelektronegatifannya besar
D. potensial ionisasinya besar
E. keelektronegatifannya sedang
26. Diantara sifat-sifat berikut yang paling selaras dengan unsur-unsur golongan IIA jika dibandingkan dengan unsur-unsur golongan IA ialah
- A. energi ionisasi lebih besar
B. jari-jari atom lebih besar
C. sifat basa lebih besar
D. reduktor lebih kuat
E. titik didih lebih rendah

27. Di antara pernyataan berikut, yang *bukan* sifat periodik unsur-unsur dalam satu golongan dari atas ke bawah adalah
- jari-jari atom semakin kecil
 - energi ionisasi semakin kecil
 - afinitas elektron semakin kecil
 - keelektronegatifan semakin kecil
 - sifat logam bertambah besar
28. Tiga unsur yang nomor atomnya berurutan mempunyai energi ionisasi 1681; 2081; dan 496 kJ/mol. Ketiga unsur berturut-turut adalah
- Ne – Na – Mg
 - F – Ne – Na
 - N – O – F
 - O – F – Ne
 - Na – Mg – Al
29. Di antara atom-atom di bawah ini yang mempunyai energi ionisasi terbesar adalah
- ${}_9\text{F}$
 - ${}_{11}\text{Na}$
 - ${}_{13}\text{Al}$
 - ${}_{17}\text{Cl}$
 - ${}_{19}\text{K}$
30. Unsur yang nomor atom 13 akan mempunyai sifat yang mirip dengan unsur yang nomor atomnya
- 15
 - 19
 - 24
 - 31
 - 35



Kimia (bahasa Arab: kimiya atau bahasa Yunani: khemeia, "perubahan benda/zat") adalah ilmu tentang komposisi, struktur, dan sifat zat atau materi.

IKATAN KIMIA

4

Ikatan kimia adalah gaya tarik-menarik yang kuat antara atom-atom tertentu bergabung membentuk molekul atau gabungan ion-ion sehingga keadaannya menjadi lebih stabil. Sifat-sifat senyawa dapat ditentukan dengan ikatan kimia yang membentuk senyawa tersebut.

A. KONFIGURASI ELEKTRON STABIL

Konfigurasi elektron merupakan penataan/penyusunan elektron-elektron dari suatu atom menurut urutan tingkat energi tertentu. Contoh: karbon ($Z = 6$) berkonfigurasi elektron 2 4, oksigen ($Z = 8$) berkonfigurasi elektron 2 6, natrium ($Z = 11$) berkonfigurasi elektron 2 8 1, dan klor ($Z = 17$) berkonfigurasi elektron 2 8 7.

Dalam pengonfigurasian elektron terdapat sekelompok unsur tertentu yang memiliki konfigurasi elektron yang stabil, yaitu golongan VIIIA (gas mulia). Unsur-unsur tersebut meliputi:

Helium (He, $Z = 2$)	:	2						
Neon (Ne, $Z = 10$)	:	2	8					
Argon (Ar, $Z = 18$)	:	2	8	8				
Kripton (Kr, $Z = 36$)	:	2	8	18	8			
Ksenon (Xe, $Z = 54$)	:	2	8	18	18	8		
Radon (Rn, $Z = 86$)	:	2	8	18	32	18	8	

Pada tahun 1916, dua orang Amerika Gilbert Newton Lewis dan Albrecht Kossel menyatakan bahwa bila unsur-unsur gas mulia tersebut sukar bersenyawa dengan unsur lain terdapat keunikan dalam konfigurasi elektronnya. Dengan demikian, atom-atom lain akan bergabung satu sama lain sedemikian rupa sehingga terbentuk konfigurasi elektron seperti gas mulia.

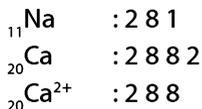
Kossel menyatakan bahwa atom-atom dikatakan stabil jika konfigurasi elektronnya sama dengan konfigurasi gas mulia (aturan duplet atau oktet). Menurut kaidah oktet, atom-atom ingin memiliki delapan elektron pada kulit terluarnya, kecuali ${}_1\text{H}$, ${}_2\text{He}$, ${}_3\text{Li}$, dan ${}_4\text{Be}$, hanya ingin memiliki dua elektron pada kulit terluarnya. Sejalan dengan Kossel, Lewis berhasil mengembangkan kaidah oktet bahwa atom-atom cenderung akan memiliki delapan elektron di kulit terluarnya.

B. IKATAN ANTARATOM

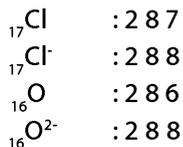
a. Ikatan ion/elektron

Ikatan ion terbentuk melalui gaya tarik-menarik elektrostatik antara ion positif (kation) dan ion negatif (anion).

1. Kation terbentuk jika suatu atom melepaskan elektron. Perhatikan contoh-contoh berikut:



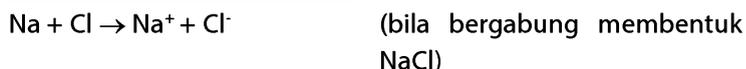
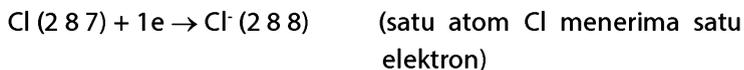
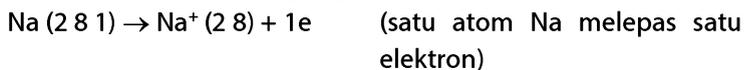
2. Anion terbentuk jika suatu atom menerima elektron. Perhatikan beberapa contoh berikut:



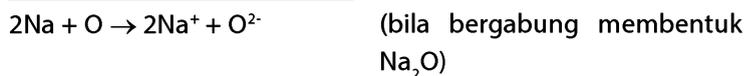
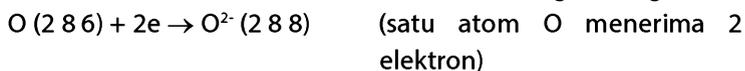
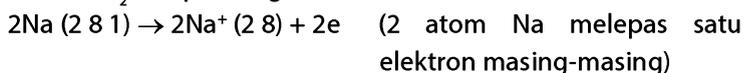
Apabila diperhatikan, baik kation maupun anion memiliki 8 elektron di kulit terluar (kaidah oktet) seperti dinyatakan oleh Lewis.

Berikut ini adalah contoh pembentukan ikatan dari kation dan anion di atas:

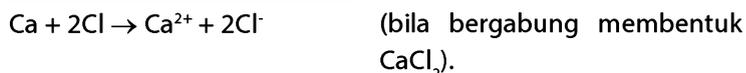
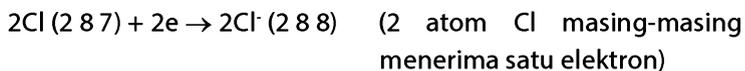
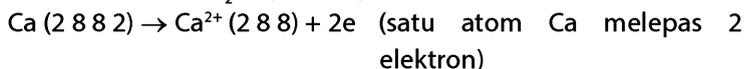
1. Jika ion Na^+ berikatan dengan ion Cl^- , maka terbentuk satuan rumus NaCl , Seperti yang digambarkan berikut:



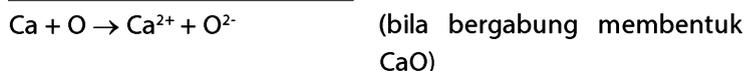
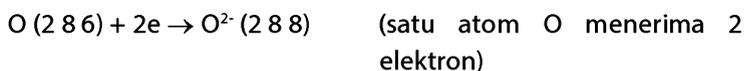
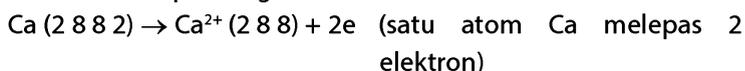
2. Jika ion Na^+ berikatan dengan ion O^{2-} , maka terbentuk satuan rumus Na_2O , seperti digambarkan berikut:



3. Jika ion Ca^{2+} berikatan dengan dengan ion Cl^- , maka terbentuk satuan rumus CaCl_2 , seperti digambarkan berikut:



4. Jika ion Ca^{2+} berikatan dengan ion O^{2-} , maka terbentuk satuan rumus CaO , seperti digambarkan berikut:



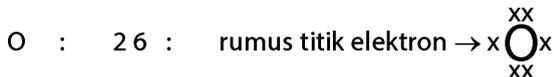
Berdasarkan contoh-contoh tersebut disimpulkan bahwa pada pembentukan ikatan ion terjadi perpindahan elektron antara atom-

atom yang berikatan. Atom yang melepaskan elektron berasal dari *unsur logam* dan atom yang menerima elektron berasal dari *unsur nonlogam*.

b. Ikatan kovalen

Ikatan kovalen terjadi karena pemakaian bersama pasangan elektron. Setiap atom berusaha untuk saling memasangkan elektron sehingga terbentuk konfigurasi elektron seperti gas mulia. Elektron yang terlibat pada pembentukan ikatan kovalen adalah elektron pada kulit terluar. Perhatikan beberapa contoh berikut:

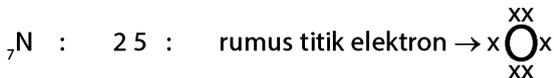
1. Pembentukan molekul H₂O



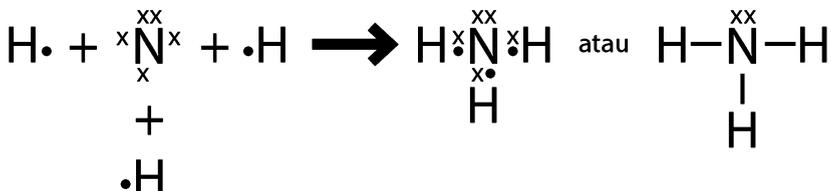
Jika kedua atom bergabung, maka 2 atom hidrogen berikatan kovalen dengan satu atom oksigen.



2. Pembentukan molekul NH₃



Jika kedua atom bergabung, maka 3 atom hidrogen berikatan kovalen dengan satu atom nitrogen.



Dari contoh-contoh tersebut disimpulkan bahwa ikatan kovalen terjadi antara unsur-unsur nonlogam.

Ikatan kovalen dapat dibedakan menjadi tiga, yaitu:

1. Ikatan kovalen polar

Ikatan kovalen polar terbentuk jika pasangan elektron ikat (PEI) tertarik ke salah satu atom yang memiliki keelektronegatifan lebih kuat.

Contoh: HCl , H_2O , NH_3 , dan PCl_3 . Ciri-ciri ikatan kovalen polar:

- Heteroatomik
- Terdapat perbedaan keelektronegatifan
- Momen dipol > 0
- Dispersi elektron tidak simetris
- Terdapat pasangan elektron bebas (PEB) di atom pusat

2. Ikatan kovalen nonpolar

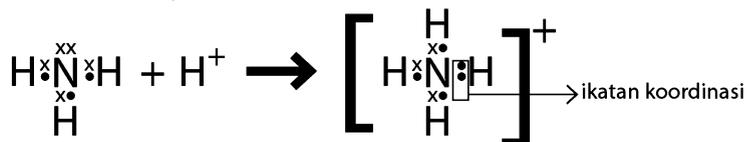
Ikatan kovalen nonpolar terbentuk jika PEI tertarik sama kuat ke semua atom. Contoh: H_2 , Br_2 , N_2 , dan O_2 . Ciri-ciri ikatan kovalen nonpolar:

- Homoatomik
- Momen dipol = 0
- Dispersi elektron simetris
- Tidak terdapat pasangan elektron bebas (PEB) di atom pusat

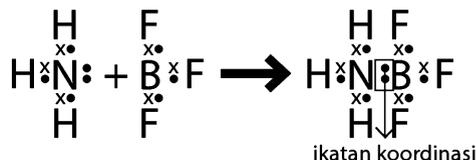
3. Ikatan kovalen koordinasi

Ikatan kovalen koordinasi terbentuk jika hanya satu atom saja yang menyumbangkan pasangan elektron. Contoh:

- Bila molekul NH_3 berikatan dengan H^+ (tidak berelektron) maka terbentuk NH_4^+ , yang digambarkan sebagai berikut:



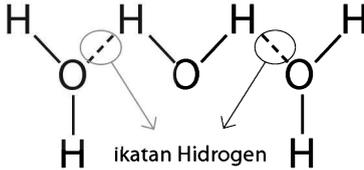
- Bila molekul NH_3 bergabung dengan molekul BF_3 terbentuk BF_3NH_3 melalui satu buah ikatan kovalen koordinasi antara atom B dan atom N.



c. Ikatan Antarmolekul

1. Ikatan hidrogen

Ikatan hidrogen adalah ikatan antarmolekul pada atom H yang berikatan dengan atom yang sangat elektronegatif (F, O, N). Contohnya: HF, NH₃, H₂O, dan CH₃COOH.



2. Ikatan van der Waals

Ikatan van der Waals adalah ikatan yang terjadi karena adanya gaya tarik-menarik antarmolekul yang sangat lemah. Gaya ini terbagi menjadi tiga jenis, yaitu:

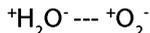
- Gaya tarik dipol-dipol

Gaya ini terjadi antar molekul pada senyawa polar. Contoh:



- Gaya tarik dipol permanen-dipol terimbas

Gaya yang terjadi antarmolekul, antara senyawa polar dan nonpolar akibat dari molekul polar menginduksi molekul nonpolar sehingga membentuk molekul terimbas. Contoh:



- Gaya tarik dipol sesaat-dipol sesaat (Gaya London)

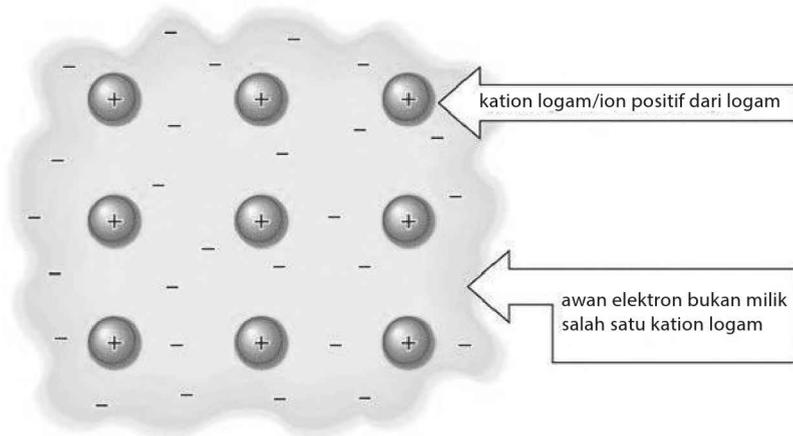
Gaya yang terjadi antar molekul pada senyawa nonpolar atau antar atom gas mulia akibat dari dispersi elektron yang tidak merata dan tidak permanen. Contoh:



3. Ikatan logam

Ikatan logam terjadi dari interaksi antara ion-ion positif dengan elektron-elektron yang bergerak bebas dalam suatu unsur logam. Hal ini terjadi karena logam tersusun atas atom-atom logam yang berkumpul dalam jarak yang sangat dekat (rapat) dan membentuk suatu kristal yang kompak. Dalam kristal ini setiap atom logam dikelilingi oleh delapan atau dua belas atom logam lainnya.

Selain itu, karena jarak antar atom logam sangat dekat, maka terjadi pertumpangtindihan orbital-orbital kosong, sehingga orbital-orbital kosong ini pada akhirnya menjadi milik seluruh atom. Dengan adanya pertumpangtindihan orbital-orbital kosong menyebabkan setiap elektron dari atom logam dengan bebas bergerak dan berpindah tempat dari orbital satu ke orbital lainnya. Hal ini digambarkan sebagai berikut:



Gambar 4.1. Penggambaran ikatan logam

sumber kimia.upi.edu

Oleh karena adanya elektron dari atom logam bebas bergerak dan berpindah, maka atom-atom logam tersebut kehilangan elektron valensinya dan berubah menjadi ion-ion positif. Dengan demikian, ion-ion positif tersebut berada di tengah-tengah lautan elektron yang bergerak bebas sehingga timbul gaya tarik menarik antara ion-ion positif dengan elektron-elektron tersebut. Interaksi inilah yang dinamakan ikatan logam.

Dengan adanya ikatan logam, maka logam memiliki sifat-sifat berikut:

- Mengilap
- Sebagai penghantar panas dan listrik yang baik
- Dapat ditempa membentuk lembaran
- Dapat ditarik memanjang membentuk kawat

d. Hubungan Ikatan Kimia dengan Titik Didid

1. Semakin besar M_r senyawa kovalen, gaya van der Waals semakin kuat, sehingga titik didid semakin tinggi.
2. Semakin kuat ikatannya, semakin tinggi titik dididnya.
Ikatan antaratom: ikatan ion > kovalen polar > kovalen nonpolar
Ikatan antarmolekul: ikatan hidrogen > dipol-dipol > dipol permanen–dipol terimbas > gaya London.

e. Dentuk Geometri Molekul

1. Teori VSEPR

Pada tahun 1970 Ronald G. Gillespie mengajukan teori VSEPR (*dibaca Vesper*) (*Valence Shell Electron Pair Repulsion*) yaitu pasangan-pasangan elektron yang semuanya bermuatan negatif akan berusaha saling menjauh sehingga tolak-menolak antar-pasangan-pasangan menjadi minimum.

Peramalan geometri molekul berdasarkan teori VSEPR adalah sebagai berikut:

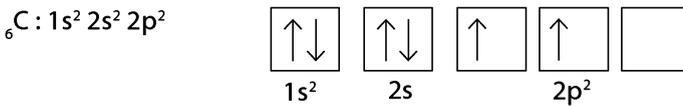
Tabel 4.1. Bentuk molekul

Pasangan Elektron Atom Pusat (PE)	Pasangan Elektron Ikat (PEI)	Pasangan Elektron Bebas (PEB)	Bentuk Molekul	Contoh
2	2	0	Linear	BeCl_2
3	3	0	Segitiga sama sisi	BCl_3
4	4	0	Tetrahedral	CH_4
4	3	1	Segitiga piramida	NH_3
4	2	2	Planar V	H_2O
5	5	0	Segitiga bipiramida	PCl_5
5	4	1	Tetrahedral asimetris	SF_4
5	3	2	Planar T	IF_3
5	2	3	Linear	XeF_2
6	6	0	Oktahedral	SF_6
6	5	1	Segilima piramida	IF_5
6	4	2	Segiempat datar	XeF_4
7	7	0	Dekahedral	IF_7

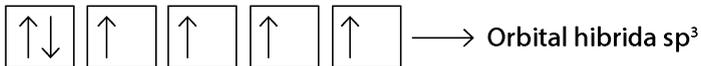
2. Hibridisasi

Hibridisasi adalah proses pembentukan orbital karena adanya gabungan (peleburan) dua atau lebih orbital atom dalam suatu satuan atom. Contoh senyawa yang mengalami hibridisasi adalah CH_4 .

Perhatikan konfigurasi elektron berikut.



Peristiwa hibridisasi mengubah konfigurasi elektron karbon menjadi:



Hibridisasi terjadi pada atom karbon karena keempat elektron valensinya harus merupakan elektron tunggal pada tingkat energi yang sama untuk membentuk 4 ikatan C–H. Dengan demikian, tempat-tempat kosong pada orbital hibrida sp^3 akan diisi elektron dari hidrogen.

Beberapa kemungkinan dari hibridisasi dan bentuk geometri hibridanya adalah sebagai berikut.

Tabel 4.2. Orbital hibridisasi dan bentuk molekul

Orbital hibrida	Jumlah ikatan	Bentuk geometri
sp	2	Linear
sp^2	3	Segitiga datar sama sisi
sp^3	4	Tetrahedral
sp^2d	5	Persegi datar
sp^3d	6	Segitiga bipiramida
sp^3d^2	7	Oktahedral

CONTOH SOAL DAN PEMBAHASAN

1. Perhatikan data hasil percobaan berikut ini:

No	Sifat fisik	Zat A	Zat B
1	Wujud zat	Padat	Padat
2	Kelarutan dalam air	Larut	Tidak larut
3	Daya hantar listrik larutan	Konduktor	Isolator
4	Titik leleh dan titik didih	Tinggi	Rendah

Berdasarkan data tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa jenis ikatan yang terdapat pada zat A dan zat B berturut-turut adalah

- A. ionik dan kovalen polar
- B. kovalen polar dan ionik
- C. ionik dan kovalen nonpolar
- D. kovalen koordinasi dan logam
- E. hidrogen dan kovalen

Jawaban: C

Ciri senyawa ionik:

- 1. Berwujud padat
- 2. Melarut dalam air
- 3. Menghantarkan arus listrik dalam lelehan dan larutannya
- 4. Mempunyai titik leleh dan titik didih tinggi

Ciri senyawa kovalen polar:

- 1. Dapat berwujud padat, cair, dan gas
- 2. Melarut dalam air
- 3. Menghantarkan arus listrik hanya dalam larutannya
- 4. Mempunyai titik leleh dan titik didih rendah

Ciri senyawa kovalen nonpolar:

- 1. Dapat berwujud padat, cair, dan gas
- 2. Tidak melarut dalam air
- 3. Tidak dapat menghantarkan arus listrik
- 4. Mempunyai titik leleh dan titik didih rendah

2. Beberapa unsur dengan nomor atom masing-masing: K = 8, L = 9, M = 11, N = 16, O = 19. Pasangan yang dapat membentuk senyawa dengan ikatan ion adalah
- A. K dengan M
B. M dengan O
C. K dengan L
D. K dengan N
E. L dengan N

Jawaban: A

Senyawa berikatan ion terbentuk antara unsur logam dengan non logam

${}_8\text{K}$: $[\text{He}] 2s^2 2p^4$ golongan VIA \Rightarrow non logam

${}_9\text{L}$: $[\text{He}] 2s^2 2p^5$ golongan VIIA \Rightarrow non logam

${}_{11}\text{M}$: $[\text{Ne}] 3s^1$ golongan IA \Rightarrow logam

${}_{16}\text{N}$: $[\text{Ne}] 3s^2 3p^4$ golongan VIA \Rightarrow non logam

${}_{19}\text{O}$: $[\text{Ar}] 4s^1$ golongan IA \Rightarrow logam

Senyawa yang berikatan ion adalah K dengan M

3. Suatu senyawa dengan rumus molekul XY. Jika konfigurasi elektron atom X: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$ dan konfigurasi elektron atom Y: $1s^2 2s^2 2p^4$, maka XY mempunyai ikatan
- A. kovalen polar
B. kovalen non polar
C. kovalen koordinasi
D. elektrovalen
E. logam

Jawaban: D

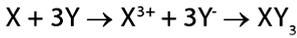
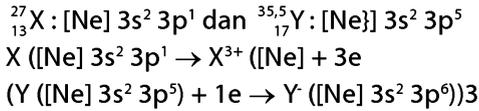
X: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$; golongan IIA \Rightarrow logam

Y: $1s^2 2s^2 2p^4$; golongan VIA \Rightarrow non logam

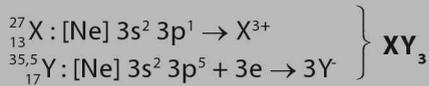
Senyawa XY berikatan ion (elektrovalen)

4. Dua buah unsur memiliki notasi ${}_{13}^{27}\text{X}$ dan ${}_{17}^{35,5}\text{Y}$. Bila kedua unsur tersebut berikatan, maka rumus senyawa yang dihasilkan adalah
- A. XY_2
B. XY_3
C. X_2Y
D. X_2Y_3
E. X_2Y

Jawaban: B



SOLUSI SMART:

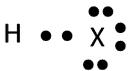


5. Sebuah atom netral X mempunyai konfigurasi elektron sebagai berikut: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$. Jika unsur tersebut membentuk hidrida, maka senyawa yang terbentuk kemungkinan adalah
- A. ionik dengan rumus XH_2 D. kovalen dengan rumus XH
B. ionik dengan rumus XH E. kovalen dengan rumus XH_3
C. kovalen dengan rumus XH_2

Jawaban: D

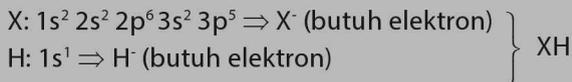
X: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$; golongan VIIA \Rightarrow non logam

H: $1s^1 \Rightarrow$ non logam



Senyawa hidridanya adalah XH

SOLUSI SMART :



6. Pasangan senyawa berikut yang merupakan pasangan senyawa yang memiliki ikatan kovalen adalah

- A. KCl dan HCl
B. H₂S dan Na₂S
C. PCl₃ dan FeCl₃
D. CH₄ dan NH₃
E. H₂O dan Na₂O

Jawaban: D

Senyawa berikatan kovalen terbentuk antara unsur non logam dengan non logam. Jawaban adalah pasangan CH₄ dan NH₃.

7. Ramalkan bentuk molekul dari SF₄!

Pembahasan:

Dalam molekul tersebut terdapat satu atom S dan empat atom F.

₁₆S : [Ne] 3s² 3p⁴ memiliki 6 elektron valensi

₉F : [He] 2s² 2p⁵ memiliki 7 elektron valensi

$$\square \quad PE = \frac{(1 \times 6) + (4 \times 7)}{2} = 17.$$

$$\square \quad PEI = 5 - 1 = 4.$$

$$\square \quad PEP = 17 - (3 \times 4) = 5$$

$$\square \quad PEB = 5 - 4 = 1.$$

Dengan demikian molekul SF₄ memiliki empat PEI dan satu PEB sehingga bentuk molekul tersebut adalah tetrahedral tidak teratur.

LATIHAN SOAL 4

1. Ion yang susunan elektronnya stabil adalah (Nomor atom F = 9, Mg = 12, Al = 13, O = 16, dan Cl = 17)
 - A. F^{2-}
 - B. O^-
 - C. Mg^{2+}
 - D. Cl^{2+}
 - E. Al^+
2. Ikatan elektrovalen mudah terjadi antara atom-atom yang
 - A. perbedaan jari-jarinya besar
 - B. perbedaan massa atom besar
 - C. perbedaan keelektronegatifannya besar
 - D. perbedaan nomor atomnya besar
 - E. perbedaan kereaktifannya besar
3. Ikatan ion pada senyawa KCl dapat terjadi karena
 - A. atom K dan Cl masing-masing melepaskan satu elektron
 - B. atom K dan Cl masing-masing menangkap satu elektron
 - C. atom K dan Cl masing-masing menggunakan satu pasangan elektron
 - D. atom K melepaskan satu elektron, atom Cl menangkap satu elektron
 - E. atom K menangkap satu elektron, atom Cl melepaskan satu elektron
4. Ikatan yang terjadi antara unsur-unsur yang bernomor atom 37 dan 53 adalah

- A. kovalen
B. ion
C. koordinasi
- D. logam
E. homopolar
5. Unsur X mempunyai tiga buah elektron valensi dan unsur Y mempunyai enam elektron valensi. Senyawa yang dapat dibentuk antara X dan Y adalah
- A. XY_2
B. X_3Y
C. X_2Y
- D. X_3Y_2
E. X_2Y_3
6. Unsur A (nomor atom = 11) dan unsur B (nomor atom = 16) dapat membentuk senyawa dengan rumus kimia dan jenis ikatan
- A. AB, ionik
B. AB, kovalen
C. A_2B , ionik
- D. A_2B , kovalen
E. AB_2 , ionik
7. Unsur P dan Q masing-masing bernomor atom 14 dan 17, keduanya bila berikatan membentuk senyawa
- A. ionik PQ_4
B. ionik P_4Q
C. kovalen PQ_4
- D. ionik P_4Q
E. kovalen PQ
8. Unsur X (nomor atom = 37) dan Y (nomor atom = 16) dapat membentuk
- A. ikatan ion X_2Y
B. ikatan ion X_3Y
C. ikatan kovalen X_2Y_3
- D. ikatan kovalen X_3Y_2
E. ikatan kovalen X_2Y
9. Senyawa-senyawa yang paling bersifat ionik terbentuk antara unsur-unsur golongan
- A. IA dan VIIA
B. IVA dan VIIIA
C. IIA dan VIA
- D. IIIA dan VA
E. VIA dan VIIA
10. Atom unsur A mempunyai nomor atom 11 akan membentuk senyawa melalui ikatan ion dengan persentase ionik terbesar dengan atom

- | | |
|----------------------|----------------------|
| A. ${}_3\text{P}$ | D. ${}_9\text{S}$ |
| B. ${}_{17}\text{R}$ | E. ${}_{23}\text{T}$ |
| C. ${}_{10}\text{Q}$ | |

11. Di bawah ini merupakan sifat senyawa yang berikatan ionik, *kecuali*
- dalam bentuk kristalnya tidak menghantarkan arus listrik
 - titik didih dan titik lelehnya tinggi
 - dalam bentuk larutannya tidak menghantarkan arus listrik
 - mudah larut dalam air
 - sukar larut dalam pelarut organik
12. Ikatan kovalen terdapat dalam pasangan senyawa
- | | |
|----------------------------------|---|
| A. NaCl dan H_2O | D. K_2S dan BaCl_2 |
| B. NH_3 dan HCl | E. MgS dan Cl_2 |
| C. MgO dan CO_2 | |
13. Pada molekul O_2 jumlah pasangan elektron yang digunakan bersama adalah
- | | |
|---------|----------|
| A. satu | D. empat |
| B. dua | E. lima |
| C. tiga | |
14. Di antara senyawa-senyawa berikut yang tidak berikatan ion adalah
- | | |
|---------|-------------------|
| A. NaOH | D. CaO |
| B. KCl | E. CaH_2 |
| C. HCHO | |
15. Diketahui nomor atom: H = 1; B = 5; C = 6; N = 7; P = 15 dan Cl = 17, maka molekul yang atom pusatnya tidak mengikuti kaidah oktet adalah
- | | |
|-------------------------|-------------------|
| A. H_2O | D. BCl_3 |
| B. NH_3 | E. PH_3 |
| C. CCl_4 | |
16. Di antara spesi-spesi berikut yang memiliki pasangan elektron bebas di atom pusatnya adalah

- | | |
|-------------------|-------------------------|
| A. CCl_4 | D. H_2O |
| B. CH_4 | E. PCl_5 |
| C. SF_6 | |

17. Molekul AB_3 bersifat polar dan memenuhi kaidah oktet, maka
- atom pusat A tidak mempunyai satu pasang elektron bebas
 - atom pusat A mempunyai satu pasang elektron bebas
 - atom pusat A mempunyai dua pasang elektron bebas
 - atom pusat A mempunyai tiga pasang elektron bebas
 - atom pusat A mempunyai empat pasang elektron bebas
18. Atom X mempunyai susunan elektron 2 8 2. Senyawa yang mungkin dibentuk oleh atom ini adalah
- | | |
|-------------------|--------------------------------|
| A. HX_2 | D. $\text{X}_2(\text{PO}_4)_3$ |
| B. XCl_2 | E. X_2SO_4 |
| C. CaX | |
19. Dalam molekul asam sulfat terdapat
- hanya ikatan kovalen
 - ikatan kovalen dan ikatan ion
 - ikatan kovalen dan ikatan koordinasi
 - ikatan kovalen, ikatan ion, dan ikatan koordinasi
 - hanya ikatan ion
20. Jenis ikatan yang terdapat pada $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ adalah
- elektrovalen dan kovalen
 - elektrovalen dan koordinasi
 - elektrovalen, kovalen, dan koordinasi
 - kovalen dan koordinasi
 - hanya elektrovalen
21. Di antara molekul berikut yang memiliki ikatan ionik dan kovalen adalah
- | | |
|---------------------------|-------------------------|
| A. CaCl_2 | D. H_2O |
| B. CCl_4 | E. KCl |
| C. NH_4Cl | |

22. Unsur-unsur ${}_{5}\text{B}$, ${}_{7}\text{N}$, ${}_{9}\text{F}$, dan ${}_{1}\text{H}$ membentuk senyawa NH_3BF_3 . Ikatan yang terdapat dalam molekul tersebut adalah
- ikatan ion dan ikatan kovalen
 - ikatan kovalen tunggal dan rangkap dua
 - ikatan kovalen tunggal dan rangkap tiga
 - ikatan kovalen tunggal dan kovalen koordinasi
 - ikatan kovalen rangkap dua dan koordinasi
23. Di antara molekul berikut yang momen dipolnya sama dengan nol adalah
- H_2O
 - NH_3
 - CO_2
 - SO_2
 - H_2S
24. Di antara molekul berikut yang momen dipolnya *tidak sama* dengan nol adalah
- CH_4
 - CCl_4
 - BF_3
 - CO_2
 - H_2S
25. Di antara molekul berikut yang bersifat polar adalah
- CO_2
 - CCl_4
 - CHCl_3
 - SF_6
 - PCl_5
26. Berdasarkan sifat periodik unsur-unsur halogen. HF diharapkan mempunyai titik didih paling rendah dibandingkan dengan HI, HCl, dan HBr. Tetapi, kenyataannya HF mempunyai titik didih paling tinggi. Hal ini disebabkan HF mempunyai ikatan
- ion
 - hidrogen
 - kovalen
 - van der Waals
 - kovalen-ion
27. Berikut ini merupakan sifat logam yang berkaitan dengan ikatan yang terjadi pada logam, yaitu

- A. daya hantar listrik dan panas dari logam sangat baik
 - B. massa jenis logam sangat besar dan keras
 - C. logam mudah melepaskan elektron valensinya
 - D. mudah membentuk ikatan ion dengan unsur bukan logam
 - E. titik didih dan titik lebur logam rendah
28. Jumlah pasangan terikat atom pusat suatu molekul senyawa = 3, sedangkan pasangan elektron bebasnya = 0, maka bentuk molekulnya
- A. oktahedral
 - B. segitiga sama sisi
 - C. tetrahedral
 - D. segitiga bipiramida
 - E. linear
29. Nomor atom P adalah 15, sedangkan Br adalah 35. Bentuk molekul PBr_5 adalah
- A. tetrahedral
 - B. segitiga sama sisi
 - C. trigonal bipiramida
 - D. trigonal piramida
 - E. bujur sangkar
30. Suatu senyawa mempunyai bentuk molekul oktahedral maka senyawa tersebut akan mempunyai orbital hibrida
- A. sp
 - B. sp^2
 - C. sp^3
 - D. sp^3d
 - E. sp^3d^2



Kimia (bahasa Arab: kimiya atau bahasa Yunani: khemeia, "perubahan benda/zat") adalah ilmu tentang komposisi, struktur, dan sifat zat atau materi.

TATA NAMA SENYAWA DAN PERSAMAAN REAKSI

5

A. TATA NAMA SENYAWA

Jons Jacob Berzelius (1779 – 1848) adalah orang yang menggagas penulisan rumus kimia unsur secara sistematis. Ketentuan-ketentuan penulisan rumus kimia unsur adalah:

- Lambang atom diambil dari huruf pertama atau dua huruf pertama dari nama unsur yang bersangkutan dalam bahasa latin.
- Unsur-unsur yang memiliki nama dengan huruf pertama yang sama, simbolnya dibedakan oleh huruf keduanya.
- Lambang atom ditulis dengan huruf kapital, kecuali bila terdiri dari dua huruf maka huruf pertama ditulis dengan huruf kapital dan huruf kedua dengan huruf kecil.

Perhatikan beberapa contoh penulisan lambang unsur berdasarkan ketentuan-ketentuan di atas.

Tabel 5.1. Beberapa contoh penulisan lambang unsur.

Nama unsur (Nama Latin)	Nama unsur (Nama Indonesia)	Lambang atom
Aluminium	Aluminium	Al
Barium	Barium	Ba
Carbonium	Karbon	C
Calsium	Kalsium	Ca
Cuprum	Tembaga	Cu

Ferrum	Besi	Fe
Helium	Helium	He
Iodium	Iodium	I
Kalium	Kalium	K

Rumus kimia suatu zat dapat berupa:

a. Rumus molekul

Rumus molekul adalah rumus yang menyatakan jenis dan jumlah atom yang membentuk molekul senyawa. Rumus molekul dibedakan menjadi rumus molekul unsur dan rumus molekul senyawa.

1. Rumus molekul unsur adalah rumus yang menyatakan gabungan atom-atom sama yang membentuk molekul.

Contoh:

- Molekul diatomik: H_2 , Cl_2 , dan N_2
- Molekul poliatomik: O_3 , P_4 dan S_8 .

2. Rumus molekul senyawa adalah rumus yang menyatakan gabungan atom-atom yang berbeda yang membentuk molekul. Contoh: H_2O , CO_2 , dan NH_3 .

b. Rumus empiris

Rumus empiris adalah rumus yang menyatakan perbandingan yang paling sederhana dari jumlah atom penyusun suatu molekul. Contoh:

1. Perbandingan jumlah atom H dan O dalam $H_2O = 2 : 1$. Perbandingan ini sudah merupakan perbandingan yang paling sederhana sehingga untuk senyawa H_2O rumus empiris sama dengan rumus molekulnya, yaitu H_2O .
2. Perbandingan jumlah atom C dan H dalam $C_2H_4 = 2 : 4 = 1 : 2$. Jadi rumus empirisnya adalah CH_2 .
3. Perbandingan jumlah atom C, H, dan O dalam $C_6H_{12}O_6 = 6 : 12 : 6 = 1 : 2 : 1$. Jadi rumus empirisnya adalah CH_2O .

Tata nama senyawa dapat dikelompokkan sebagai berikut!

a. Tata nama senyawa biner dari atom nonlogam-nonlogam

Senyawa biner adalah senyawa yang terdiri dari dua atom yang berbeda. Untuk atom-atom nonlogam pemberian nama dilakukan

berdasarkan urutan nonlogam berikut: B – Si – C – Sb – As – P – N – H – Te – Se – S – I – Br – Cl – O – F; kemudian ditambah akhiran *-ida*.
Contoh: HBr = hidrogen bromida dan H₂S = hidrogen sulfida

Jika pasangan unsur yang bersenyawa membentuk lebih dari sejenis senyawa, maka senyawa-senyawa tersebut dibedakan dengan menyebutkan angka indeks dalam bahasa Yunani:

1 = mono; 2 = di; 3 = tri; 4 = tetra; 5 = penta;
6 = heksa; 7 = hepta; 8 = okta; 9 = nona; 10 = deka.

Contoh: CO = karbon monoksida
CO₂ = karbon dioksida
NO = nitrogen monoksida
NO₂ = nitrogen dioksida
N₂O₃ = dinitrogen trioksida
N₂O₅ = dinitrogen pentaoksida

Catatan: awalan mono tidak berlaku untuk atom yang berada di awal rumus kimia senyawa.

Senyawa-senyawa yang sudah umum dikenal, seperti air (H₂O) dan amoniak (NH₃) tidak perlu diganti menjadi dihidrogen monoksida dan nitrogen trihidrida.

b. Tata nama senyawa biner dari atom logam dan nonlogam

Nama atom logam disebut lebih dahulu, diikuti dengan nama atom nonlogam dan ditambah akhiran *-ida*.

Contoh: KCl = kalium klorida dan MgO = magnesium oksida

Bila sebuah atom logam dapat membentuk lebih dari satu senyawa, maka untuk membedakannya muatan ion logam harus dituliskan.

Contoh: FeS = besi (II) sulfida
Fe₂S₃ = besi (III) sulfida
CuI = tembaga (I) iodida
CuI₂ = tembaga (II) iodida

c. Tata nama senyawa dari ion logam dan ion poliatom

Ion-ion poliatom adalah ion-ion yang tersusun oleh lebih dari satu jenis atom. Beberapa contoh ion poliatom ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 5.2. Beberapa contoh ion poliatom

Nama ion	Rumus ion	Nama ion	Rumus ion
Hidroksida	OH^-	Nitrat	NO_3^-
Hipoklorit	ClO^-	Perklorat	ClO_4^-
Karbonat	CO_3^{2-}	Fosfit	PO_3^{3-}
Klorit	ClO_2^-	Fosfat	PO_4^{3-}
Klorat	ClO_3^-	Sulfit	SO_3^{2-}
Nitrit	NO_2^-	Sulfat	SO_4^{2-}

Rumus senyawa ion merupakan gabungan dari ion positif dan ion negatif. Dengan aturan *jumlah muatan ion positif sama dengan jumlah muatan ion negatif*. Contoh:

$\text{K}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{KOH}$; kalium hidroksida

$\text{Ca}^{2+} + 2\text{ClO}^- \rightarrow \text{Ca}(\text{ClO})_2$; kalsium hipoklorit

$\text{Al}^{3+} + 3\text{NO}_3^- \rightarrow \text{Al}(\text{NO}_3)_3$; aluminium nitrat

d. Tata nama Oksida

Oksida adalah persenyawaan antara suatu atom dengan oksigen. Berdasarkan jenis atom yang bersenyawa, maka oksida dibedakan menjadi oksida logam dan oksida nonlogam.

1. Oksida Logam

Oksida logam adalah oksida yang terbentuk dari atom-atom logam.

Nama atom logam + (biloks logam dalam bil. Romawi) + oksida

Contoh: Na_2O = natrium(I) oksida atau natrium oksida

Al_2O_3 = aluminium(III) oksida atau aluminium oksida

FeO = besi(II) oksida

Fe_2O_3 = besi(III) oksida

2. Oksida Nonlogam

Oksida nonlogam adalah oksida yang terbentuk dari atom-atom nonlogam. Tata nama oksida nonlogam hampir sama dengan tata nama oksida logam, yaitu dengan menyebutkan

nama atom nonlogam, diikuti dengan bilangan oksidasi atom nonlogam dengan bilangan Romawi, dan diakhiri dengan akhiran oksida.

Nama atom nonlogam + (biloks nonlogam dalam bil. Romawi) + oksida

Contoh: NO = nitrogen(I) oksida

N_2O = nitrogen(II) oksida

NO_2 = nitrogen(IV) oksida

N_2O_5 = nitrogen(V) oksida

e. Tata nama Asam dan Basa

1. Asam

Asam adalah senyawa hidrogen yang dapat menghasilkan ion H^+ dalam air dan berasa masam. Senyawa asam umumnya terbentuk dari oksida nonlogam. Oleh karena itu oksida nonlogam disebut oksida asam. Rumus kimia asam terdiri dari kation H^+ dan anion sisa asam.

Contoh: HCl = asam klorida

H_2SO_4 = asam sulfat

H_3PO_4 = asam posfat

2. Basa

Basa adalah senyawa-senyawa yang dalam air dapat menghasilkan ion OH^- . Basa umumnya terbentuk dari oksida logam. Rumus kimia basa terdiri dari kation logam dan anion OH^- .

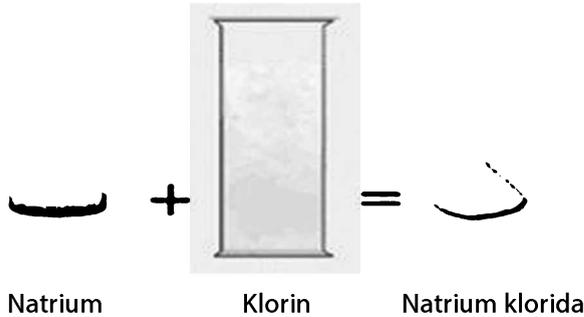
Contoh: KOH = kalium hidroksida

$Mg(OH)_2$ = magnesium hidroksida

$Al(OH)_3$ = aluminium hidroksida

B. PERSAMAAN REAKSI

Persamaan reaksi adalah suatu persamaan yang menggambarkan perubahan kimia dari zat-zat yang bereaksi (pereaksi) menjadi hasil reaksi (produk). Pada suatu persamaan reaksi pereaksi dituliskan di ruas kiri sedangkan produk dituliskan di ruas kanan. Contohnya adalah sebagai berikut:



Gambar 5.1. Reaksi antara padatan natrium dengan gas klorin

Persamaan sebutan : Padatan Natrium + gas klorin padatan NaCl

Persamaan reaksi : $\text{Na(s)} + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow \text{NaCl(s)}$

Suatu persamaan reaksi harus disetarakan. Dalam penyetaraan harus memenuhi hukum kekekalan massa, yaitu:

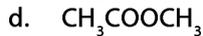
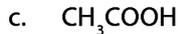
Jumlah atom-atom sebelum reaksi = jumlah atom-atom setelah reaksi

atau

Jumlah atom-atom ruas kiri = jumlah atom-atom ruas kanan

CONTOH SOAL DAN PEMBAHASAN

1. Tentukan rumus empiris dari:



Pembahasan:

a. Perbandingan jumlah atom N dan H dalam $\text{N}_2\text{H}_4 = 2 : 4 = 1 : 2$.
Rumus empirisnya adalah NH_2 .

b. Perbandingan jumlah atom H dan O dalam $\text{H}_2\text{O}_2 = 2 : 2 = 1 : 1$.
Rumus empirisnya adalah HO.

c. Perbandingan jumlah atom C, H, dan O dalam $\text{CH}_3\text{COOH} = 2 : 4 : 2 = 1 : 2 : 1$. Rumus empirisnya adalah CH_2O .

d. Perbandingan jumlah atom C, H, dan O dalam $\text{CH}_3\text{COOCH}_3 = 2 : 6 : 2 = 1 : 3 : 1$. Rumus empirisnya adalah CH_2O .

2. Tuliskan nama-nama senyawa berikut:

- | | |
|-------------------------------|-----------------------------|
| a. P_2O_3 | d. $\text{Mg}(\text{OH})_2$ |
| b. P_2O_5 | e. HClO_4 |
| c. $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ | f. CaO |

Pembahasan:

- | | |
|-------------------------------|--|
| a. P_2O_3 | = difosfor trioksida atau fosfor(III) oksida |
| b. P_2O_5 | = difosfor pentaoksida atau fosfor(V) oksida |
| c. $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ | = besi(III) nitrat atau feri nitrat |
| d. $\text{Mg}(\text{OH})_2$ | = magnesium hidroksida |
| e. HClO_4 | = asam perklorat |
| f. CaO | = kalsium oksida |

3. Tuliskan rumus kimia senyawa-senyawa berikut!

- | | |
|-----------------------|-------------------|
| a. Seng(II) klorida | d. Amonium nitrit |
| b. Tembaga(I) bromida | e. Asam fosfit |
| c. Barium hidroksida | |

Pembahasan:

- a. Zink memiliki biloks +2 dan ion klorida memiliki biloks -1, maka:
 $\text{Zn}^{2+} + 2\text{Cl}^- \rightarrow \text{ZnCl}_2$
- b. Tembaga memiliki biloks +1 dan ion bromida memiliki biloks -1, maka:
 $\text{Cu}^+ + \text{Br}^- \rightarrow \text{CuBr}$
- c. Barium memiliki biloks +2 dan ion hidroksida memiliki muatan -1, maka:
 $\text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{Ba}(\text{OH})_2$
- d. Amonium memiliki muatan 1^+ dan ion nitrit memiliki muatan 1^- , maka:
 $\text{NH}_4^+ + \text{NO}_2^- \rightarrow \text{NH}_4\text{NO}_2$
- e. Sifat asam ditunjukkan oleh ion H^+ dan fosfit adalah ion PO_3^{3-} , maka:
 $3\text{H}^+ + \text{PO}_3^{3-} \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_3$

4. Setarakan persamaan reaksi: $\text{Al} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3$

Pembahasan:

Oleh karena jumlah masing-masing atom di kedua ruas tidak sama, maka reaksi tersebut belum setara.

- Jumlah atom Al di ruas kiri = 1 dan di ruas kanan = 2 sehingga koefisien Al di ruas kiri dikalikan 2 menjadi $2\text{Al} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3$
- Jumlah atom O di ruas kiri = 2 dan di ruas kanan = 3 sehingga koefisien O_2 di ruas kiri dikalikan menjadi $2\text{Al} + 3\text{O}_2 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3$
- Agar Koefisien tidak berbentuk pecahan, maka masing-masing ruas dikalikan 2, menjadi: $4\text{Al} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{Al}_2\text{O}_3$

5. Setarakan persamaan reaksi: $\text{K}_2\text{CO}_3 + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{KNO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

Pembahasan:

Misal setiap koefisien ditandai dengan huruf-huruf a, b, c, d, dan e.



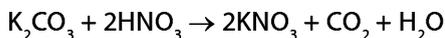
Ruas Kiri = Ruas kanan

Atom K	:	2a	=	c	persamaan 1
Atom C	:	a	=	d	persamaan 2
Atom O	:	3a + 3b	=	3c + 2d + e	persamaan 3
Atom H	:	b	=	2e	persamaan 4
Atom N	:	b	=	c	persamaan 5

Misal a = 1, maka: dari persamaan 2: $a = d \Rightarrow d = 1$
 dari persamaan 1: $2a = c \Rightarrow 2(1) = c \Rightarrow c = 2$
 dari persamaan 5: $b = c \Rightarrow b = 2$
 dari persamaan 4: $b = 2e \Rightarrow 2e = 2 \Rightarrow e = 1$

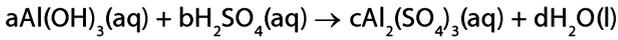
Jadi, a = 1, b = 2, c = 2, d = 1 dan e = 1.

Persamaan reaksi lengkapnya:



6. $a\text{Al}(\text{OH})_3(\text{aq}) + b\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq}) \rightarrow c\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3(\text{aq}) + d\text{H}_2\text{O}(\text{l})$
 Koefisien dari persamaan reaksi tersebut adalah
- A. 1 – 2 – 3 – 6
 B. 1 – 3 – 2 – 6
 C. 2 – 3 – 1 – 6
 D. 3 – 2 – 1 – 6
 E. 3 – 1 – 2 – 6

Jawaban: C



Misal: $c = 1$, $a\text{Al}(\text{OH})_3(\text{aq}) + b\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq}) \rightarrow 1\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3(\text{aq}) + d\text{H}_2\text{O}(\text{l})$
 maka:

Al: $a = 2$

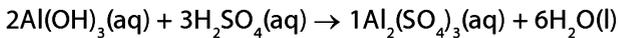
O: $3a + 4b = 12 + d \quad \dots(1)$

H: $3a + 2b = 2d \quad \dots(2)$

S: $b = 3$

Persamaan (2): $3 \cdot 2 + 2 \cdot 3 = 2d \Rightarrow d = 6$. Maka $a = 2$, $b = 3$, $c = 1$, dan $d = 6$

Jadi persamaan reaksi menjadi:



LATIHAN SOAL 5

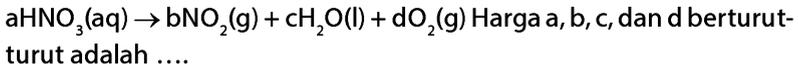
- Lambang atom belerang, timah, dan kalium masing-masing adalah
 - Be, Ti, K
 - S, Ti, K
 - S, Ti, Ca
 - S, Sn, K
 - S, Sn, Ca
- Rumus molekul gas nitrogen, belerang, dan fosfor berturut-turut adalah
 - N, S, dan P
 - N₂, S₃, dan P₄
 - Ni, Be, dan F₂
 - N₂, S₈, dan P₄
 - N₂, S₄, dan P₈
- Di antara rumus kimia di bawah ini yang merupakan rumus molekul senyawa adalah
 - N₂
 - O₂
 - NH₃
 - H₂
 - P₄
- Jumlah atom dalam dua molekul urea, CO(NH₂)₂ adalah
 - 8 atom
 - 10 atom
 - 12 atom
 - 14 atom
 - 16 atom
- Atom nitrogen terbanyak terdapat pada
 - Al(NO₃)₃
 - Sn(NO₃)₄
 - (NH₄)₃PO₄
 - CO(NH₂)₂
 - NH₄NO₃

6. Dalam satu satuan $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ terdapat
- 2 atom Na, 1 atom S, 5 atom O
 - 2 atom H, 2 atom Na, 1 atom S, 5 atom O, 10 atom H
 - 2 atom Na, 1 atom S, 9 atom O, 5 atom H
 - 2 atom Na, 1 atom S, 5 atom O, 5 atom H
 - 2 atom Na, 1 atom S, 9 atom O, 10 atom H
7. Dalam tiga satuan $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$ terdapat
- 40 atom oksigen
 - 48 atom hidrogen
 - 12 atom belerang
 - 2 atom aluminium
 - 2 atom kalium
8. Dari tiga molekul senyawa metana tersusun atas tiga atom karbon dan dua belas atom hidrogen, maka rumus molekul metana adalah
- CH_4
 - 3CH_4
 - C_3H_{12}
 - $3\text{C}_3\text{H}_{12}$
 - $3\text{C}_3\text{H}_4$
9. Kelompok senyawa di bawah ini yang merupakan rumus empiris adalah
- C_3H_6 dan C_6H_{12}
 - $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ dan $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$
 - P_4H_{10} dan C_4H_8
 - $(\text{COOH})_2$ dan C_6H_6
 - P_2O_5 dan CH_2O
10. Pasangan rumus kimia di bawah ini yang merupakan rumus empiris dan rumus molekul adalah
- H_2O dan H_2O_2
 - P_2O_5 dan P_2O_{10}
 - CH_2 dan C_4H_8
 - NH_2 dan NH_3
 - $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ dan $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$
11. Suatu senyawa memiliki rumus empiris CH_2O , jika M_r senyawa tersebut 60, maka rumus molekulnya adalah
- $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$
 - $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$
 - $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_4$
 - $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_5$
 - $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$

12. Suatu senyawa memiliki rumus empiris $(\text{NO}_2)_n$. Jika diketahui M_r senyawa 92 ($N = 14, O = 16$), maka rumus molekulnya adalah
- A. N_2O
B. N_2O_2
C. NO_2
D. N_2O_4
E. NO
13. Senyawa yang terbentuk dari kation Fe^{3+} dan anion PO_4^{3-} adalah
- A. $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_3$
B. $\text{Fe}(\text{PO}_4)_3$
C. Fe_3PO_4
D. FePO_4
E. Fe_2PO_4
14. Rumus kimia yang terbentuk dari ion Al^{3+} dan ion SO_4^{2-} adalah
- A. AlSO_4
B. Al_2SO_4
C. $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$
D. $\text{Al}(\text{SO}_4)_3$
E. $\text{Al}_3(\text{SO}_4)_2$
15. Ditentukan ion-ion pembentuk senyawa: NH_4^+ , Fe_2^+ dan Al_3^+ serta NO_3^- , SO_4^{2-} , PO_4^{3-} . Rumus kimia senyawa yang benar adalah
- A. $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$
B. $(\text{NH}_4)_3\text{NO}_3$
C. $\text{Al}_2(\text{PO}_4)_3$
D. FePO_4
E. $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_2$
16. Senyawa dengan rumus kimia $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ terdiri dari kation dan anion berturut-turut adalah
- A. Ca^+ dan NO_3^-
B. Ca^{2+} dan NO_3^-
C. Ca^{2+} dan NO_3^{2-}
D. NO_3^- dan Ca^+
E. NO_3^- dan Ca^{2+}
17. Senyawa yang memiliki rumus kimia KClO diberi nama
- A. kalium klorida
B. kalium hipoklorit
C. kalium klorit
D. kalium klorat
E. kalium perklorat
18. Oksida berikut adalah oksida asam, *kecuali*
- A. N_2O_3
B. CO_2
C. Cl_2O
D. As_2O_3
E. CaO

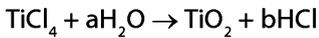
- A. 1 – 2 – 3 – 6
- B. 2 – 1 – 3 – 6
- C. 2 – 3 – 1 – 6
- D. 3 – 2 – 1 – 6
- E. 3 – 6 – 1 – 2

24. Diketahui suatu reaksi:



- A. 2, 2, 2, 1
- B. 2, 2, 1, 2
- C. 4, 2, 2, 1
- D. 4, 2, 4, 2
- E. 4, 4, 2, 1

25. Agar persamaan reaksi berikut setara, maka nilai a dan b berturut-turut adalah



- A. 1, 2
- B. 2, 4
- C. 3, 6
- D. 1, 1
- E. 2, 3

26. Rumus kimia dari dinitrogen trioksida adalah

- A. N_2O
- B. NO_2
- C. NO_3
- D. N_2O_3
- E. N_3O_2

27. Senyawa C_2H_6 menurut IUPAC diberi nama

- A. etana
- B. etena
- C. etuna
- D. asetilena
- E. metana

28. Jika logam magnesium dimasukkan ke dalam larutan asam klorida maka gas yang dihasilkan adalah

- A. Cl_2
- B. O_2
- C. HCl
- D. H_2
- E. H_2O

29. Iodium (I_2) dapat dibuat melalui reaksi:



Nama salah satu senyawa pereaksi yang paling tepat dari persamaan reaksi tersebut adalah

- A. mangan(IV) oksida
- B. mangan oksida
- C. mangan(II) sulfat
- D. natrium sulfat
- E. natrium iodat

30. Pada reaksi: $aCuO(s) + bNH_3(g) \rightarrow cCu(s) + dN_2(g) + eH_2O(l)$

Besarnya a, b, c, d, dan e berturut-turut adalah

- A. 1, 2, 3, 2, 3
- B. 1, 3, 2, 3, 3
- C. 2, 3, 1, 3, 2
- D. 3, 3, 2, 1, 2
- E. 3, 2, 3, 1, 3



Kimia (bahasa Arab: kimiya atau bahasa Yunani: khemeia, "perubahan benda/zat") adalah ilmu tentang komposisi, struktur, dan sifat zat atau materi.

STOIKIOMETRI

6

Stoikiometri berasal dari bahasa Yunani *stoicheion* yang berarti unsur atau partikel dan *metron* yang berarti perhitungan. Dengan demikian, stoikiometri dapat diartikan sebagai cabang ilmu kimia yang mempelajari perhitungan secara kuantitatif dari komposisi zat-zat kimia dan reaksi-reaksinya.

A. HUKUM-HUKUM DASAR KIMIA

a. Hukum kekekalan massa (Hukum Lavoisier)

Antoine Laurent Lavoisier, seorang ahli hukum Perancis yang tertarik pada ilmu kimia, pada tahun 1770 mengemukakan bahwa "*Massa zat sebelum dan sesudah reaksi adalah sama*". Dengan demikian dalam tiap reaksi kimia tidak terjadi perubahan massa zat yang bereaksi. Hukum ini dikenal sebagai hukum kekekalan massa.

Jika diketahui reaksi: $A + B \rightarrow C + D$
maka: massa A + massa B = massa C + massa D

Misal:

1 gram gas hidrogen + 8 gram gas oksigen \rightarrow 9 gram air.

2 gram gas hidrogen + 16 gram gas oksigen \rightarrow 18 gram air.

3 gram gas hidrogen + 24 gram gas oksigen \rightarrow 27 gram air.

b. Hukum perbandingan tetap (Hukum Proust)

Joseph Proust, seorang ahli kimia Perancis, pada tahun 1799 menyatakan bahwa "*Perbandingan massa unsur-unsur pembentuk senyawa selalu tetap*". Misal: Perbandingan massa hidrogen dan oksigen dalam senyawa H_2O selalu 1 : 8, maka:

1 gram hidrogen + 8 gram oksigen \rightarrow 9 gram air

2 gram hidrogen + 16 gram oksigen \rightarrow 18 gram air

c. Hukum perbandingan berganda (Hukum Dalton)

Hukum perbandingan berganda menyatakan bahwa "*Jika dua unsur dapat membentuk lebih dari satu senyawa, perbandingan massa dari unsur yang satu, yang bersenyawa dengan sejumlah tertentu unsur lain, merupakan bilangan yang bulat dan sederhana*". Misalnya: Pada senyawa air (H_2O), massa H : massa O = 1 : 8 dan pada senyawa hidrogen peroksida (H_2O_2), massa H : massa O = 1 : 16. Dengan demikian massa O (pada air) : massa O (pada hidrogen peroksida) = 8 : 16 = 1 : 2.

d. Hukum perbandingan volume (Hukum Gay Lussac)

Bila diukur pada suhu dan tekanan sama, volume gas-gas yang bereaksi dan volume gas-gas hasil reaksi berbanding sebagai bilangan yang bulat dan sederhana.

$$\frac{\text{koefisien gas}_A}{\text{koefisien gas}_B} : \frac{\text{koefisien gas}_A}{\text{koefisien gas}_B}$$

Misalnya:

2 volume gas hidrogen + 1 volume gas oksigen \rightarrow 2 volume uap air, maka perbandingan volume $H_2 : O_2 : H_2O = 2 : 1 : 2$.

1 volume gas nitrogen + 1 volume gas oksigen \rightarrow 2 volume gas nitrogen monoksida, maka perbandingan volume $N_2 : O_2 : NO = 1 : 1 : 2$.

e. Hukum Avogadro

Pada volume yang sama, gas-gas yang berbeda (pada suhu dan tekanan yang sama) mengandung partikel yang jumlahnya sama.

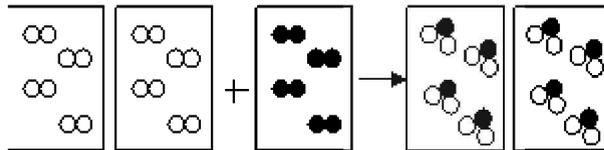
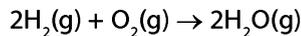
$$\frac{n \text{ gas}_A}{n \text{ gas}_B} = \frac{\text{volume gas}_A}{\text{volume gas}_B}$$

Misalnya:

1. Jika dalam v Liter gas H_2 (T,P) mengandung n molekul H_2 , maka dalam v Liter gas O_2 (T,P) mengandung n molekul O_2 juga, sehingga:

$2v$ Liter gas gas hidrogen + $1v$ Liter gas gas oksigen \rightarrow $2v$ Liter uap air

($2n$ molekul gas hidrogen + n molekul gas oksigen \rightarrow $2n$ molekul uap air) $\times \frac{1}{n}$, maka persamaan reaksinya:



Gambar 6.1. Setiap kubus merupakan wadah dengan volume yang sama dengan kondisi yang sama.

sumber kimia.upi.edu

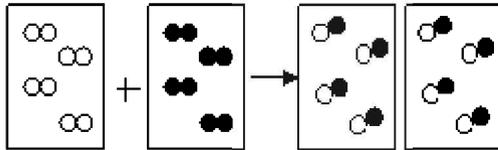
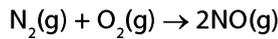
Dua n molekul H_2 bereaksi dengan n molekul O_2 membentuk $2n$ molekul uap H_2O .

2. Jika dalam v Liter gas N_2 (T, P) mengandung n molekul N_2 , maka dalam v Liter O_2 (T, P) mengandung n molekul O_2 juga, sehingga:

$1v$ Liter gas nitrogen + $1v$ Liter gas gas oksigen \rightarrow $2v$ Liter gas nitrogen monoksida.

(n molekul gas nitrogen + n molekul gas oksigen \rightarrow $2n$ molekul

gas nitrogen monoksida) $\times \frac{1}{n}$, maka persamaan reaksinya:



Gambar 6.2. Setiap kubus merupakan wadah dengan volume yang sama dengan kondisi yang sama.

sumber kimia.upi.edu

Dua n molekul N_2 bereaksi dengan n molekul O_2 membentuk $2n$ molekul NO .

B. MASSA ATOM RELATIF

Massa atom relatif (A_r) adalah perbandingan massa satu atom unsur tersebut dengan $1/12$ massa satu atom isotop C-12.

$$A_r X = \frac{\text{massa 1 atom X}}{\frac{1}{12} \times \text{massa 1 atom C-12}}$$

Untuk menentukan massa atom relatif dari isotop-isotop di alam dapat menggunakan rumus berikut.

$$A_r X = \frac{\% \text{ kelimpahan } X_1 \cdot A_r + \% \text{ kelimpahan } X_2 \cdot A_r}{100\%}$$

C. MASSA MOLEKUL RELATIF

Massa molekul relatif adalah perbandingan massa satu molekul senyawa tersebut dengan $1/12$ massa satu atom isotop karbon C-12.

$$M_r X_2Y_3 = \frac{\text{massa 1 atom XY}}{\frac{1}{12} \times \text{massa 1 atom C-12}}$$

Jika diketahui $A_r X$ dan $A_r Y$, maka berlaku $M_r X_2Y_3 = 2 A_r X + 3 A_r Y$.

D. KONSEP MOL

Satuan mol menyatakan jumlah partikel (atom, molekul, atau ion) dalam suatu zat. Telah disepakati bahwa satu mol menyatakan banyaknya zat yang mengandung jumlah partikel yang sama dengan jumlah partikel dalam 12,0 gram C-12, yaitu $6,02 \times 10^{23}$ partikel.

Hubungan antara jumlah mol (n) dan jumlah partikel dalam zat adalah:

$$n = \frac{\text{Jumlah Partikel}}{6,02 \times 10^{23}}$$

$$\text{Jumlah Partikel} = n \times 6,02 \times 10^{23}$$

a. Massa molar

Massa molar adalah massa yang dimiliki oleh satu mol zat. Massa molar memiliki satuan gram/mol. Massa molar suatu unsur sama dengan A_r gram/mol. Massa molar suatu senyawa sama dengan M_r gram/mol.

Hubungan antara jumlah mol (n) dengan massa zat adalah:

- Zat berupa unsur:

$$n = \frac{\text{Massa unsur}}{A_r}$$

- Zat berupa senyawa:

$$n = \frac{\text{Massa senyawa}}{M_r}$$

Dengan $n = \text{mol zat (mol)}$, massa unsur dan massa senyawa dinyatakan dalam gram.

b. Volume molar

Volume molar gas menyatakan volume yang ditempati oleh satu mol gas pada suhu dan tekanan tertentu. Harga volume molar dapat dihitung dengan menggunakan persamaan hukum gas ideal, yaitu $PV = nRT$. Pada suhu 0°C (273,15 K) dan tekanan 1 atm, maka volume molar gas, V_m adalah:

$$1 \text{ atm} \times V_m = 1 \text{ mol} \times 0,08206 \text{ liter atm/mol K} \times 273,15 \text{ K}$$
$$V_m = 22,4 \text{ Liter}$$

Untuk gas dengan keadaan standar (0°C , 1 atm):

Catatan: Suhu 0°C dan tekanan 1 atm disebut *Standar Temperatur and Pressure* (STP).

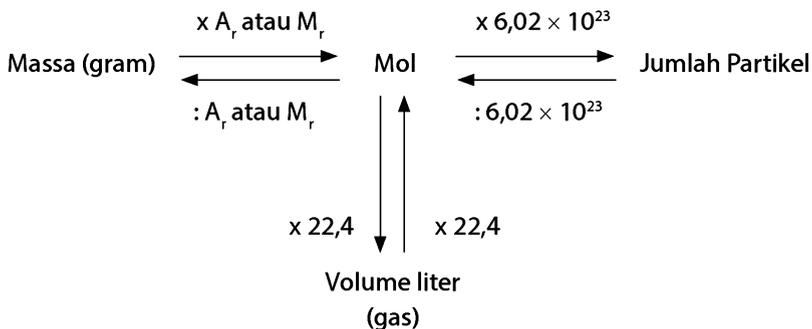
- Pada suhu 25°C (298,15 K) dan tekanan 1 atmosfer, maka volume molar gas V_m adalah:

$$1 \text{ atm} \times V = 1 \text{ mol} \times 0,08206 \text{ liter.atm/mol K} \times 298 \text{ K}$$
$$V_m = 24,4 \text{ liter}$$

Catatan: Suhu 25°C dan tekanan 1 atm disebut *Ambien Temperatur and Pressure* (ATP).

c. Hubungan antara Mol, Massa Zat, Jumlah Partikel, dan Volume Gas

Hubungan antara mol, jumlah partikel, massa, dan volume gas (STP) adalah sebagai berikut:



Jika tidak pada STP atau ATP berlaku:

$$PV = nRT$$

Dengan P = tekanan gas (atmosfera)

V = volume gas (liter)

n = mol gas

R = 0,08206 L atm/mol K

T = suhu mutlak (K)

Jika pada T dan P tertentu terdapat dua jenis gas berlaku:

$$\frac{n_1}{V_1} = \frac{n_2}{V_2}$$

Dengan: n_1 dan n_2 = mol gas 1 dan mol gas 2

V_1 dan V_2 = volume gas 1 dan volume gas 2

E. RUMUS EMPIRIS DAN RUMUS MOLEKUL

a. Rumus empiris

Rumus empiris adalah rumus yang menyatakan perbandingan terkecil atom-atom yang menyusun suatu molekul.

b. Rumus molekul

Rumus molekul adalah rumus yang menyatakan jenis dan jumlah atom-atom sesungguhnya yang menyusun suatu molekul.

No.	Senyawa	Rumus Molekul	Rumus Empiris
1	Air	H ₂ O	H ₂ O
2	Benzena	C ₆ H ₆	CH
3	Glukosa	C ₆ H ₁₂ O ₆	CH ₂ O

F. AIR KRISTAL (HIDRAT)

Air kristal (hidrat) adalah air yang terikat pada suatu kristal senyawa tertentu dengan perbandingan molekul yang tertentu pula. Contoh: CuSO₄·5H₂O, CaSO₄·2H₂O, dan FeSO₄·7H₂O.

G. KOMPOSISI ZAT

Identifikasi zat dilakukan melalui dua cara yaitu analisis kualitatif dan analisis kuantitatif.

- a. Analisis kualitatif bertujuan untuk menentukan jenis komponen penyusun zat.
- b. Analisis kuantitatif bertujuan untuk menentukan massa dari setiap komponen penyusun zat.

Jika jenis dan massa dari setiap komponen penyusun zat diketahui, maka dapat ditentukan komposisi zat tersebut.

Rumus untuk menentukan persen massa komponen penyusun zat adalah:

$$\% \text{ massa komponen penyusun zat (\%)} = \frac{\text{massa komponen}}{\text{massa zat}} \times 100\%$$

Rumus untuk menentukan persen massa unsur dalam senyawa adalah:

$$\% \text{ massa unsur dalam senyawa (\%)} = \frac{\text{Jumlah atom unsur} \times A_r \text{ unsur}}{M_r \text{ senyawa}} \times 100\%$$

CONTOH SOAL DAN PEMBAHASAN

1. Sebanyak 15 gram logam kalsium dibakar di udara membentuk 21 gram kalsium oksida (CaO). Tentukan massa gas oksigen yang bereaksi dalam pembakaran tersebut!

Pembahasan:

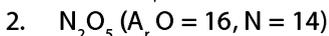
Misal massa gas oksigen = x

Sesuai dengan hukum kekekalan massa, maka:

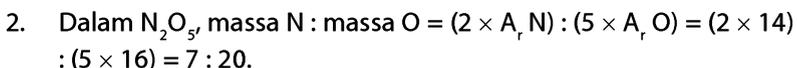
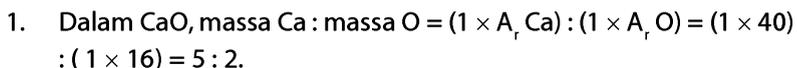
Massa kalsium + massa gas oksigen = massa kalsium oksida

15 gram + x = 21 gram \Rightarrow x = (21 - 15) gram = 6 gram

2. Hitunglah perbandingan massa masing-masing unsur dalam senyawa berikut!



Pembahasan:



3. Diketahui bahwa unsur X dan Y membentuk dua macam senyawa. Senyawa I mengandung 40% unsur X dan senyawa II mengandung 30% unsur X. Tentukan perbandingan massa unsur Y sehingga mengikuti hukum kelipatan perbandingan!

Pembahasan:

Senyawa	%X	%Y = 100 - %X
I	40 %	100 - 40 = 60%
II	20 %	100 - 20 = 80%

Agar persentasi unsur X sama maka senyawa I dikalikan dengan 2,5 dan senyawa II dikalikan dengan 5 sehingga menjadi:

Senyawa	Massa X (gram)	Massa Y (gram)
I	$40 \times 2,5 = 100$	$60 \times 2,5 = 150$
II	$20 \times 5 = 100$	$80 \times 5 = 400$

Dengan demikian perbandingan massa Y pada senyawa I dan II adalah $150 : 400 = 3 : 8$.

4. Pada suhu dan tekanan yang sama, 6 liter gas nitrogen direaksikan dengan gas hidrogen sehingga dihasilkan gas amonia. Tentukan volume gas hidrogen dan gas amonia tersebut!

Pembahasan:

Reaksi pembuatan amonia adalah: $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NH}_3(\text{g})$

Sesuai dengan hukum Gay Lussac, volume N_2 : volume H_2 : volume $\text{NH}_3 = 1 : 3 : 2$, maka

$$\text{Volume H}_2 = \frac{3}{1} \times \text{volume N}_2 = \frac{3}{1} \times 6 \text{ liter} = 18 \text{ liter}$$

$$\text{Volume NH}_3 = \frac{2}{1} \times \text{volume N}_2 = \frac{2}{1} \times 6 \text{ liter} = 12 \text{ liter}$$

5. Pada suhu dan tekanan tertentu 10 Liter gas nitrogen mengandung $1,204 \times 10^{24}$ molekul. Tentukan jumlah molekul yang terkandung dalam 20 Liter gas oksigen pada suhu dan tekanan yang sama!

Pembahasan:

Sesuai dengan hipotesis Avogadro bahwa gas-gas yang bervolume sama pada suhu dan tekanan yang sama mengandung jumlah partikel yang sama. Pada suhu dan tekanan yang sama, 10 liter gas oksigen mengandung jumlah molekul yang sama dalam 10 liter gas nitrogen. 10 liter O_2 mengandung $1,204 \times 10^{24}$ molekul, maka dalam jumlah molekul dalam 20 liter O_2 adalah

$$\frac{20 \text{ liter}}{10 \text{ liter}} \times 1,204 \times 10^{24} = 2,408 \times 10^{24} \text{ molekul.}$$

6. Diketahui massa 1 atom Ne = $3,32 \times 10^{-23}$ g. Berapakah massa atom relatif atom Ne?

Pembahasan:

$$A_r \text{ Ne} = \frac{\text{massa 1 atom Ne}}{\frac{1}{12} \times \text{massa 1 atom C-12}} = \frac{3,32 \times 10^{-23}}{\frac{1}{12} \times 1,99 \times 10^{-23}} = 20$$

Jadi, massa atom relatif Neon adalah 20.

7. Diketahui klor di alam terdapat dalam ^{35}Cl dan ^{37}Cl . Tentukanlah kelimpahan isotop ^{35}Cl ?

Pembahasan:

Misal kelimpahan $^{35}\text{Cl} = x\%$, maka kelimpahan $^{37}\text{Cl} (100 - x)\%$.

$$35 = \frac{x\%.35 + (100 - x)\%.37}{100\%} \Rightarrow x = 75\%$$

Jadi, kelimpahan isotop ^{35}Cl adalah 75%.

8. Tentukanlah massa molekul relatif senyawa CH_3COOH , jika diketahui $A_r \text{ H} = 1$, $A_r \text{ C} = 12$, dan $A_r \text{ O} = 16$!

Pembahasan:

$$M_r \text{ CH}_3\text{COOH} = 2 A_r \text{ C} + 4 A_r \text{ H} + 2 A_r \text{ O} = 2.12 + 4.1 + 2.16 = 60.$$

Jadi, massa molekul relatif CH_3COOH adalah 60.

9. Berapakah jumlah mol dari $3,01 \times 10^{23}$ molekul O_2 ?

Pembahasan:

$$n = \frac{\text{Jumlah Partikel}}{6,02 \times 10^{23}} = \frac{3,01 \times 10^{23}}{6,02 \times 10^{23}} = 0,05 \text{ mol}$$

10. Berapa jumlah mol dari 50 gram CaCO_3 ? ($M_r \text{ CaCO}_3 = 100$)

Pembahasan:

$$n = \frac{\text{Massa senyawa}}{M_r} = \frac{50}{100} = 0,50 \text{ mol}$$

11. Berapa jumlah mol dari 44,8 Liter gas NH_3 pada 0°C , 1 atm?

Pembahasan:

$$n = \frac{V}{22,4} = \frac{44,8}{22,4} = 2 \text{ mol}$$

12. Pembakaran senyawa hidrokarbon C_xH_y dalam oksigen berlebih menghasilkan 220 mg CO_2 ($M_r = 44$) dan 45 mg H_2O ($M_r = 18$). Jika $A_r \text{ C} = 12$ dan $A_r \text{ H} = 1$, tentukan rumus empiris senyawa tersebut?

Pembahasan:

Massa unsur dalam senyawa =

$$\frac{\text{Jumlah atom unsur} \times A_r \text{ unsur}}{M_r \text{ senyawa}} \times \text{Massa senyawa}$$

$$\text{Massa C dalam CO}_2 = \frac{1 \times 12}{44} \times 220 \text{ mg} = 60 \text{ mg}$$

$$\text{Massa H dalam H}_2\text{O} = \frac{2 \times 1}{18} \times 45 \text{ mg} = 5 \text{ mg}$$

Kemudian dihitung perbandingan mol unsur C dan H, yaitu:

$$\text{Mol C} : \text{Mol H} = \frac{0,06}{12} : \frac{0,005}{1} = 0,005 : 0,005 = 1 : 1$$

Jadi, rumus empiris hidrokarbon tersebut adalah CH.

13. 60 gram asam laktat ($M_r = 90$) jika dibakar sempurna akan menghasilkan 88 gram CO_2 dan 36 gram air ($A_r \text{ H} = 1, \text{ C} = 12, \text{ O} = 16$). Tentukan rumus molekul asam laktat tersebut!

Pembahasan:

Massa unsur dalam senyawa =

$$\frac{\text{Jumlah atom unsur} \times A_r \text{ unsur}}{M_r \text{ senyawa}} \times \text{Massa senyawa}$$

$$\text{Massa C dalam CO}_2 = \frac{1 \times 12}{44} \times 88 \text{ gram} = 24 \text{ gram}$$

$$\text{Massa H dalam H}_2\text{O} = \frac{2 \times 1}{18} \times 36 \text{ gram} = 4 \text{ gram}$$

Massa O dalam asam laktat = $(60 - (24 + 4)) \text{ gram} = 32 \text{ gram}$

Kemudian dihitung perbandingan mol unsur C, H, dan O yaitu:

$$\text{Mol C} : \text{Mol H} : \text{Mol O} = \frac{24}{12} : \frac{4}{1} : \frac{32}{16} = 2 : 4 : 2 = 1 : 2 : 1$$

Rumus empiris hidrokarbon tersebut adalah CH_2O

Selanjutnya rumus molekul ditentukan dengan rumus:

$$M_r \text{CH}_2\text{O} \times n = 90 \Rightarrow 30 \times n = 90 \Rightarrow n = 3$$

Jadi, rumus molekul asam laktat adalah $(\text{CH}_2\text{O})_3 = \text{C}_3\text{H}_6\text{O}$.

14. Suatu hidrat $\text{CuSO}_4 \cdot a\text{H}_2\text{O}$ bermassa 450 gram mengandung 64%. Tentukan rumus senyawa kristal tersebut, jika diketahui $A_r \text{Cu} = 63,5$, $S = 32$, $O = 16$, dan $H = 1$!

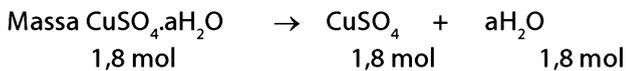
Pembahasan:

$$\text{Massa CuSO}_4 \cdot a\text{H}_2\text{O} = 450 \text{ gram}$$

$$\text{Massa CuSO}_4 = 64\% \rightarrow \frac{64}{100} \times 450 \text{ gram} = 288 \text{ gram}$$

$$\text{Massa H}_2\text{O} = 36\% \rightarrow \frac{36}{100} \times 450 \text{ gram} = 162 \text{ gram}$$

$$M_r \text{CuSO}_4 = \frac{288}{63,5 + 32 + 64} = 1,8 \text{ mol}$$



$$\text{Jadi, H}_2\text{O} \rightarrow 1,8 a = \frac{108}{18} \Rightarrow a = \frac{108}{18 \times 1,8} = 3,33 \text{ (dibulatkan menjadi 3)}$$

Jadi, rumus senyawa hidrat tersebut adalah $\text{CuSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$.

15. a. Pembakaran senyawa hidrokarbon C_xH_y dalam oksigen berlebih menghasilkan 220 mg CO_2 ($M_r = 44$) dan 45 mg H_2O ($M_r = 18$). Jika $A_r \text{C} = 12$ dan $H = 1$, tentukan rumus empiris senyawa tersebut?
- b. 60 gram asam laktat ($M_r = 90$) jika dibakar sempurna akan menghasilkan 88 gram CO_2 dan 36 gram air ($A_r \text{H} = 1$, $\text{C} = 12$, $\text{O} = 16$). Tentukan rumus molekul asam laktat tersebut!

Pembahasan:

- a. Massa unsur dalam senyawa =

$$\frac{\text{Jumlah atom unsur} \times A_r \text{ unsur}}{M_r \text{ senyawa}} \times \text{Massa senyawa}$$

$$\text{Massa C dalam CO}_2 = \frac{1 \times 12}{44} \times 220 \text{ mg} = 60 \text{ mg}$$

$$\text{Massa H dalam H}_2\text{O} = \frac{2 \times 1}{18} \times 45 \text{ mg} = 5 \text{ mg}$$

Kemudian dihitung perbandingan mol unsur C dan H, yaitu:

$$\text{Mol C} : \text{Mol H} = \frac{2 \times 1}{18} \times 45 \text{ mg} = 5 \text{ mg}$$

Jadi, rumus empiris hidrokarbon tersebut adalah CH.

- b. Massa unsur dalam senyawa =

$$\frac{\text{Jumlah atom unsur} \times A_r \text{ unsur}}{M_r \text{ senyawa}} \times \text{Massa senyawa}$$

$$\text{Massa C dalam CO}_2 = \frac{1 \times 12}{44} \times 88 \text{ gram} = 24 \text{ gram}$$

$$\text{Massa H dalam H}_2\text{O} = \frac{2 \times 1}{18} \times 36 \text{ gram} = 4 \text{ gram}$$

Massa O dalam asam laktat = (60 - (24 + 4)) gram = 32 gram

Kemudian dihitung perbandingan mol unsur C, H, dan O yaitu:

$$\text{Mol C} : \text{Mol H} : \text{Mol O} = \frac{24}{12} : \frac{4}{1} : \frac{32}{16} = 2 : 4 : 2 = 1 : 2 : 1$$

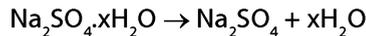
Rumus empiris hidrokarbon tersebut adalah CH₂O

Selanjutnya rumus molekul ditentukan dengan rumus:

$$M_r \text{ CH}_2\text{O} \times n = 90 \Rightarrow 30 \times n = 90 \Rightarrow n = 3$$

Jadi, rumus molekul asam laktat adalah (CH₂O)₃ = C₃H₆O.

16. Pada reaksi dehidrasi natrium sulfat terhidrat dengan persamaan reaksi:



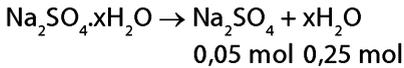
Jika 11,6 gram Na₂SO₄·xH₂O dipanaskan akan terbentuk Na₂SO₄ sebanyak 7,1 gram. Tentukan jumlah molekul air kristalnya!

(M_r Na₂SO₄ = 142, H₂O = 18).

Pembahasan:

Massa $H_2O = (11,6 - 7,1)$ gram = 4,5 gram

$$\text{Mol } Na_2SO_4 = \frac{7,1}{142} = 0,05 \text{ mol dan mol } H_2O = \frac{4,5}{18} = 0,25 \text{ mol}$$



$$\text{Maka, } 1 : x = 0,05 : 0,25 \Rightarrow x = \frac{0,25}{0,05} = 5$$

Jadi jumlah molekul air kristal adalah 5.

SOLUSI SMART:

$$X = \frac{\text{Mol air}}{\text{Mol garam}} = \frac{4,5}{\frac{18}{7,1}} = 5$$

17. Reaksi yang terjadi antara $KClO_3$ dan HCl adalah



Jika diketahui A_r K = 39, Cl = 35,5, O = 16, H = 1, untuk memperoleh 142 gram Cl_2 diperlukan $KClO_3$ sebanyak

- A. 12,5 g
- B. 81,7 g
- C. 61,3 g
- D. 40,8 g
- E. 24,5 g

Jawaban: B



$$\text{Mol } Cl_2 = \frac{142}{71} = 2 \text{ mol}$$

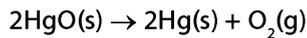
$$\begin{aligned} \text{Mol } KClO_3 &= \frac{1}{3} \times \text{mol } Cl_2 \\ &= \frac{1}{3} \times 2 \text{ mol} = \frac{2}{3} \text{ mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Massa KClO}_3 &= \text{mol} \times M_r \text{ KClO}_3 \\
 &= \frac{2}{3} \text{ mol} \times 122,5 \text{ g/mol} \\
 &= 81,7 \text{ g}
 \end{aligned}$$

SOLUSI SMART:

$$\begin{aligned}
 \text{Massa KClO}_3 &= \frac{\text{koefisien KClO}_3}{\text{koefisien Cl}_2} \times \text{mol Cl}_2 \times M_r \text{ KClO}_3 \\
 &= \frac{1}{3} \times \frac{142}{71} \times 122,5 \\
 &= 81,7 \text{ g}
 \end{aligned}$$

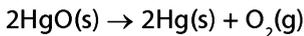
18. Pada pemanasan, HgO akan terurai menurut reaksi:



Pada pemanasan 108 gram HgO akan terbentuk 4,8 gram O₂, maka HgO yang terurai sebanyak (A_r Hg = 200, O = 16)

- A. 40 %
- B. 50 %
- C. 60 %
- D. 75 %
- E. 80 %

Jawaban: C



$$\text{Mol O}_2 = \frac{4,8}{32} = 0,15 \text{ mol}$$

$$\text{Mol HgO yang terurai} = \frac{2}{1} \times \text{mol O}_2$$

$$= 2 \times 0,15 \text{ mol}$$

$$= 0,3 \text{ mol}$$

$$\text{Massa HgO terurai} = \text{mol} \times M_r \text{ HgO}$$

$$= 0,3 \text{ mol} \times 216 \text{ gram/mol}$$

$$= 64,8 \text{ gram}$$

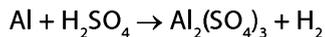
$$\begin{aligned} \% \text{HgO terurai} &= \frac{\text{Massa HgO terurai}}{\text{Massa awal}} \times 100 \% \\ &= \frac{64,8 \text{ g}}{108 \text{ g}} \times 100 \% \\ &= 60 \% \end{aligned}$$

SOLUSI SMART:

HgO	O
216	16
$\frac{216 \times 4,8 \text{ g}}{16} = 64,8 \text{ g}$	4,8 g

$$\begin{aligned} \% \text{HgO terurai} &= \frac{\text{Massa HgO terurai}}{\text{Massa awal}} \times 100 \% \\ &= \frac{64,8 \text{ g}}{108 \text{ g}} \times 100 \% \\ &= 60 \% \end{aligned}$$

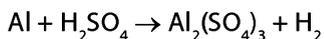
19. Diketahui reaksi berikut (belum setara)



Jika 10,8 gram logam aluminium ($A_r \text{ Al} = 27$) bereaksi dengan asam sulfat berlebih, maka volume gas hidrogen yang dihasilkan pada keadaan yang mana 7 gram gas nitrogen ($A_r \text{ N} = 14$) bervolume 7,5 liter adalah

- A. 9 liter
 B. 18 liter
 C. 27 liter
 D. 36 liter
 E. 45 liter

Jawaban: B



$$\text{Mol Al} = \frac{10,8}{27} = 0,4 \text{ mol}$$

$$\begin{aligned} \text{Mol H}_2 &= \frac{3}{2} \times \text{mol Al} \\ &= \frac{3}{2} \times 0,4 \text{ mol} \\ &= 0,6 \text{ mol} \end{aligned}$$

Volume H₂ pada keadaan yang mana 7 gram gas N₂ bervolume 7,5 liter

$$\frac{n_{\text{H}_2}}{V_{\text{H}_2}} = \frac{n_{\text{N}_2}}{V_{\text{N}_2}} \Rightarrow \frac{0,6}{V_{\text{H}_2}} = \frac{\frac{7}{28}}{7,5} \Rightarrow V_{\text{H}_2} = \frac{0,6 \times 7,5}{0,25} = 18 \text{ liter}$$

SOLUSI SMART:

Pada keadaan tertentu:

$$7 \text{ gram N}_2 = 7,5 \text{ liter} \Rightarrow \frac{7}{28} \text{ mol} = 7,5 \text{ liter} \Rightarrow 1 \text{ mol N}_2 = 30 \text{ liter}$$

Mol Al \times n = mol H₂ \times n; dengan n_{Al} = biloks Al = 3, dan n_{H₂} = 2

$$\frac{10,8}{27} \times 3 = \frac{V_{\text{H}_2}}{30} \times 2$$

$$V_{\text{H}_2} = \frac{30 \times 3 \times 0,4}{2}$$

$$= 18 \text{ liter}$$

LATIHAN SOAL 6

1. Pernyataan yang paling sesuai tentang hukum Lavoisier adalah
 - A. jumlah molekul sebelum dan sesudah reaksi selalu sama
 - B. volume gas sebelum dan sesudah reaksi selalu sama
 - C. perbandingan massa unsur penyusun senyawa selalu tetap
 - D. massa zat sebelum dan sesudah reaksi selalu sama
 - E. perbandingan massa unsur penyusun senyawa berubah-ubah
2. Sebanyak 12 gram Mg dibakar pada ruang terbuka dan dihasilkan senyawa MgO sebanyak 20 gram. Massa gas oksigen yang bereaksi adalah (massa Mg : massa O dalam MgO = 3 : 2)
 - A. 8 gram
 - B. 10 gram
 - C. 12 gram
 - D. 16 gram
 - E. 20 gram
3. Di antara reaksi berikut yang tidak mengikuti hukum kekekalan massa adalah (Diketahui A, H = 1, N = 14, O = 16, Mg = 24, S = 32, Fe = 56, dan Cu = 64)
 - A. hidrogen + oksigen → air (H₂O)
2 g + 16 g → 18 g
 - B. belerang + tembaga → tembaga sulfida (CuS)
32 g + 64 g → 96 g
 - C. besi + belerang → besi belerang (FeS)
7 g + 4 g → 11 g

- D. magnesium + nitrogen \rightarrow magnesium nitrida (Mg_3N_2)
 $24\text{ g} + 28\text{ g} \rightarrow 52\text{ g}$
- E. tembaga + oksigen \rightarrow tembaga oksida (CuO)
 $8\text{ g} + 2\text{ g} \rightarrow 10\text{ g}$

4. Data percobaan dari reaksi tembaga dan belerang sebagai berikut:

Tembaga (gram)	Belerang (gram)	Tembaga Sulfida (gram)
4	3	6
8	5	12
14	8	21
18	10	27
20	11	30

Pada reaksi tersebut digunakan belerang berlebihan. Berdasarkan data percobaan itu perbandingan massa tembaga dengan massa belerang adalah

- A. 1 : 3
 B. 2 : 1
 C. 2 : 7
 D. 4 : 3
 E. 7 : 4
5. Perbandingan massa karbon dan oksigen dalam senyawa CO_2 adalah 3 : 8. Sebanyak 6 gram karbon tepat bereaksi dengan x gram oksigen sehingga terbentuk CO_2 . Harga x adalah
- A. 4 gram
 B. 8 gram
 C. 12 gram
 D. 16 gram
 E. 20 gram
6. Reduksi 20,4 gram oksida logam M_2O_3 menghasilkan 10,8 gram logam M. Bila $A_r O = 16$ maka $A_r M$ adalah
- A. 27
 B. 39
 C. 40
 D. 56
 E. 59
7. Pada pembakaran 12 gram suatu senyawa karbon dihasilkan 22 gram CO_2 ($C = 12, O = 16$). Unsur karbon dalam senyawa tersebut adalah

- A. 23%
- B. 27%
- C. 50%
- D. 55%
- E. 77%

8. Jika 10 liter gas nitrogen direaksikan dengan 40 liter gas hidrogen dihasilkan gas amonia menurut reaksi: $N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3$, pada suhu dan tekanan yang sama, gas NH_3 yang dihasilkan bervolume
- A. 10 liter
 - B. 20 liter
 - C. 27 liter
 - D. 30 liter
 - E. 40 liter
9. Sebanyak 10 cm³ suatu gas hidrokarbon dibakar sempurna dengan oksigen, ternyata dihasilkan 70 cm³ volume total gas hasil reaksi. Persamaan reaksi yang menunjukkan reaksi pembakaran tersebut adalah
- A. $CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(g)$
 - B. $C_2H_4(g) + 3O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g) + 2H_2O(g)$
 - C. $C_3H_8(g) + 5O_2(g) \rightarrow 3CO_2(g) + 4H_2O(g)$
 - D. $2C_2H_6(g) + 7O_2(g) \rightarrow 4CO_2(g) + 6H_2O(g)$
 - E. $2C_3H_6(g) + 9O_2(g) \rightarrow 6CO_2(g) + 6H_2O(g)$
10. Gas hidrokarbon yang bervolume 3 liter tepat dibakar sempurna dengan 18 liter gas oksigen menghasilkan 12 liter gas karbon dioksida. Senyawa hidrokarbon tersebut adalah
- A. C_3H_8
 - B. C_4H_8
 - C. C_4H_6
 - D. C_5H_{10}
 - E. C_5H_{12}
11. Dalam 8 gram gas oksigen (A_r , O = 16) terdapat molekul oksigen sejumlah
- A. $2,0 \times 10^{22}$ molekul
 - B. $1,505 \times 10^{23}$ molekul
 - C. $3,01 \times 10^{23}$ molekul
 - D. $2,408 \times 10^{24}$ molekul
 - E. $4,816 \times 10^{24}$ molekul
12. Zat berikut yang memiliki jumlah atom terbanyak per gramnya adalah

- A. SO_2 ($M_r = 64$)
- B. NO_2 ($M_r = 46$)
- C. P_2O_5 ($M_r = 142$)
- D. C_3H_8 ($M_r = 44$)
- E. CH_4 ($M_r = 16$)

13. Zat berikut yang memiliki jumlah molekul yang sama dengan 0,9 gram H_2O ($M_r = 18$) adalah

- A. 2,3 gram NO_2 ($M_r = 46$)
- B. 3,2 gram SO_3 ($M_r = 80$)
- C. 3,4 gram NH_3 ($M_r = 17$)
- D. 4,0 gram CH_4 ($M_r = 16$)
- E. 6,4 gram SO_2 ($M_r = 64$)

14. Sebanyak y gram NH_3 ($M_r = 17$) memiliki jumlah atom yang sama dengan 3 gram C_2H_6 ($M_r = 30$). Harga y adalah

- A. 1,7
- B. 3,4
- C. 5,1
- D. 6,8
- E. 8,5

15. Jika pada STP, volume dari 4,25 gram gas sebesar 2,8 liter, maka massa molekul relatif gas tersebut adalah

- A. 26
- B. 28
- C. 30
- D. 32
- E. 34

16. Pada suhu dan tekanan tertentu sebuah botol hampa bermassa 30,75 gram. Apabila botol tersebut diisi dengan gas H_2 massanya menjadi 30,92 gram. Jika diisi dengan gas X massanya menjadi 33,47 gram. Massa molekul relatif gas X adalah

- A. 26
- B. 28
- C. 30
- D. 32
- E. 34

17. Massa 5 liter gas nitrogen pada T dan P tertentu adalah 5,6 gram. Jumlah atom He terdapat dalam 10 liter gas He pada T dan P tersebut adalah (tetapan Avogadro = 6×10^{23} , $A_r \text{ N} = 14$)

- A. $1,2 \times 10^{23}$ atom
- B. $2,4 \times 10^{23}$ atom
- C. $2,7 \times 10^{23}$ atom
- D. $4,8 \times 10^{23}$ atom
- E. $5,4 \times 10^{23}$ atom

18. Volume 2 mol gas H_2 yang diukur pada suhu $27^\circ C$ dan tekanan 4 atmosfer adalah ($R = 0,082 \text{ liter.atm/mol.K}$)
- A. 6,15 liter
B. 9,23 liter
C. 12,30 liter
D. 18,45 liter
E. 24,60 liter
19. Massa gas NH_3 ($M_r = 17$) yang bervolume 49,2 liter pada suhu $27^\circ C$ dan tekanan 10 atmosfer adalah ($R = 0,082 \text{ liter.atm/mol.K}$)
- A. 320 gram
B. 330 gram
C. 340 gram
D. 350 gram
E. 360 gram
20. Diketahui massa molekul relatif (M_r) tembaga(II) sulfat ($CuSO_4$) = 160 dan M_r air = 18. Persen massa air dalam senyawa tembaga(II) sulfat pentahidrat ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$) adalah
- A. $\frac{18 \times 100}{160}$
B. $\frac{5 \times 18 \times 100}{160}$
C. $\frac{18 \times 100}{160 + 18}$
D. $\frac{5 \times 18 \times 100}{160 + (5 \times 18)}$
E. $\frac{18 \times 100}{160 \times (5 \times 18)}$
21. Pada reaksi dehidrasi natrium sulfat terhidrat:
 $Na_2SO_4 \cdot xH_2O \rightarrow Na_2SO_4 + xH_2O$
 Bila 11,6 gram $Na_2SO_4 \cdot xH_2O$ dipanaskan akan terbentuk Na_2SO_4 anhidrat sebanyak 7,1 gram. Jadi molekul air kristal yang terkandung adalah ($H = 1$; $O = 16$; $Na = 23$; $S = 32$)
- A. 2
B. 3
C. 5
D. 6
E. 7
22. Pirimidin tersusun dari 60% karbon, 5% hidrogen, dan sisanya nitrogen ($A_r H = 1, C = 12, N = 14$). Jika massa molekul relatif pirimidin adalah 80 maka rumus molekulnya adalah
- A. C_2H_2N
B. $C_4H_4N_2$
C. C_5H_6N
D. $C_5H_5N_3$
E. $C_6H_6N_3$

27. Sebanyak 30 gram pirit (FeS_2) dibakar menurut reaksi: $\text{FeS}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{SO}_2$ (belum setara). Belerang dioksida yang dihasilkan adalah ($A_r \text{ O} = 16, \text{ S} = 32, \text{ Fe} = 56$).
- A. 16 gram
B. 24 gram
C. 32 gram
D. 64 gram
E. 96 gram
28. Reduksi besi(III) oksida dengan CO menghasilkan besi menurut persamaan reaksi: $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) + 3\text{CO}(\text{g}) \rightarrow 2\text{Fe}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$
Untuk menghasilkan 11,2 kg besi ($A_r \text{ Fe} = 56$) dibutuhkan besi(III) oksida ($M_r \text{ Fe}_2\text{O}_3 = 160$) sejumlah
- A. 22 kg
B. 20 kg
C. 18 kg
D. 16 kg
E. 15 kg
29. Pada suhu dan tekanan tertentu, massa 1 liter gas X sama dengan 2 gram. Jika pada keadaan tersebut massa 10 liter gas NO sama dengan 7,5 gram, maka massa molekul relatif gas X sama dengan
- A. 34
B. 40
C. 60
D. 80
E. 280
30. Jika 28 gram serbuk besi direaksikan dengan larutan asam klorida menurut reaksi: $\text{Fe}(\text{s}) + 2\text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{FeCl}_2(\text{aq}) + \text{H}_2(\text{g})$; pada akhir reaksi diperoleh 500 ml gas yang diukur pada keadaan yang mana 10 liter CO_2 ($M_r = 44$) sama dengan 88 gram, maka kadar besi dalam serbuk tersebut adalah
- A. 10%
B. 20%
C. 40%
D. 60%
E. 80%



Kimia (bahasa Arab: kimiya atau bahasa Yunani: khemeia, "perubahan benda/zat") adalah ilmu tentang komposisi, struktur, dan sifat zat atau materi.

TERMOKIMIA

7

Termokimia adalah cabang ilmu kimia yang mempelajari hubungan antara reaksi kimia dengan kalor reaksi.

A. ENERGI DAN ENTALPI

Sebelum mempelajari lebih jauh mengenai energi, terlebih dahulu kita harus memahami hukum kekekalan energi. Hukum Kekekalan Energi/ Hukum Pertama Termodinamika mengatakan bahwa: "Energi tidak dapat diciptakan dan tidak dapat dimusnahkan dan hanya dapat diubah dari bentuk yang satu ke bentuk lainnya."

Bila dinyatakan secara matematis: $\Delta E = q + W$

Yang mana ΔE = perubahan energi dalam sistem

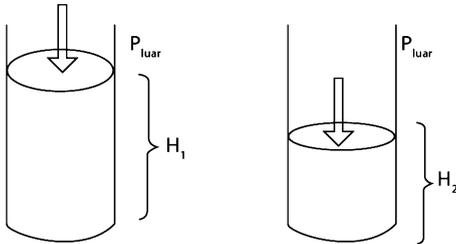
q = energi dalam bentuk kalor

W = energi dalam bentuk kerja

Energi dalam adalah jumlah energi total dari sistem yang disebabkan oleh energi potensial antara molekul-molekul. Energi potensial antara molekul-molekul berasal dari energi kisi-kisi zat padat dan gaya tarik menarik serta tolak menolak antara molekul-molekul gas dan zat cair. Sedangkan energi kinetiknya terjadi akibat gerakan-gerakan molekul dan energi kimia yang disimpan dalam bentuk ikatan kimia. Energi kinetik berasal dari gerakan translasi dan gerakan internal dari masing-masing molekul.

Kalor atau energi kalor adalah jumlah energi yang dipindahkan antara dua benda yang pada awalnya mempunyai suhu yang berbeda.

Kerja menurut mekanika adalah hasil kali antara gaya luar pada suatu benda dengan jarak dimana gaya tersebut bekerja. Satu jenis kerja mekanik yang penting dalam kimia adalah kerja tekanan-volume yang dihasilkan bila suatu gas ditekan atau diekspansi di bawah pengaruh tekanan luar.



$$W = -P_{\text{luar}} \cdot A \cdot \Delta h \Rightarrow W = -P_{\text{luar}} \cdot A \cdot (h_2 - h_1) \Rightarrow W = -P_{\text{luar}} \cdot \Delta V$$

Di mana: W = kerja

P_{luar} = tekanan luar yang bekerja pada sistem

A = luas

Δh = perubahan tinggi

ΔV = perubahan volume

Catatan:

Bila $\Delta h = +$ maka $W = -$ berarti sistem melakukan kerja (berekspansi).

Bila $\Delta h = -$ maka $W = +$ berarti sistem dikenai kerja (terkompresi).

Jika kerja yang dilakukan adalah kerja tekanan volume dan tekanan eksternal dijaga konstan, maka:

- $\Delta E = q_p + W = q_p - P_{\text{luar}} \cdot \Delta V$

- Jika tekanan luar dianggap sama dengan tekanan internal sistem P , maka:

$$\Delta E = q_p - P \cdot \Delta V \Rightarrow q_p = \Delta E + P \cdot \Delta V \Rightarrow q_p = \Delta(E + P \cdot V) \Rightarrow q_p = \Delta H$$

- Entalpi ($H = \text{heat content}$) = jumlah total energi kalor yang terkandung dalam suatu sistem.

- Perubahan entalpi (ΔH) menyatakan kalor yang diterima atau dilepas, berupa penambahan atau pengurangan energi suatu sistem dalam suatu proses perubahan energi yang berlangsung pada tekanan tetap.

Entalpi tidak dapat dihitung, yang dapat dihitung adalah ΔH . Bila diketahui $R \rightarrow P$ maka $\Delta H = H_p - H_R$

Dimana H_p = entalpi hasil reaksi (produk)

H_R = entalpi pereaksi (reaktan)

B. REAKSI EKSO TERM DAN ENDO TERM

a. Sistem dan Lingkungan

Sistem adalah bagian dari alam semesta yang menjadi pusat perhatian langsung dalam suatu eksperimen tertentu. Setiap sistem mengandung sejumlah tertentu materi dan digambarkan oleh parameter-parameter tertentu yang dikontrol oleh eksperimen.

Sistem terbagi atas:

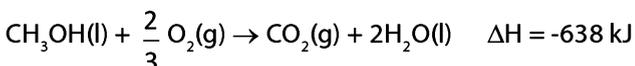
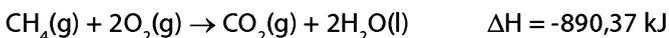
- Sistem tertutup adalah sistem yang penyekatnya mencegah aliran zat masuk dan keluar sistem (penyekatnya kedap).
- Sistem terbuka adalah sistem yang penyekatnya memungkinkan adanya aliran.

Lingkungan adalah bagian sisa dari semesta yang dapat bertukar energi dengan sistem selama proses yang diamati berlangsung.

b. Reaksi Eksoterm

Reaksi eksoterm adalah reaksi kimia yang menghasilkan kalor. Dalam reaksi ini terjadi perpindahan kalor dari sistem ke lingkungan. Energi sistem akan berkurang dan energi lingkungan akan bertambah. Perubahan entalpi untuk reaksi ini berharga negatif ($\Delta H = -$).

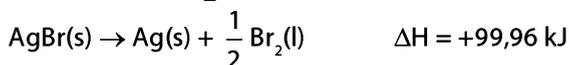
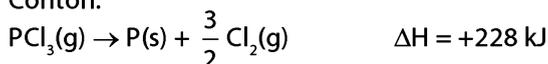
Contoh:



c. Reaksi Endoterm

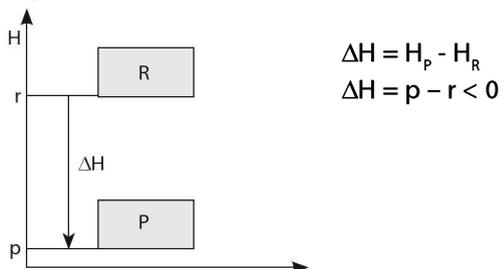
Reaksi endoterm adalah reaksi yang membutuhkan kalor. Dalam reaksi ini terjadi perpindahan kalor dari lingkungan ke sistem. Energi sistem akan bertambah dan energi lingkungan akan berkurang. Perubahan entalpi untuk reaksi ini berharga positif ($\Delta H = +$).

Contoh:

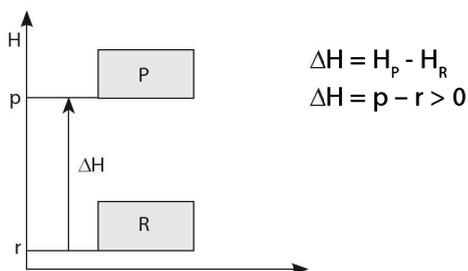


d. Diagram Reaksi

1. Diagram reaksi eksoterm



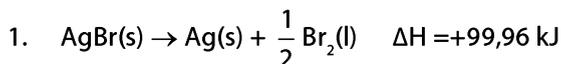
2. Diagram reaksi endoterm



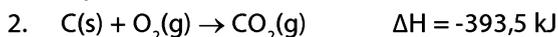
C. PERSAMAAN TERMOKIMIA DAN JENIS-JENIS ENTALPI (ΔH)

a. Persamaan Termokimia

Persamaan termokimia adalah persamaan reaksi yang dilengkapi dengan data kalor reaksi. Dalam persamaan termokimia koefisien reaksi menunjukkan jumlah mol yang sebenarnya dari zat-zat yang terlibat dalam persamaan reaksi. Contoh:



Pada penguraian 1 mol AgBr menjadi 1 mol Ag dan 0,5 mol Br₂ diperlukan kalor sebesar 99,96 kJ.



Pada pembakaran 1 mol C dengan 1 mol O₂ menjadi 1 mol CO₂ dilepaskan kalor sebesar 393,5 kJ.

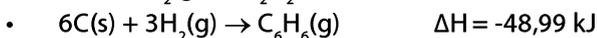
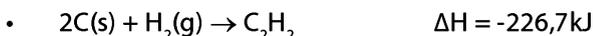


Pada pembakaran 2 mol C dengan 2 mol O₂ menjadi 2 mol CO₂ dilepaskan kalor sebesar 787 kJ.

b. Jenis-Jenis Entalpi Reaksi (ΔH)

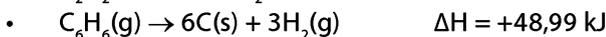
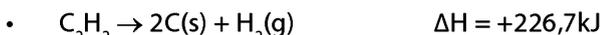
1. Entalpi pembentukan standar (ΔH_f°)

Entalpi pembentukan standar suatu senyawa menyatakan jumlah kalor yang diperlukan atau yang dibebaskan dalam pembentukan satu mol senyawa dari unsur-unsurnya yang stabil pada keadaan standar (298 K, 1 atm). Contoh:



2. Entalpi penguraian standar (ΔH_d°)

Entalpi penguraian standar suatu senyawa menyatakan jumlah kalor yang diperlukan atau dibebaskan pada penguraian satu mol senyawa menjadi unsur-unsurnya pada keadaan standar (298 K, 1 atm). Contoh:



Jadi, entalpi penguraian standar merupakan kebalikan dari entalpi pembentukan standar.

3. Entalpi pembakaran standar (ΔH_c^0)
 Entalpi pembakaran standar suatu zat (unsur atau senyawa) menyatakan jumlah kalor yang dibebaskan pada pembakaran satu mol zat (unsur atau senyawa) pada keadaan standar (298 K, 1 atm).
 Contoh:
- $C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g) \quad \Delta H = -393,5 \text{ kJ}$
 - $CH_3OH(l) + \frac{3}{2} O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(l) \quad \Delta H = -638 \text{ kJ}$
4. Entalpi pelarutan standar (ΔH_s^0)
 Entalpi pelarutan standar menyatakan kalor yang diperlukan atau dibebaskan untuk melarutkan satu mol zat pada keadaan standar (298 K, 1 atm). Contoh: $NaCl(s) \rightarrow NaCl(aq) \quad \Delta H = 3,9 \text{ kJ}$

D. PENENTUAN HARGA PERUBAHAN ENTALPI (ΔH)

a. Berdasarkan eksperimen

Harga ΔH ditentukan melalui eksperimen kalorimetri. Beberapa istilah:

1. Kalor jenis (c) adalah kalor yang dibutuhkan oleh satu gram zat untuk menaikkan suhunya sebesar $1^\circ C$.
2. Kapasitas kalor (C) adalah kalor yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu suatu zat sebesar $1^\circ C$.
3. Hubungan antara kapasitas kalor dan kalor jenis zat adalah:

$$C = c \cdot \Delta t$$

Dengan: C = kapasitas kalor ($J/^\circ C$)

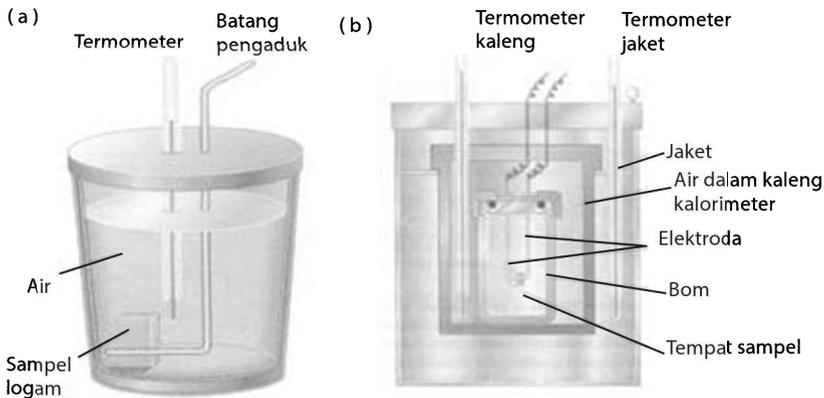
m = massa zat (g)

c = kalor jenis zat ($J/g^\circ C$)

Harga ΔH ditentukan dengan persamaan:

$$\Delta H = -m \cdot c \cdot \Delta t \quad \text{atau} \quad \Delta H = -C \cdot \Delta t$$

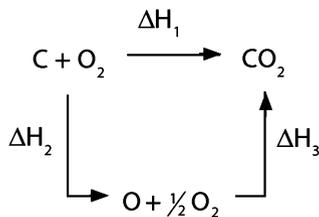
Dengan Δt = perubahan suhu = suhu akhir – suhu awal



Gambar 7.1. Jenis kalorimeter: (a) Kalorimeter styrofoam, (b) kalorimeter pembakaran/kalorimeter bom

b. Berdasarkan Hukum Hess

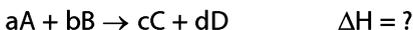
Germain Henry Hess menyatakan bahwa kalor reaksi yang dibebaskan atau diperlukan pada suatu reaksi tidak tergantung pada jalannya reaksi, tetapi hanya tergantung pada keadaan awal dan akhir reaksi. Bila digambarkan (misal pada reaksi pembentukan CO_2) sebagai berikut:



Berdasarkan hukum Hess: $\Delta H_1 = \Delta H_2 + \Delta H_3$

c. Berdasarkan data ΔH pembentukan standar

Bila diketahui suatu persamaan termokimia:



$$\Delta H = \sum \Delta H_f^\circ \text{ hasilreaksi} - \sum \Delta H_f^\circ \text{ pereaksi}$$

d. Berdasarkan energi ikatan

Reaksi kimia antara molekul-molekul memerlukan pemecahan ikatan yang ada dan pembentukan ikatan baru dengan susunan atom-atom yang berbeda. Energi ikatan adalah energi yang diperlukan pada pemutusan satu mol ikatan kimia dalam fasa gas. Bila diketahui data energi ikatan maka:

$$\Delta H = \sum \text{energi putus ikatan} - \sum \text{energi bentuk ikatan}$$

e. Perbitungan energi ikatan rata-rata

Energi ikatan rata-rata adalah energi rata-rata yang diperoleh dari hasil pemutusan ikatan satu mol senyawa dalam wujud gas. Dalam penentuannya: satu mol senyawa tersebut diuraikan menjadi atom-atomnya. Energi ikatan rata-rata dihitung dengan membagi ΔH reaksi dengan jumlah ikatannya.

Tabel 7.1. Entalpi ikatan rata-rata dan entalpi atomisasi molar

	Entalpi atomisasi molar (kJ mol ⁻¹)	Entalpi ikatan (kJ mol ⁻¹)									
		H –	C –	C =	C ≡	N –	N =	N ≡	O –	O =	
H	218,0	436	413			391			463		
C	716,7	413	348	615	812	292	615	891	351	728	
N	472,7	391	292	615	891	161	418	945			
O	249,2	463	351	728					139	498	
S	278,8	339	259	477							
F	79,0	563	441			270			185		
Cl	121,7	432	328			200			203		
Br	111,9	366	276								
I	106,8	299	240								

CONTOH SOAL DAN PEMBAHASAN

1. Tuliskan persamaan termokimia untuk reaksi-reaksi berikut!
 - a. Pada reaksi $\text{N}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{N}_2\text{H}_4(\text{g})$ dibebaskan kalor 50,63 kJ.
 - b. Pada reaksi $\frac{1}{2}\text{H}_2(\text{g}) + \text{C}(\text{s}) + \frac{1}{2}\text{N}_2 \rightarrow \text{HCN}(\text{g})$ diperlukan 135,1 kJ.

Pembahasan:

- a. $\text{N}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{N}_2\text{H}_4(\text{g}) \quad \Delta\text{H} = -50,63 \text{ kJ}$
 - b. $\text{H}_2(\text{g}) + \text{C}(\text{s}) + \text{N}_2 \rightarrow \text{HCN}(\text{g}) \quad \Delta\text{H} = +135,1 \text{ kJ}$
2. a. Diketahui $\Delta\text{H}_f^\circ \text{C}_3\text{H}_8(\text{g}) = -103,85 \text{ kJ mol}^{-1}$. Hitung kalor yang dibebaskan pada pembentukan 4,4 g C_3H_8 ($M_r = 44$)!
b. Jika diketahui $\text{H}_2(\text{g}) + \text{Br}_2(\text{l}) \rightarrow 2\text{HBr}(\text{g}) \quad \Delta\text{H} = -72 \text{ kJ}$. Hitung kalor yang diperlukan untuk menguraikan 5,6 Liter (STP) HBr menjadi unsur-unsurnya!

Pembahasan:

a. Mol C_3H_8 yang dibentuk = $\frac{4,4}{44} = 0,1 \text{ mol}$

$$\Delta\text{H reaksi} = 0,1 \text{ mol} \times -103,85 \text{ kJ mol}^{-1} = -10,385 \text{ kJ}$$

Jadi, kalor yang dibebaskannya = 10,385 kJ.

b. Dari persamaan tersebut ΔH penguraian HBr = $\frac{+72 \text{ kJ}}{2 \text{ mol}}$

$$\text{HBr yang diuraikan} = \frac{5,6 \text{ liter}}{22,4 \text{ liter mol}^{-1}} = 0,25 \text{ mol} \quad = +36 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta\text{H reaksi penguraian } 0,25 \text{ mol HBr} = 0,25 \text{ mol} \times +36 \text{ kJ mol}^{-1} = +9 \text{ kJ}$$

Jadi, kalor yang diperlukannya = 9 kJ.

3. Apabila 100 ml larutan NaOH 1 M direaksikan dengan 100 ml larutan HCl 1 M dalam bejana, ternyata suhu larutan naik dari 29°C menjadi 37,5°C. Jika kalor jenis larutan dianggap sama dengan kalor jenis air = $4,2 \text{ J g}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$, maka hitung ΔH reaksi: $\text{NaOH}(\text{aq}) + \text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{NaCl}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$?

Pembahasan:

Mol NaOH = volume NaOH × molaritas NaOH = 0,1 liter × 1 M = 0,1 mol

Mol HCl = volume HCl × molaritas HCl = 0,1 liter × 1 M = 0,1 mol

Koefisien reaksi kedua zat sama, maka kedua zat tersebut saling habis bereaksi.

Volume larutan = (100 + 100) ml = 200 ml

Massa larutan = 200 ml \cong 200 gram

ΔH reaksi = -m.c. Δt

$\Delta H = -200 \text{ g} \times 4,2 \text{ J g}^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} \times (37,5 - 29)^\circ\text{C} = -7.140 \text{ J}$

ΔH reaksi = -7.140 J = -7,14 kJ untuk 0,1 mol zat yang bereaksi.

ΔH reaksi untuk masing-masing 1 mol zat = $\frac{-7,14 \text{ kJ}}{0,1 \text{ mol}} \times 1 \text{ mol} = -71,4 \text{ kJ}$

Persamaan termokimianya adalah:

$\text{NaOH(aq)} + \text{HCl(aq)} \rightarrow \text{NaCl(aq)} + \text{H}_2\text{O(l)}$ $\Delta H = -71,4 \text{ kJ}$

4. Diketahui:

$\Delta H_f^\circ \text{CO}_2(\text{g}) = -393,5 \text{ kJ mol}^{-1}$

$\Delta H_f^\circ \text{H}_2\text{O(l)} = -242 \text{ kJ mol}^{-1}$

$\Delta H_f^\circ \text{C}_3\text{H}_8(\text{g}) = -104 \text{ kJ mol}^{-1}$

Hitung jumlah kalor yang dibebaskan jika 1 gram C_3H_8 ($M_r = 44$) dibakar sempurna membentuk gas CO_2 dan H_2O !

Pembahasan:

Reaksi pembakaran C_3H_8 adalah:

$\text{C}_3\text{H}_8(\text{g}) + 5\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 3\text{CO}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ $\Delta H = ?$

$\Delta H = \sum \Delta H_f^\circ \text{hasil reaksi} - \sum \Delta H_f^\circ \text{pereaksi}$

$\Delta H_f = (3 \times \Delta H_f^\circ \text{CO}_2(\text{g}) + 4 \times \Delta H_f^\circ \text{H}_2\text{O(l)}) - (1 \times \Delta H_f^\circ \text{C}_3\text{H}_8(\text{g}) + 5 \times \Delta H_f^\circ \text{O}_2)$

$\Delta H_f = (3 \times -393,5 + 4 \times -242) - (1 \times -104 + 5 \times 0)$

$\Delta H_f = (-1180,5 + (-968)) - (-104)$

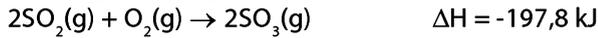
$\Delta H_f = -2044,5 \text{ kJ}$

Entalpi reaksi sebesar 2044,5 kJ merupakan kalor yang dibebaskan pada pembakaran 1 mol C_3H_8 (koefisien reaksi $\text{C}_3\text{H}_8 = 1$).

$$\text{C}_3\text{H}_8 \text{ yang dibakar (1 gram)} = \frac{1}{44} \text{ mol,}$$

$$\text{Jadi, kalor yang dibebaskan} = 2044,5 \text{ kJ mol}^{-1} \times \frac{1}{44} \text{ mol} = 46,5 \text{ kJ.}$$

5. Diketahui:

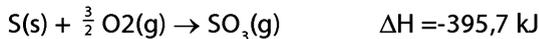
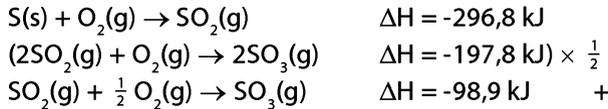


Jawablah pertanyaan berikut:

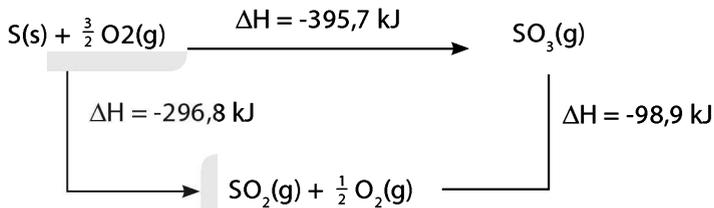
- Hitung entalpi reaksi: $\text{S(s)} + \frac{3}{2} \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{SO}_3(\text{g})!$
- Gambarkan diagram siklus energi reaksi pembentukan $\text{SO}_3!$
- Gambarkan diagram tingkat energi reaksi pembentukan $\text{SO}_3!$

Pembahasan:

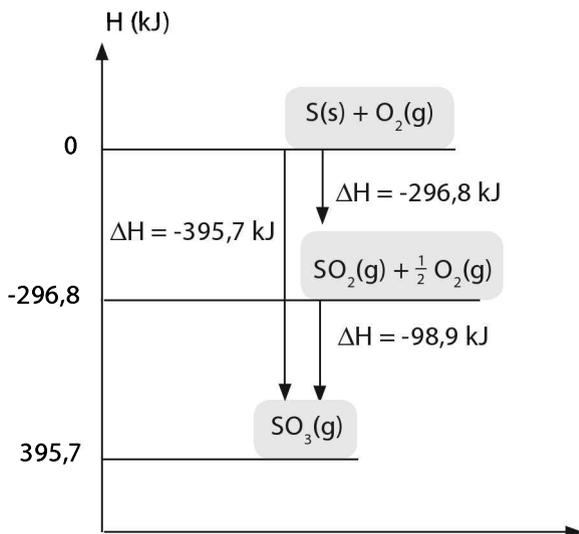
- Perubahan entalpi untuk reaksi yang diminta diperoleh dengan cara menyusun dan menjumlahkan dua reaksi yang diketahui sebagai berikut:



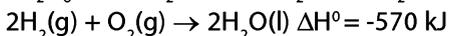
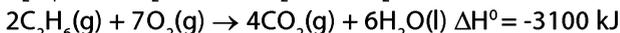
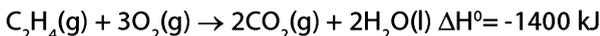
- Diagram siklus energi reaksi pembentukan SO_3



c. Diagram tingkat energi reaksi pembentukan SO_3



6. Diketahui persamaan termokimia berikut:

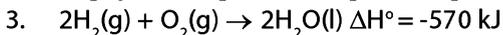
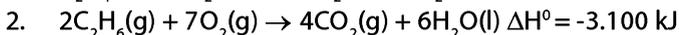
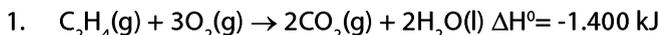


Perubahan entalpi untuk reaksi: $\text{C}_2\text{H}_4(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{C}_2\text{H}_6(\text{g})$ adalah sebesar

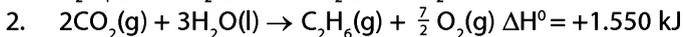
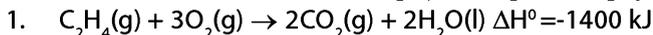
- | | |
|------------|------------|
| a. -420 kJ | d. +135 kJ |
| b. -270 kJ | e. +420 kJ |
| c. -135 kJ | |

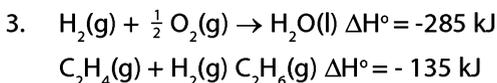
Jawaban: C

Diketahui:



Persamaan reaksi yang diminta: $\text{C}_2\text{H}_4(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{C}_2\text{H}_6(\text{g})$



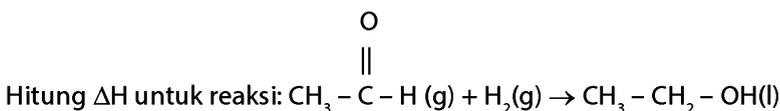


SOLUSI SMART:

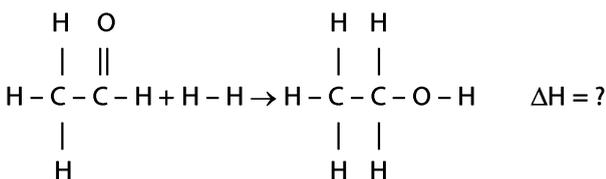
- Persamaan (1) tetap: $\Delta H^\circ = -1.400 \text{ kJ}$
- Persamaan (2) dibalik dan dikali $\frac{1}{2}$: $\Delta H^\circ = +1.550 \text{ kJ}$
- Persamaan (3) tetap dikali $\frac{1}{2}$: $\Delta H^\circ = -285 \text{ kJ}$
 $\text{C}_2\text{H}_4(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{C}_2\text{H}_6(\text{g}) = -135 \text{ kJ}$

7. Diketahui energi ikatan:

- $\text{C} - \text{H} = 413 \text{ kJ mol}^{-1}$
 $\text{C} - \text{C} = 348 \text{ kJ mol}^{-1}$
 $\text{C} = \text{O} = 799 \text{ kJ mol}^{-1}$
 $\text{C} - \text{O} = 358 \text{ kJ mol}^{-1}$
 $\text{H} - \text{H} = 436 \text{ kJ mol}^{-1}$
 $\text{O} - \text{H} = 463 \text{ kJ mol}^{-1}$



Pembahasan:



$$\Delta H = \sum \text{energi putus ikatan} - \sum \text{energi bentuk ikatan}$$

\sum energi putus ikatan:

$$\begin{array}{rcl}
 4 \text{ mol C} - \text{H} & = 4 \times 413 & = 1.652 \text{ kJ} \\
 1 \text{ mol C} - \text{C} & = 1 \times 348 & = 348 \text{ kJ} \\
 1 \text{ mol C} = \text{O} & = 1 \times 799 & = 799 \text{ kJ} \\
 1 \text{ mol H} - \text{H} & = 1 \times 436 & = 436 \text{ kJ} + \\
 & & \hline
 & & = 3.235 \text{ kJ}
 \end{array}$$

Σ Energi bentuk ikatan:

$$\begin{array}{rcl} 5 \text{ mol C-H} & = 5 \times 413 & = 2.065 \text{ kJ} \\ 1 \text{ mol C-C} & = 1 \times 348 & = 348 \text{ kJ} \\ 1 \text{ mol C-O} & = 1 \times 358 & = 358 \text{ kJ} \\ \underline{1 \text{ mol O-H}} & = \underline{1 \times 463} & = \underline{463 \text{ kJ} +} \\ & & = 3234 \text{ kJ} \end{array}$$

$$\Delta H = \Sigma \text{energi putus ikatan} - \Sigma \text{energi bentuk ikatan}$$

$$\Delta H = 3235 - 3234 = 1 \text{ kJ}$$

8. Diketahui:

$$\Delta H_f^\circ \text{CO}_2(\text{g}) = -393,5 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta H \text{ sublimasi C(s)} = +715 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\text{Energi ikatan O=O} = +249 \text{ kJ mol}^{-1}$$

Hitung energi ikatan rata-rata C=O dalam molekul CO_2 !

Pembahasan:

Energi ikatan C=O dihitung dengan membagi energi atomisasi CO_2 dengan jumlah ikatan C=O yang terdapat dalam CO_2



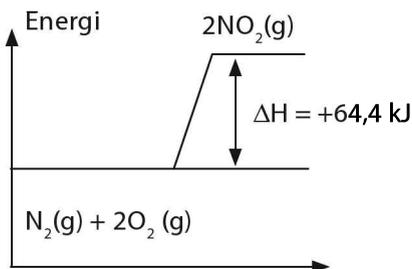
Dalam molekul CO_2 terdapat dua buah ikatan C=O sehingga energi ikatan rata-rata C=O adalah

$$\frac{+1357,5 \text{ kJ}}{2 \text{ mol}} = +678,75 \text{ kJ mol}^{-1}$$

LATIHAN SOAL 7

1. Pada proses endoterm
 - A. entalpi sistem bertambah dan perubahan entalpi negatif
 - B. entalpi sistem berkurang dan perubahan entalpi negatif
 - C. entalpi sistem berkurang dan perubahan entalpi positif
 - D. entalpi sistem bertambah dan perubahan entalpi positif
 - E. entalpi lingkungan berkurang dan perubahan entalpi negatif
2. Kalor pembentukan $\text{NH}_4\text{Cl(s)}$ pada keadaan standar adalah $-314,4 \text{ kJ mol}^{-1}$. Persamaan termokimia berikut yang menggambarkan data tersebut adalah
 - A. $\text{NH}_3(\text{g}) + \text{HCl}(\text{g}) \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}(\text{s}) \quad \Delta\text{H} = -314,4 \text{ kJ}$
 - B. $\text{NH}_4^+(\text{g}) + \text{Cl}^-(\text{g}) \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}(\text{s}) \quad \Delta\text{H} = -314,4 \text{ kJ}$
 - C. $\text{N}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NH}_4\text{Cl}(\text{s}) \quad \Delta\text{H} = -628,8 \text{ kJ}$
 - D. $\text{NH}_3(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}(\text{s}) \quad \Delta\text{H} = -314,4 \text{ kJ}$
 - E. $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) + 2\text{HCl}(\text{g}) \rightarrow 2\text{NH}_4\text{Cl}(\text{s}) \quad \Delta\text{H} = -628,8 \text{ kJ}$
3. Penulisan yang benar untuk reaksi pembentukan $\Delta\text{H H}_2\text{SO}_4(\text{l})$ adalah
 - A. $2\text{H}^+(\text{aq}) + \text{SO}_4 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4(\text{l})$
 - B. $2\text{H}(\text{g}) + \text{S}(\text{s}) + 4\text{O}(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4(\text{l})$
 - C. $\text{H}_2(\text{g}) + \text{SO}_4 + 2\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4(\text{l})$
 - D. $\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{SO}_3(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4(\text{l})$
 - E. $\text{H}_2(\text{g}) + \text{S}(\text{s}) + 2\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4(\text{l})$

4. Perhatikan diagram tingkat energi!



Pernyataan yang benar adalah

- k calor untuk membentuk satu mol NO_2 adalah 64,4 kJ
 - reaksi pembentukan NO_2 adalah endoterm
 - kandungan energi hasil reaksi sama dengan pereaksi
 - kandungan energi pereaksi lebih besar daripada hasil reaksi
 - pada penguraian dua mol NO_2 dibutuhkan kalor 64,4 kJ
5. Reaksi $2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ $\Delta H = -88$ kJ. Besarnya kalor yang diperlukan untuk penguapan 9 gram air ($M_r = 18$) adalah
- 88 kJ
 - 44 kJ
 - 22 kJ
 - 17,6 kJ
 - 8,8 kJ
6. Yang disebut kalor pembentukan adalah kalor reaksi dari
- $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl}$
 - $\frac{1}{2} \text{H}_2 + \frac{1}{2} \text{I}_2 \rightarrow \text{HI}$
 - $2\text{S} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{SO}_3$
 - $\text{NH}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$
 - $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$
7. Diketahui reaksi: $\text{H}_2(\text{g}) + \text{Br}_2(\text{l}) \rightarrow 2\text{HBr}(\text{g})$ $\Delta H = -72$ kJ. Untuk menguraikan 11,2 dm^3 gas HBr (STP) menjadi unsur-unsurnya diperlukan kalor sebanyak
- 9 kJ
 - 18 kJ
 - 36 kJ
 - 72 kJ
 - 144 kJ

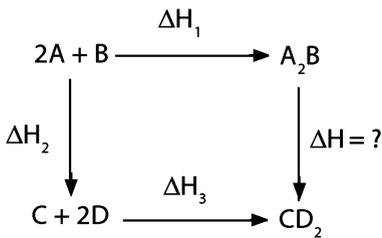
8. Diketahui reaksi: $2S(s) + 3O_2(g) \rightarrow 2SO_3(g)$ $\Delta H = -800$ kJ. Jika kalor yang dihasilkan hanya 100 kJ, maka gas SO_3 yang terbentuk pada kondisi yang mana 10 liter gas nitrogen ($A_r N = 14$) bermassa 7 gram adalah
- A. 5 liter
B. 5,6 liter
C. 10 liter
D. 11,2 liter
E. 20 liter
9. Diketahui reaksi:
 $NaOH + HCl \rightarrow NaCl + H_2O$ $\Delta H = -56$ kJ
 Jika 100 cm³ larutan HCl 0,25 M direaksikan dengan 200 cm³ NaOH 0,15 M, maka ΔH reaksi sama dengan
- A. -0,56 kJ
B. -1,40 kJ
C. -1,68 kJ
D. -2,80 kJ
E. -3,08 kJ
10. Diketahui 10,9 gram serbuk seng ($Zn = 65,4$) direaksikan dengan larutan $CuSO_4$. Reaksi yang terjadi menimbulkan kenaikan suhu 8,7°C. Jika untuk menaikkan suhu 1°C diperlukan kalor 4 kJ, maka ΔH reaksi: $Zn(s) + CuSO_4(aq) \rightarrow ZnSO_4(aq) + Cu(s)$ adalah
- A. -5,8 kJ
B. -34,8 kJ
C. -104 kJ
D. -208,8 kJ
E. -621,0 kJ
11. Sebanyak 50 ml (= 50 gram) larutan HCl 1 M bersuhu 27°C dicampur dengan 50 ml (= 50 gram) larutan NaOH 1 M juga bersuhu 27°C dalam suatu kalorimeter gelas plastik. Ternyata, suhu campuran naik sampai 32°C. Jika kalor jenis larutan dianggap sama dengan kalor jenis air, yaitu 4,18 J g⁻¹ K⁻¹, maka ΔH penetralan dari reaksi tersebut adalah ... kJ mol⁻¹.
- A. -418
B. -41,8
C. -0,45
D. +104,5
E. +209

12. Jika diketahui ΔH pembentukan:

$C_2H_2OH = -57,8$ kkal; $H_2O = -66,4$ kkal dan $CO_2 = -94,1$ kkal maka pada pembakaran 4,6 gram C_2H_5OH akan

- A. dilepaskan kalor 329,6 kkal
- B. diserap kalor 329,6 kkal
- C. dilepaskan kalor 102,7 kkal
- D. diserap kalor 84,8 kkal
- E. dilepaskan kalor 32,96 kkal

13. Berdasarkan diagram:



Perubahan entalpi reaksi untuk $A_2B \rightarrow CD_2$ adalah

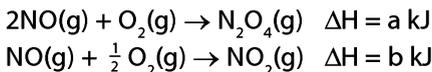
- A. $\Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3$
- B. $-\Delta H_1 + \Delta H_2 - \Delta H_3$
- C. $-\Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3$
- D. $\Delta H_1 - \Delta H_2 - \Delta H_3$
- E. $\Delta H_1 - \Delta H_2 + \Delta H_3$

14. Bila entalpi pembakaran asetilena pada reaksi:

$C_2H_2(g) + 2,5 O_2 \rightarrow 2CO_2(g) + H_2O(l)$ adalah $-a$ kJ/mol, sedangkan entalpi pembentukan $CO_2(g) = -b$ kJ/mol dan $H_2O(l) = -c$ kJ/mol, maka menurut hukum Hess, entalpi pembentukan asetilena adalah

- A. $-a + 2b + c$
- B. $-a - 2b - c$
- C. $-a - 2b + c$
- D. $a + 2b + c$
- E. $a - 2b - c$

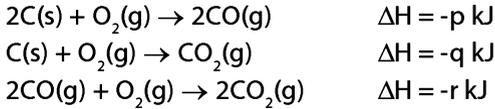
15. Diketahui persamaan termokimia sebagai berikut:



Besarnya ΔH untuk reaksi $2NO_2(g) \rightarrow N_2O_4(g)$ adalah

- A. (a + b) kJ
 B. (a + 2b) kJ
 C. (-a + 2b) kJ
 D. (a - 2b) kJ
 E. (2a + b) kJ

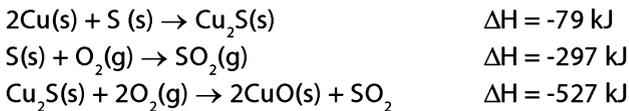
16. Diketahui:



Sesuai dengan hukum Hess, maka

- A. $p = q + r$
 B. $2q = p + r$
 C. $q = 2(p + r)$
 D. $p = -q - r$
 E. $p + 2q = r$

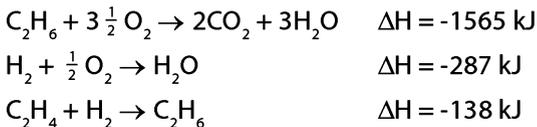
17. Diberikan persamaan termokimia sebagai berikut:



Harga entalpi pembentukan CuO adalah

- A. -75 kJ
 B. -150 kJ
 C. -154,5 kJ
 D. -309 kJ
 E. +451 kJ

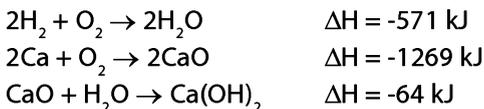
18. Diketahui:



Entalpi pembakaran C_2H_4 adalah

- A. +1990 kJ
 B. -1990 kJ
 C. +1416 kJ
 D. -1416 kJ
 E. -1565 kJ

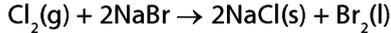
19. Dari data:



Entalpi pembentukan $\text{Ca(OH)}_2 = \dots$

- A. -984 kJ
 B. -856 kJ
 C. -1161 kJ
 D. -1966 kJ
 E. -1904 kJ

20. Karena memiliki keelektronegatifan yang lebih besar, klorin dapat mendesak bromin dari senyawanya, seperti pada reaksi:



Jika, entalpi pembentukan (ΔH_f°) $\text{NaCl}(\text{s}) = -411 \text{ kJ/mol}$ dan $\text{NaBr}(\text{s}) = -360 \text{ kJ/mol}$, maka perubahan entalpi pada reaksi tersebut adalah

- A. -102 kJ
 B. -309 kJ
 C. -462 kJ
 D. -771 kJ
 E. -776 kJ

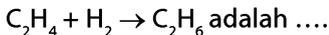
21. Jika diketahui $\Delta H_f^\circ \text{CH}_4 = -74,85 \text{ kJ}$, $\Delta H_f^\circ \text{CO}_2 = -393,7 \text{ kJ}$ dan $\Delta H_f^\circ \text{H}_2\text{O} = -285,85 \text{ kJ}$. Maka ΔH pembakaran metana adalah

- A. -890,55 kJ
 B. -604,70 kJ
 C. -998,40 kJ
 D. -1040,25 kJ
 E. -1284,25 kJ

22. Jika diketahui energi ikatan:

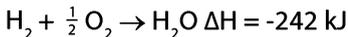
$\text{C} = \text{C}$	=	607 kJ
$\text{H} - \text{H}$	=	436 kJ
$\text{C} - \text{H}$	=	415 kJ
$\text{C} - \text{C}$	=	348 kJ

Maka besarnya ΔH reaksi:



- A. -171 kJ
 B. +171 kJ
 C. -135 kJ
 D. +135 kJ
 E. -118 kJ

23. Diketahui:



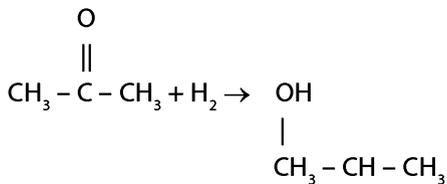
Jika, energi ikatan $\text{H} - \text{H}$ dan $\text{O} = \text{O}$ masing-masing 436 kJ dan 500 kJ, maka energi ikatan rata-rata $\text{H} - \text{O}$ adalah ... kJ.

- A. 121
 B. 242
 C. 363
 D. 464
 E. 589

24. Apabila energi ikatan:

- C – H = 415 kJ mol⁻¹
 C – C = 348 kJ mol⁻¹
 C = O = 724 kJ mol⁻¹
 H – H = 436 kJ mol⁻¹
 C – O = 356 kJ mol⁻¹
 O – H = 463 kJ mol⁻¹

Besarnya ΔH untuk reaksi:



Adalah ... kJ.

- A. -95
 B. -74
 C. +74
 D. +95
 E. +510

25. Diketahui entalpi pembakaran 1 mol CH₄ = -18 kkal dan energi ikatan:

- O = O = 119 kkal mol⁻¹
 C = O = 173 kkal mol⁻¹
 O – H = 110 kkal mol⁻¹

Energi ikatan C – H adalah

- A. 6,75 kkal
 B. 11,05 kkal
 C. 33,13 kkal
 D. 66,2 kkal
 E. 132,5 kkal

26. Diketahui energi ikatan:

- H – H = 346 kJ mol⁻¹
 H – Br = 366 kJ mol⁻¹
 Br – Br = 224 kJ mol⁻¹

Kalor yang dibebaskan pada pembentukan 8,1 gram HBr adalah
(H = 1; Br = 80)

- A. 15,5 kJ
- B. 12,4 kJ
- C. 8,1 kJ
- D. 6,2 kJ
- E. 3,1 kJ

27. Diketahui energi ikatan sebagai berikut:

- C – H = 414 kJ mol⁻¹
- C = O = 803 kJ mol⁻¹
- O – H = 464 kJ mol⁻¹
- O = O = 498 kJ mol⁻¹

Jika ΔH pembakaran C₂H₂ = -1260 kJ mol⁻¹ maka energi ikatan C \equiv C adalah

- A. 309 kJ
- B. 540 kJ
- C. 807 kJ
- D. 841 kJ
- E. 1260 kJ

28. Diketahui energi ikatan:

- C = C = 614 kJ/mol
- C – C = 348 kJ/mol
- C – H = 413 kJ/mol
- C – Cl = 328 kJ/mol
- Cl – Cl = 244 kJ/mol

Maka ΔH reaksi: H₂C = CH₂ + Cl₂ → CH₂Cl – CH₂Cl adalah

- A. -31 kJ
- B. -62 kJ
- C. -93 kJ
- D. -124 kJ
- E. -146 kJ

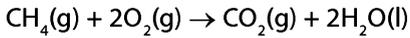
29. Diketahui data energi ikatan rata-rata berikut :

- H – H = 104,2 kkal.mol⁻¹
- Cl – Cl = 57,8 kkal.mol⁻¹
- H – Cl = 103,2 kkal.mol⁻¹

Kalor yang diperlukan untuk menguraikan 146 gram HCl (A_r H = 1, Cl = 35,5) menjadi unsur-unsurnya adalah

- A. 22,2 kkal
B. 44,4 kkal
C. 88,8 kkal
D. 265,1 kkal
E. 825,8 kkal

30. Diketahui reaksi pembakaran gas metana:



Pada reaksi tersebut dihasilkan kalor sebesar 327,5 kJ. Jika diketahui energi ikatan rata-rata:

$$\text{C} - \text{H} = 414 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\text{O} = \text{O} = 498 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\text{C} = \text{O} = 803 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\text{O} - \text{H} = 464 \text{ kJ mol}^{-1}$$

Massa metana yang dibakar adalah

- A. 17,2 gram
B. 8,6 gram
C. 6,5 gram
D. 4,2 gram
E. 2,2 gram



Kimia (bahasa Arab: kimiya atau bahasa Yunani: khemeia, "perubahan benda/zat") adalah ilmu tentang komposisi, struktur, dan sifat zat atau materi.

LAJU REAKSI

8

A. LAJU REAKSI

Cepat lambatnya suatu reaksi berlangsung disebut dengan istilah laju reaksi. Dalam suatu reaksi kimia terjadi perubahan pereaksi menjadi hasil reaksi. Pada saat awal reaksi, zat produk belum terbentuk, sedangkan pada saat reaksi berlangsung, zat produk mulai terbentuk. Lama kelamaan konsentrasi zat produk semakin bertambah dan konsentrasi zat pereaksi semakin berkurang. Dengan demikian, laju reaksi dapat diartikan sebagai bertambahnya konsentrasi produk dan berkurangnya konsentrasi pereaksi tiap satuan waktu.

Misalkan ada suatu persamaan reaksi berikut: $R \rightarrow P$

Berdasarkan persamaan reaksi tersebut, dapat diketahui bahwa:

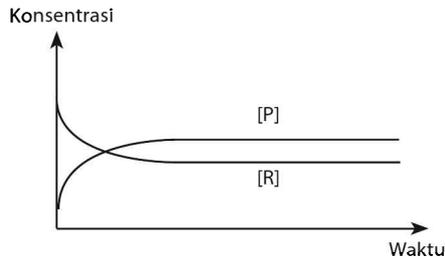
1. Besarnya pengurangan konsentrasi R per satuan waktu = $v = \frac{-\Delta[R]}{\Delta t}$
2. Besarnya penambahan konsentrasi P per satuan waktu = $v = \frac{+\Delta[P]}{\Delta t}$

Dengan: v = laju reaksi

$\Delta[R]$ = perubahan konsentrasi reaktan (M)

$\Delta[P]$ = perubahan konsentrasi produk (M)

Δt = waktu reaksi

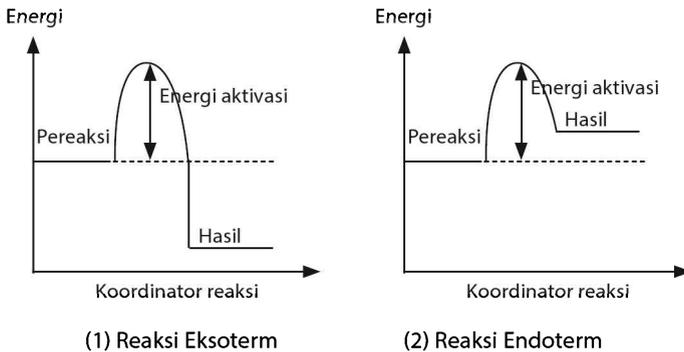


Gambar 8.1. Grafik laju reaksi

B. TEORI TUMBUKAN DAN ENERGI AKTIVASI

Berdasarkan teori tumbukan, reaksi kimia akan berlangsung karena terjadi tumbukan efektif antar partikel-partikel yang bereaksi. Semakin sering tumbukan terjadi, semakin cepat reaksi berlangsung. Akan tetapi, tidak semua tumbukan dapat menghasilkan reaksi, hanya partikel-partikel yang mempunyai energi yang cukup dan posisi yang baik yang dapat menghasilkan reaksi.

Energi aktivasi (E_a) adalah energi minimum yang harus dimiliki oleh partikel-partikel untuk dapat melakukan tumbukan. Makin rendah energi aktivasi, makin cepat reaksi berlangsung.



Gambar 8.2. Energi aktivasi reaksi eksoterm dan reaksi endoterm.

Teori tumbukan tersebut akhirnya diperbaiki oleh teori keadaan transisi. Dalam teori ini dinyatakan bahwa ada suatu keadaan yang harus dilewati oleh molekul-molekul yang bereaksi menuju ke keadaan akhir. Keadaan tersebut disebut keadaan transisi.

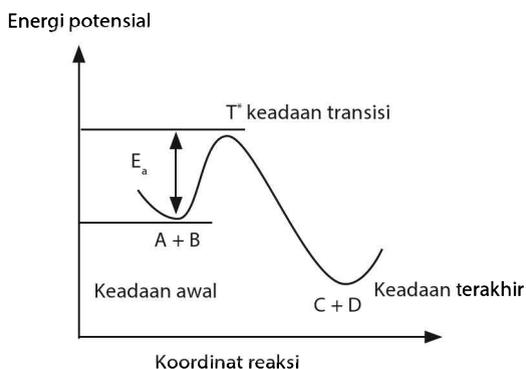
Mekanisme reaksi keadaan transisi dapat ditulis sebagai berikut:



Dengan: A dan B = molekul-molekul pereaksi

T^* = molekul dalam keadaan transisi

C dan D = molekul-molekul hasil reaksi



Gambar 8.3. Keadaan transisi T^* adalah keadaan yang harus dilalui molekul sebelum berubah menjadi produk.

Dari diagram terlihat bahwa energi pengaktifan E_a merupakan selisih antara energi keadaan transisi dengan energi keadaan awal. Hal ini berarti bahwa molekul-molekul pereaksi harus memiliki energi paling sedikit sebesar E_a agar dapat mencapai keadaan transisi (T^*) dan kemudian menjadi hasil reaksi (C dan D).

C. FAKTOR-FAKTOR YANG MEMENGARUHI LAJU REAKSI

a. Konsentrasi

Reaksi kimia berlangsung lebih cepat jika konsentrasi zat yang bereaksi lebih besar. Hal ini karena dengan semakin besar konsentrasi, maka semakin banyak partikel zat sehingga tumbukan antarpartikel semakin sering terjadi. Dengan demikian reaksi berlangsung makin cepat.

b. Luas permukaan sentuh

Pada pencampuran pereaksi yang berbeda fase, seperti cairan dengan padatan, reaksi kimia berlangsung pada bidang sentuh. Laju reaksi dapat diperbesar dengan memperbesar luas bidang sentuh.

Contoh reaksi kimia antara pualam dengan larutan HCl yang dinyatakan dengan persamaan reaksi:



Jika dibandingkan antara pualam berbentuk kepingan dengan berbentuk serbuk, ternyata serbuk pualam bereaksi lebih cepat. Hal ini menunjukkan bahwa pualam berbentuk serbuk mempunyai permukaan bidang sentuh yang lebih luas sehingga reaksi lebih mudah terjadi. Dengan demikian, semakin luas permukaan sentuh, semakin besar peluang terjadinya tumbukan efektif sehingga reaksi pun akan semakin cepat.

c. Subu

Melalui proses pemanasan reaksi kimia umumnya berlangsung lebih cepat. Contoh reaksi antara larutan natrium tiosulfat dengan larutan HCl yang dinyatakan dengan persamaan reaksi:



Hasil percobaan menunjukkan bahwa laju reaksi pembentukan endapan belerang dalam jumlah tertentu berlangsung sekitar dua kali lebih cepat pada kenaikan suhu 10°C. Untuk itu, berlaku rumus berikut:

$$v_t = v_o (2)^{\frac{\Delta T}{10}} \quad \text{atau} \quad t_t = t_o \left(\frac{1}{2} \right)^{\frac{\Delta T}{10}}$$

Dengan: v_o = laju reaksi mula-mula
 v_t = laju reaksi akhir
 t_o = waktu mula-mula
 t = waktu akhir
 ΔT = selisih suhu

Catatan : Bila besar laju 3 kali semula maka (2) diganti (3)

Bila laju diganti waktu maka (2) menjadi $\left(\frac{1}{2} \right)$

Pada tahun 1889, Svante Arrhenius menyarankan bahwa tetapan laju bervariasi secara eksponensial dengan kebalikan suhu:

$$k = A \cdot e^{-E_a/RT}$$

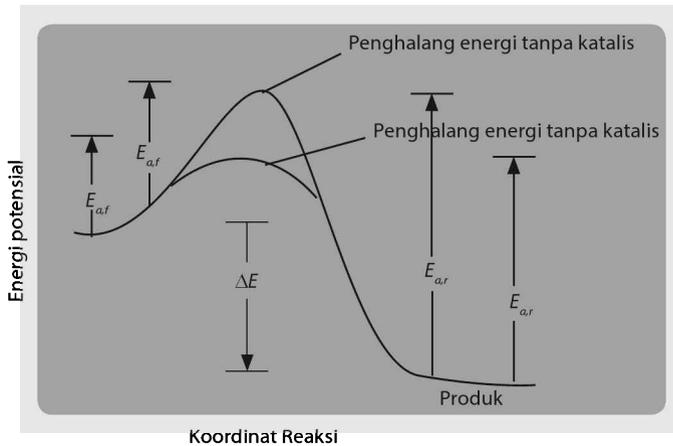
- o Dengan E_a adalah tetapan dengan dimensi energi dan A adalah tetapan dengan dimensi yang sama dengan k. Logaritma natural dari persamaan ini menghasilkan:

$$\ln k = \ln A - \frac{E_a}{RT}$$

- o Dengan demikian, plot $\ln k$ terhadap $\frac{1}{T}$ seharusnya menghasilkan garis lurus dengan lereng $-E_a/R$ dan perpotongan $\ln A$.

d. Katalisator

Katalisator merupakan zat yang dapat mempercepat reaksi, tetapi tidak mengalami perubahan kekal dalam reaksi. Katalisator berperan dalam menurunkan energi aktivasi sehingga reaksi dapat berjalan lebih cepat.



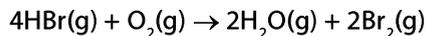
Gambar 8.4. Perbandingan antara reaksi tanpa katalisator dengan katalisator.

Ada dua tipe katalisator, yaitu:

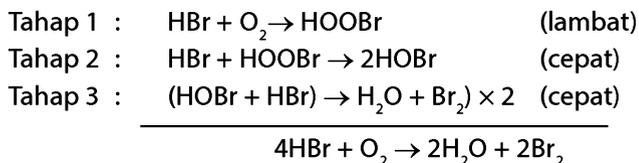
1. Katalisator homogen, yaitu katalisator yang sama fasenya dengan pereaksi, misal gas NO sebagai katalisator pada penguraian gas ozon (O_3).
2. Katalisator heterogen, yaitu katalisator yang berbeda fasenya dengan pereaksi. Misal serbuk V_2O_5 pada proses kontak pembuatan asam sulfat.

D. MEKANISME REAKSI

Mekanisme reaksi merupakan tahap-tahap yang dilalui suatu reaksi. Misalkan, reaksi antara gas hidrogen bromida dengan oksigen sebagai berikut:



Tumbukan sekaligus antara empat molekul HBr dengan satu molekul O_2 kecil sekali kemungkinannya terjadi. Tumbukan yang mungkin berhasil adalah tumbukan antara dua molekul, yaitu satu molekul HBr dengan satu molekul O_2 . Hal ini berarti reaksi di atas berlangsung dalam beberapa tahap. Perkiraan tahap-tahapnya adalah sebagai berikut:



Dari contoh di atas, ternyata secara eksperimen kecepatan berlangsungnya reaksi tersebut ditentukan oleh laju reaksi pembentukan HOBr yang berlangsung lambat. Oleh karena itu, reaksi pembentukan HOBr disebut tahap penentu laju reaksi.

E. PERSAMAAN LAJU REAKSI

Hubungan antara konsentrasi pereaksi dan laju reaksi dituliskan dalam suatu persamaan laju atau hukum laju. Secara umum dituliskan sebagai berikut.

Untuk reaksi: $a\text{A} + b\text{B} \rightarrow c\text{C} + d\text{D}$, maka laju reaksinya:

$$v = k [\text{A}]^x [\text{B}]^y$$

Dengan: v = laju reaksi
 k = tetapan laju reaksi
 $[\text{A}]$ = konsentrasi zat A
 $[\text{B}]$ = konsentrasi zat B
 x = orde reaksi terhadap A
 y = orde reaksi terhadap B

Catatan: x dan y dapat berbeda nilainya dengan koefisien reaksi.

F. PENENTUAN ORDE REAKSI

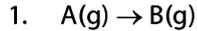
Orde reaksi atau tingkat reaksi atau pangkat konsentrasi adalah angka yang menunjukkan besarnya pengaruh konsentrasi terhadap laju reaksi.

Penentuan orde reaksi dapat ditentukan dengan dua cara, yaitu:

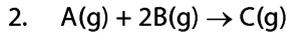
- a. Reaksi yang sederhana biasanya berlaku untuk reaksi yang homogen

Penentuan orde reaksi berdasarkan koefisien reaksinya.

Contoh:



$$v = k[A] \rightarrow \text{orde reaksinya } 1$$



$$v = k[A][B]^2 \rightarrow \text{orde reaksinya } 1 + 3 = 4$$

b. Reaksi kompleks

Penentuan orde reaksi tidak berdasarkan koefisien reaksi melainkan berdasarkan dari data percobaan (eksperimen).

Macam-macam orde reaksi

1. Reaksi orde nol

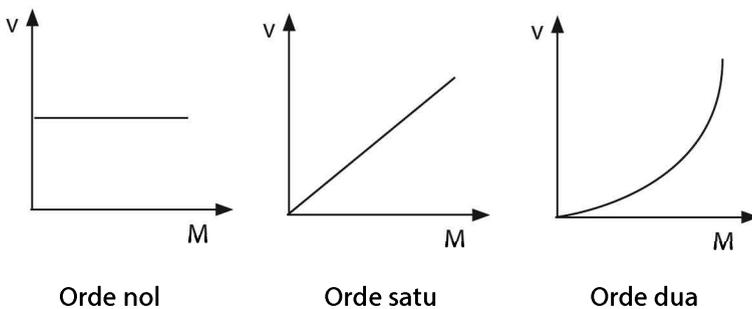
Reaksi orde nol menunjukkan bahwa perubahan konsentrasi pereaksi tidak memengaruhi kecepatan reaksi.

2. Reaksi orde satu

Reaksi orde satu menunjukkan bahwa perubahan konsentrasi pereaksi berbanding lurus dengan perubahan laju reaksi. Apabila konsentrasi diubah menjadi dua kali lebih besar, reaksi akan berlangsung dua kali lebih cepat.

3. Reaksi orde dua

Reaksi orde dua menunjukkan bahwa perubahan kuadrat konsentrasi pereaksi berbanding lurus dengan perubahan kecepatan reaksi. Apabila konsentrasi diubah menjadi dua kali lebih besar, reaksi akan berlangsung empat kali lebih cepat.



Gambar 8.5. Macam-macam grafik orde reaksi

CONTOH SOAL DAN PEMBAHASAN

1. Diketahui reaksi penguraian nitrogen dioksida menjadi nitrogen oksida dan oksigen: $2\text{NO}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$
- Nyatakan persamaan laju reaksi pengurangan konsentrasi $\text{NO}_2(\text{g})$, laju reaksi penambahan konsentrasi NO dan O_2 !
 - Jika laju reaksi pengurangan konsentrasi $\text{NO}_2 = 4 \times 10^{-13} \text{ M s}^{-1}$, hitung laju reaksi penambahan NO dan O_2 !

Pembahasan:

a. reaksi pengurangan konsentrasi NO_2 ; $V_{\text{NO}_2} = -\frac{\Delta[\text{NO}_2]}{\Delta t}$

Laju reaksi penambahan konsentrasi NO ; $V_{\text{NO}} = +\frac{\Delta[\text{NO}]}{\Delta t}$

Laju reaksi penambahan konsentrasi O_2 ; $V_{\text{O}_2} = +\frac{\Delta[\text{O}_2]}{\Delta t}$

- b. Jika $V_{\text{NO}_2} = 4 \times 10^{-13} \text{ M s}^{-1}$ dan sesuai dengan koefisien persamaan reaksi bahwa :

$$V_{\text{NO}_2} : V_{\text{NO}} : V_{\text{O}_2} = 2 : 2 : 1, \text{ maka :}$$

$$V_{\text{NO}} = \frac{2}{2} \times V_{\text{NO}_2} = \frac{2}{2} \times 4 \times 10^{-13} \text{ M s}^{-1} = 4 \times 10^{-13} \text{ M s}^{-1}$$

$$V_{\text{O}_2} = \frac{1}{2} \times V_{\text{NO}_2} = \frac{1}{2} \times 4 \times 10^{-13} \text{ M s}^{-1} = 2 \times 10^{-13} \text{ M s}^{-1}$$

2. Pada reaksi: $\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{I}^- + 2\text{H}^+ \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{I}_2$, konsentrasi H_2O_2 berubah dari 1 M menjadi 0,95 M dalam waktu 100 detik. Perubahan laju Γ dalam $\text{M}\cdot\text{detik}^{-1}$ sebesar

- | | |
|---------|----------|
| A. 0,5 | D. 0,01 |
| B. 0,2 | E. 0,001 |
| C. 0,05 | |

Jawaban: E

Dalam 100 detik konsentrasi H_2O_2 berubah dari 1 M menjadi 0,95 M.

Laju reaksi perubahannya adalah

$$v_{\text{H}_2\text{O}_2} = -\frac{0,95 \text{ M} - 1 \text{ M}}{100 \text{ detik}} = 5 \times 10^{-4} \text{ M.detik}^{-1}$$

Perbandingan koefisien H_2O_2 dengan I^- adalah 1 : 2, maka:

$$\begin{aligned} \text{Laju perubahan } \text{I}^- &= \frac{2}{1} \times v_{\text{H}_2\text{O}_2} \\ &= \frac{2}{1} \times 5 \times 10^{-4} \text{ M.detik}^{-1} \\ &= 0,001 \text{ M.detik}^{-1} \end{aligned}$$

3. Setiap kenaikan 10°C laju reaksi menjadi 3 kali semula. Tentukan laju reaksi pada suhu 80°C dibandingkan suhu 30°C !

Pembahasan:

Suhu ($^\circ\text{C}$)	30	40	50	60	70	80
Laju reaksi (M/detik)	v_0	$3v_0$	$9v_0$	$27v_0$	$81v_0$	$243v_0$

Jadi, laju reaksinya adalah $243v_0$.

SOLUSI SMART:

$$v_t = v_0 (3)^{\frac{T_1 - T_2}{10}}$$

$$v_t = v_0 (3)^{\frac{80 - 30}{10}} \rightarrow v_t = v_0 3^5 = 243 v_0$$

4. Bila suhu reaksi dinaikkan 10°C , maka kecepatan reaksinya akan menjadi dua kali lipat. Kalau pada suhu $t^\circ\text{C}$ reaksi akan berlangsung selama 12 menit, maka pada suhu $(t + 30)^\circ\text{C}$, reaksi akan berlangsung selama
- A. 4 menit
B. 3 menit
C. 2 menit
D. 1,5 menit
E. 1 menit

Jawaban: D

Setiap suhu naik 10°C laju reaksi dua kali lebih cepat atau waktu reaksi berlangsung menjadi setengahnya.

Suhu (°C) : t (t + 10) (t + 20) (t + 30)

Waktu reaksi (menit) : 12 6 3 1,5

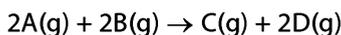
Jadi, reaksi pada suhu (t + 30) °C berlangsung selama 1,5 menit.

SOLUSI SMART:

$$t_{\text{akhir}} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{\text{suhu akhir} - \text{suhu awal}}{10}} \times t_{\text{awal}}$$

$$t_{\text{akhir}} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{(t+30)-t}{10}} \times 20 \text{ menit} = \left(\frac{1}{2}\right)^3 \times 12 \text{ menit} = 1,5 \text{ menit}$$

5. Dalam reaksi berikut, diperoleh data di bawah ini.



Data ke-	[A] awal (Mol dm ⁻³)	[B] awal (Mol dm ⁻³)	v (mol dm ⁻³ jam ⁻¹)
01	6,2 x 10 ⁻⁴	5,0 x 10 ⁻³	3,4 x 10 ⁻¹⁰
02	6,2 x 10 ⁻⁴	1,0 x 10 ⁻²	1,4 x 10 ⁻⁹
03	6,2 x 10 ⁻⁴	1,5 x 10 ⁻²	3,1 x 10 ⁻⁹
04	1,2 x 10 ⁻³	1,5 x 10 ⁻²	6,2 x 10 ⁻⁹
05	1,9 x 10 ⁻³	1,5 x 10 ⁻²	9,3 x 10 ⁻⁹

- Tentukan orde reaksi terhadap A dan B!
- Tuliskan persamaan laju reaksinya!
- Hitung nilai tetapan laju k!

Pembahasan:

- Menentukan orde reaksi terhadap A dan B
 - Orde A diperoleh dengan melihat data [B] yang tetap (dipilih data 3 dan 4)

$$\left(\frac{6,2 \times 10^{-4}}{1,2 \times 10^{-3}}\right)^x = \frac{3,1 \times 10^{-9}}{6,2 \times 10^{-9}} \Leftrightarrow \left(\frac{1}{2}\right)^x = \frac{1}{2} \Leftrightarrow x = 1$$

- Orde B diperoleh dengan melihat data [A] yang tetap (dipilih data 1 dan 2)

$$\left(\frac{5,0 \times 10^{-3}}{1,0 \times 10^{-2}}\right)^y = \frac{3,4 \times 10^{-10}}{1,4 \times 10^{-9}} \Leftrightarrow \left(\frac{1}{2}\right)^y = \frac{1}{4} \Leftrightarrow y = 2$$

Jadi orde A = 1 dan orde B = 2.

- Persamaan laju reaksi: $v = k [A] [B]^2$
- Menghitung k, maka boleh dipilih salah satu data di tabel. Misal data ke-1 dipilih, maka:

$$v = k [A] [B]^2 \Leftrightarrow k = \frac{v}{[A][B]^2}$$

$$= \frac{3,4 \times 10^{-10} \text{ mol dm}^{-3} \text{ jam}^{-1}}{6,2 \times 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3} \cdot (5,0 \times 10^{-3})^2 \text{ mol}^2 \text{ dm}^{-6}} = 0,022 \text{ mol}^{-2} \text{ dm}^6 \text{ jam}^{-1}$$

- Dari reaksi H_2 dan NO diperoleh data sebagai berikut:

Percobaan	[H ₂] awal	[NO] awal	Waktu (detik)
1	0,1	0,1	120
2	0,1	0,2	60
3	0,2	0,2	15

Maka orde reaksi total adalah

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

Jawaban: C

Misal orde reaksi terhadap $\text{H}_2 = a$, maka

$$\left(\frac{0,1}{0,2}\right)^a = \frac{15}{60} \Leftrightarrow \left(\frac{1}{2}\right)^a = \frac{1}{4} \Leftrightarrow a = 2$$

Misal orde reaksi terhadap NO = b, maka

$$\left(\frac{0,1}{0,2}\right)^b = \frac{60}{120} \Leftrightarrow \left(\frac{1}{2}\right)^b = \frac{1}{2} \Leftrightarrow b = 1$$

Jadi orde reaksi total = a + b = 2 + 1 = 3

7. Persamaan laju reaksi untuk: $P + 2Q \rightarrow R$ adalah $V = [P][Q]^2$. Jika konsentrasi P dan Q semula masing-masing 1 molar, hitung laju reaksi pada saat konsentrasi P tinggal $\frac{3}{4}$ molar!

Pembahasan:

Oleh karena P tinggal $\frac{3}{4}$ molar, maka P yang bereaksi = $1 - \frac{3}{4} = \frac{1}{4}$ molar dan Q yang bereaksi = $\frac{2}{1} \times \frac{1}{4} = \frac{2}{4}$ molar. Q bersisa = $1 - \frac{2}{4} = \frac{2}{4}$.

Reaksi tersebut ditulis

	$P + 2Q \rightarrow R$	
Awal	1	1
Bereaksi	$-\frac{1}{4}$	$-\frac{2}{4}$
<hr/>		
Sisa	$\frac{3}{4}$	$\frac{2}{4}$

Laju reaksi diperoleh dengan mensubstitusikan [P] sisa dan [Q] sisa ke dalam persamaan laju sehingga: laju = $\left(\frac{3}{4}\right) \cdot \left(\frac{3}{4}\right)^2 = \frac{12}{64}$.

LATIHAN SOAL 8

- Laju reaksi: $2P + 3Q_2 \rightarrow 2PQ_3$ dapat dinyatakan sebagai
 - penambahan konsentrasi P tiap satuan waktu
 - penambahan konsentrasi Q_2 tiap satuan waktu
 - Penambahan konsentrasi PQ_3 tiap satuan waktu
 - Penambahan konsentrasi P dan Q_2 tiap satuan waktu
 - Penambahan konsentrasi P, Q_2 , dan PQ_3 tiap satuan waktu
- Jika reaksi: $\frac{1}{2} N_2(g) + \frac{3}{2} H_2(g) \rightarrow NH_3(g)$, laju reaksi berdasarkan N_2 dinyatakan sebagai r_N dan berdasarkan H_2 dinyatakan sebagai r_H , maka ...

A. $r_N = r_H$	D. $r_N = \frac{3}{2} r_H$
B. $r_N = \frac{1}{2} r_H$	E. $r_N = \frac{1}{4} r_H$
C. $r_N = \frac{1}{3} r_H$	
- Nitrogen oksida bereaksi dengan hidrogen pada suhu tinggi menurut persamaan: $2NO(g) + 2H_2 \rightarrow N_2(g) + 2H_2O(g)$. Jika pada waktu tertentu laju reaksi nitrogen oksida $0,36 \text{ mol l}^{-1}\text{s}^{-1}$, maka laju reaksi gas nitrogen adalah

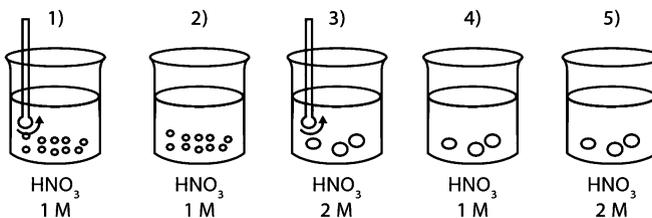
A. $0,09 \text{ mol l}^{-1}\text{s}^{-1}$	D. $0,54 \text{ mol l}^{-1}\text{s}^{-1}$
B. $0,18 \text{ mol l}^{-1}\text{s}^{-1}$	E. $0,72 \text{ mol l}^{-1}\text{s}^{-1}$
C. $0,36 \text{ mol l}^{-1}\text{s}^{-1}$	

4. Pada reaksi penguraian $A_2B_2 \rightarrow 2A + 2B$, konsentrasi A_2B_2 mula-mula 1 M, setelah reaksi berlangsung 2 menit konsentrasi A_2B_2 menjadi 0,4 M. laju pembentukan zat A pada saat itu adalah
- A. 1,2 M/s
B. 0,6 M/s
C. 0,2 M/s
- D. 0,02 M/s
E. 0,01 M/s
5. Pada reaksi antara batu marmer ($CaCO_3$) dengan larutan asam klorida.

No	$CaCO_3$	HCl
1	5 gram, butiran	50 ml, 0,1 M
2	5 gram, serbuk	50 ml, 0,1 M
3	5 gram, butiran	50 ml, 0,5 M
4	5 gram, serbuk	50 ml, 0,5 M
5	5 gram, bongkahan	50 ml, 0,5 M

Dari data di atas, reaksi yang berlangsung paling cepat adalah

- A. 1
B. 2
C. 3
- D. 4
E. 5
6. Sebanyak 3 gram logam perak, dimasukkan ke dalam larutan asam nitrat dengan perlakuan sebagai berikut:



Laju reaksi yang dipengaruhi oleh luas permukaan terdapat pada nomor

- A. 1) dan 2)
B. 1) dan 3)
C. 2) dan 4)
- D. 3) dan 5)
E. 4) dan 5)

7. Faktor-faktor berikut akan memperbesar laju reaksi, *kecuali*
- pada suhu tetap ditambah katalisator
 - suhu dinaikkan
 - pada suhu tetap tekanan diperbesar
 - pada suhu tetap volume diperbesar
 - pada volume tetap ditambah zat pereaksi lebih banyak
8. Di antara pereaksi berikut, yang diharapkan bereaksi paling cepat adalah
- 20 ml HCl 0,2 M + 20 ml $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1 M pada 30°C
 - 20 ml HCl 0,1 M + 20 ml $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1 M pada 30°C + 10 ml air pada 30°C
 - 20 ml HCl 0,1 M + 20 ml $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1 M pada 40°C
 - 20 ml HCl 0,2 M + 20 ml $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1 M pada 40°C
 - 20 ml HCl 0,2 M + 20 ml $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1 M pada 30°C + 20 ml air pada 40°C
9. Pernyataan yang *benar* tentang orde reaksi adalah
- banyaknya molekul dalam tahap paling cepat
 - jumlah pangkat konsentrasi yang tercantum dalam rumus laju reaksi
 - perbandingan banyaknya molekul pereaksi dan hasil reaksi
 - banyaknya molekul dalam tahap penentu laju reaksi
 - perbandingan banyaknya molekul zat-zat yang bereaksi
10. Diketahui reaksi $\text{A} + \text{B} + \text{C} \rightarrow \text{produk}$, laju reaksinya adalah $V = k[\text{A}]^{\frac{1}{2}}[\text{B}]^{\frac{1}{3}}[\text{C}]^{\frac{1}{4}}$. Orde reaksi total adalah
- $\frac{12}{13}$
 - $\frac{13}{12}$
 - 1
 - 2
 - $2\frac{1}{2}$
11. Jika reaksi $\text{A} + \text{B} \xrightarrow{h\nu} \text{AB}$ dan laju reaksinya berorde nol maka
- laju reaksi tidak tergantung pada temperatur
 - laju reaksi tidak tergantung pada konsentrasi pereaksi
 - laju pembentukan kompleks teraktivasi sama dengan nol

- D. laju pengurangan kompleks teraktivasi sama dengan nol
 E. laju reaksi berbanding lurus terhadap konsentrasi pereaksi
12. Diketahui reaksi $A \rightarrow \text{produk}$. Jika konsentrasi A dinaikkan empat kali maka laju reaksinya menjadi dua kali lebih cepat. Orde reaksi A adalah
- A. 0
 B. $\frac{1}{2}$
 C. 1
 D. 2
 E. 3

13. Rumus laju reaksi antara pereaksi P dan Q sebagai berikut:

$$v = k[P]^{\frac{1}{2}}[Q]$$

Pernyataan berikut yang *tidak benar* adalah

- A. orde reaksi adalah $1\frac{1}{2}$
 B. orde reaksi adalah $\frac{1}{2}$ terhadap P
 C. laju reaksi menjadi setengahnya, jika konsentrasi P setengahnya pada [Q] tetap
 D. laju reaksi menjadi dua kali, jika konsentrasi Q menjadi dua kali pada [P] tetap
 E. laju reaksi menjadi $\sqrt{2}$ kali, jika konsentrasi P menjadi dua kali pada [Q] tetap
14. Suatu reaksi orde dua terhadap zat x. Jika konsentrasi awal zat x dibuat separuhnya, faktor yang menyatakan pengaruhnya terhadap laju reaksi adalah
- A. $\frac{1}{4}$
 B. $\sqrt{\frac{1}{2}}$
 C. $\frac{1}{2}$
 D. 2
 E. 3
15. Laju reaksi dari suatu reaksi gas dinyatakan sebagai $v = k[A][B]$. Bila volume yang ditempati gas-gas tersebut diperkecil sepertiga kali volume semula, maka laju reaksinya jika dibandingkan dengan laju reaksi semula menjadi

21. Pada suhu tertentu terjadi reaksi:

$P(g) + Q(g) \rightarrow R(g) + S(g)$ diperoleh data sebagai berikut

No.	[P] (M)	[Q] (M)	Laju ($M s^{-1}$)
1	0,5	1,0	6×10^{-4}
2	1,5	1,0	54×10^{-4}
3	2,0	1,5	$21,6 \times 10^{-3}$
4	1,0	2,0	x

Besarnya harga x adalah

- A. 288×10^{-4} D. 72×10^{-4}
B. 192×10^{-4} E. 48×10^{-4}
C. 96×10^{-4}

22. Untuk reaksi: $2X + Y \rightarrow Z$, diperoleh data sebagai berikut:

No.	[X] (M)	[Y] (M)	Waktu (detik)
1	0,5	1,0	252
2	1,5	1,0	28
3	2,0	1,5	7
4	1,0	2,0	n

Harga n adalah

- A. 156 D. 15,75
B. 62 E. 3,5
C. 31,5

23. Satuan tetapan jenis reaksi (k), tergantung pada orde reaksi. Satuan tetapan jenis reaksi untuk orde dua adalah

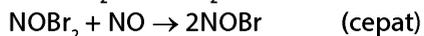
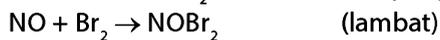
- A. $M^2 s^{-2}$ D. $M^{-2} s^{-2}$
B. $M s^{-1}$ E. $M^{-1} s^{-1}$
C. $M^{-1} s$

24. Bila suhu suatu reaksi dinaikkan $10^\circ C$, maka lajunya menjadi dua kali lebih besar. Jika pada suhu $t^\circ C$ reaksi berlangsung selama 4 menit maka pada suhu $(t + 30)^\circ C$ reaksi akan berlangsung selama

- A. 8 menit
- B. 4 menit
- C. 2 menit
- D. 1 menit
- E. $\frac{1}{2}$ menit

25. Kenaikan suhu akan mempercepat laju reaksi, karena
- A. kenaikan suhu akan menaikkan energi pengaktifan zat yang bereaksi
 - B. kenaikan suhu akan memperbesar konsentrasi zat yang bereaksi
 - C. kenaikan suhu akan memperbesar energi kinetik molekul pereaksi
 - D. kenaikan suhu akan memperbesar luas permukaan
 - E. kenaikan suhu akan memperbesar tekanan
26. Peranan katalisator pada suatu reaksi kimia adalah
- A. meningkatkan energi aktivasi
 - B. mengurangi tahap-tahap reaksi dalam mekanisme reaksi
 - C. memperbanyak tumbukan yang terjadi
 - D. menurunkan energi aktivasi dengan memperbanyak tahap-tahap reaksi
 - E. turut bereaksi dan berubah menjadi zat lain
27. Energi tumbukan terendah yang diperlukan untuk terjadinya reaksi dinamakan
- A. energi potensial
 - B. energi kinetik
 - C. energi pengaktifan
 - D. energi disosiasi
 - E. energi ikatan
28. Di antara pernyataan berikut yang *tidak benar* adalah
- A. katalisator memperbesar laju reaksi
 - B. makin besar energi pengaktifan, maka makin cepat reaksi berlangsung
 - C. laju reaksi ditentukan oleh tahap reaksi yang berlangsung paling lambat
 - D. katalisator tidak mengubah entalpi reaksi
 - E. makin besar konsentrasi pereaksi, makin besar frekuensi tumbukan

29. Reaksi: $2\text{NO} + \text{Br}_2 \rightarrow 2\text{NOBr}$ mempunyai tahap sebagai berikut:



Persamaan laju reaksinya adalah

A. $v = k[\text{NO}]^2[\text{Br}_2]$

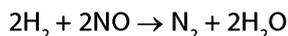
D. $v = k[\text{NOBr}_2]$

B. $v = k[\text{NO}][\text{Br}_2]$

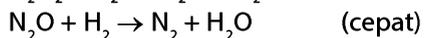
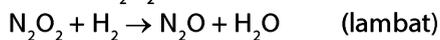
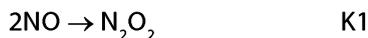
E. $v = k[\text{NOBr}]^2$

C. $v = k[\text{NOBr}_2][\text{NO}]$

30. Reaksi:



menurut mekanisme reaksi sebagai berikut:



Maka hukum laju reaksi dapat dinyatakan dengan

A. $v = k[\text{NO}]^2[\text{H}_2]$

D. $v = k[\text{N}_2\text{O}][\text{N}_2\text{O}_2]$

B. $v = k[\text{NO}][\text{H}_2]$

E. $v = k[\text{H}_2\text{O}][\text{N}_2\text{O}_2]$

C. $v = k[\text{N}_2][\text{H}_2]$

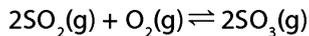


KESETIMBANGAN KIMIA

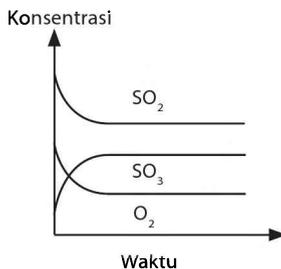
9

A. KEADAAN KESETIMBANGAN

Perhatikan reaksi kesetimbangan berikut.

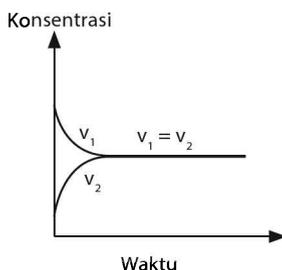


Misalkan, dalam suatu ruang pada suhu tetap direaksikan gas SO_2 dan gas O_2 dengan perbandingan mol 2 : 1 (tidak mesti hanya untuk mempermudah grafik). Sejalan dengan bertambahnya waktu reaksi, maka konsentrasi SO_2 dan O_2 makin berkurang, sedangkan konsentrasi SO_3 bertambah besar. Perubahan konsentrasi masing-masing zat tersebut ditunjukkan pada gambar berikut.

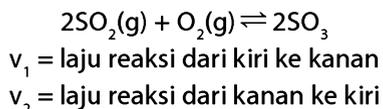


Gambar 9.1 Perubahan konsentrasi pereaksi dan hasil reaksi menuju keadaan setimbang.

Dengan berkurangnya konsentrasi SO_2 dan O_2 , maka laju reaksi ke kanan (v_1) makin berkurang. Di lain pihak, dengan bertambahnya konsentrasi SO_3 , maka laju reaksi ke kiri (v_2) bertambah besar. Perubahan laju reaksi tersebut ditunjukkan pada gambar 9.2.



Gambar 9.2. Perubahan reaksi terhadap waktu pada reaksi bolak balik.



Selama kesetimbangan berlangsung, tidak terjadi perubahan yang dapat dilihat maupun diukur (perubahan makroskopis). Namun perubahan mikroskopis (dalam tingkat molekuler) berlangsung terus menerus secara seimbang. Artinya, pembentukan gas SO_3 dan penguraiannya berlangsung secara setimbang. Oleh karena perubahan mikroskopis berlangsung terus, maka suatu kesetimbangan kimia dikatakan sebagai kesetimbangan dinamis. Jadi, kesetimbangan kimia adalah suatu keadaan di mana laju reaksi ke arah kanan sama dengan ke arah kiri.

B. JENIS-JENIS KESETIMBANGAN KIMIA

- a. Kesetimbangan dalam sistem homogen
 1. Kesetimbangan dalam sistem gas-gas.
Contoh: $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g})$
 2. Kesetimbangan dalam sistem larutan-larutan.
Contoh: $\text{NH}_4\text{OH}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$

- b. Kesetimbangan dalam sistem heterogen
1. Kesetimbangan dalam sistem padat-gas.
Contoh: $\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$
 2. Kesetimbangan dalam sistem padat-larutan.
Contoh: $\text{BaSO}_4(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Ba}^{2+}(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$
 3. Kesetimbangan dalam sistem larutan-padat-gas.
Contoh: $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2(\text{s}) \rightleftharpoons \text{CaCO}_3(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{CO}_2(\text{g})$

C. PENENTUAN TETAPAN KESETIMBANGAN

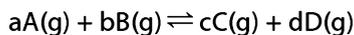
a. Hukum Kesetimbangan

Pada tahun 1864 Cato Guldberg dan Peter Waage menemukan hubungan yang tetap antara konsentrasi komponen-komponen dalam kesetimbangan. Hubungan tersebut dinamakan hukum kesetimbangan atau hukum aksi massa yang berbunyi: *“Hasil kali konsentrasi setimbang zat-zat di ruas kanan dibagi dengan hasil kali konsentrasi setimbang zat-zat di ruas kiri, masing-masing dipangkatkan dengan koefisien reaksinya, mempunyai harga tetap pada suhu tetap.”*

Dalam hukum tersebut adanya suatu tetapan yang tergantung pada suhu yang disebut tetapan kesetimbangan (K_c).

b. Persamaan Tetapan Kesetimbangan

1. Untuk kesetimbangan homogen berikut:

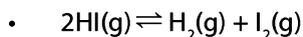


Persamaan kesetimbangannya adalah:

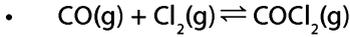
$$K_c = \frac{[\text{C}]^c [\text{D}]^d}{[\text{A}]^a [\text{B}]^b}$$

Satuan dari K_c adalah $\text{Molar}^{(c+d) - (a+b)}$

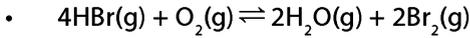
2. Beberapa contoh penulisan tetapan kesetimbangan, K_c sebagai berikut:



$$K_c = \frac{[\text{H}_2][\text{I}_2]}{[\text{HI}]^2}$$

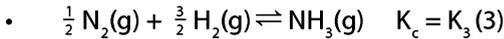
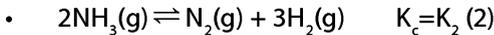
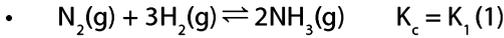


$$K_c = \frac{[\text{COCl}_2]}{[\text{CO}][\text{Cl}_2]}$$



$$K_c = \frac{[\text{H}_2\text{O}]^2 [\text{Br}_2]^2}{[\text{HBr}]^4 [\text{O}_2]}$$

3. Hubungan antara K_c dengan persamaan kimia yang setara. Perhatikan reaksi kesetimbangan yang melibatkan gas N_2 , H_2 , dan NH_3 berikut:



Hubungan antara K_1 , K_2 , dan K_3 dijelaskan sebagai berikut:

- Persamaan K_c untuk ketiga reaksi tersebut adalah

$$K_1 = \frac{[\text{NH}_3]^2}{[\text{N}_2][\text{H}_2]^3}; K_2 = \frac{[\text{N}_2][\text{H}_2]^3}{[\text{NH}_3]^2}; K_3 = \frac{[\text{NH}_3]}{[\text{H}_2]^{\frac{1}{2}}[\text{N}_2]^{\frac{1}{2}}}$$

- Reaksi (2) merupakan kebalikan dari reaksi (1), maka

$$K_2 = \frac{1}{K_1}$$

- Reaksi (3) merupakan reaksi (1), tetapi koefisien reaksinya dikali dengan $\frac{1}{2}$ sehingga $K_3 = K_1^{\frac{1}{2}}$

4. Dengan demikian disimpulkan bahwa:

- Jika persamaan reaksi kesetimbangan dibalik, maka $K_c' =$

$$\frac{1}{K_c}$$

- Jika koefisien reaksi kesetimbangan dibagi dengan faktor n , maka $K_c' = K_c^{\frac{1}{n}}$

- Jika koefisien reaksi kesetimbangan dikali dengan faktor n , maka $K_c' = K_c^n$

5. Tetapan kesetimbangan berdasarkan tekanan parsial
- Tekanan parsial adalah tekanan bagian dari masing-masing gas apabila hanya satu macam gas yang mengisi suatu ruangan.
 - Tekanan parsial suatu gas X dalam suatu ruang dinyatakan :

$$pX = \frac{\text{molX}}{\text{moltotal}} \times P_{\text{total}}$$

- Jika diketahui suatu reaksi kesetimbangan:
 $aA(g) + bB(g) \rightleftharpoons cC(g) + dD(g)$; maka

$$K_p = \frac{(P_c)^c (P_d)^d}{(P_A)^a (P_B)^b}$$

Dengan:

K_p = tetapan kesetimbangan berdasarkan tekanan gas

$P_{A,B,C,D}$ = tekanan parsial gas A, B, C dan D

c. Hubungan antara K_p dengan K_c

$$K_p = K_c (RT)^{\Delta n}$$

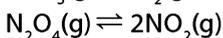
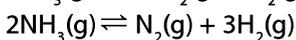
Dengan: Δn = jumlah koefisien gas kanan – jumlah koefisien gas kiri

R = tetapan gas universal = 0,0821 liter.atm/mol K

T = suhu mutlak (K)

D. DERAJAT DISOSIASI

Disosiasi adalah reaksi penguraian suatu senyawa menjadi zat-zat yang lebih sederhana. Beberapa contoh reaksi disosiasi:



Derajat disosiasi adalah perbandingan jumlah zat yang terurai terhadap jumlah zat sebelum terurai (mula-mula). Derajat disosiasi dilambangkan dengan α .

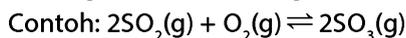
$$\text{Derajat disosiasi}(\alpha) = \frac{\text{jumlah mol zat terurai}}{\text{jumlah mol zat mula - mula}}$$

Harga α adalah $0 < \alpha < 1$ atau $0 < \alpha < 100\%$.

E. FAKTOR-FAKTOR YANG MEMENGARUHI KESETIMBANGAN

a. Konsentrasi

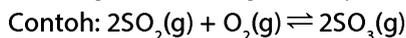
Jika konsentrasi salah satu zat yang bereaksi ditambah, maka kesetimbangan kimia akan bergeser dari arah penambahan konsentrasi.



Jika konsentrasi SO_2 atau O_2 ditambah, maka kesetimbangan akan bergeser menuju produk (SO_3).

b. Tekanan

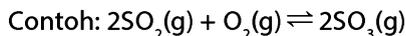
Jika tekanan ditambah, volume akan berkurang sehingga kesetimbangan akan bergeser ke jumlah mol yang kecil.



Jika tekanan ditambah, kesetimbangan bergeser ke kanan (menuju produk SO_3).

c. Volume

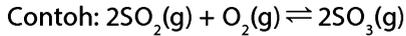
Jika volume diperbesar, tekanan mengecil sehingga kesetimbangan akan bergeser ke jumlah mol yang besar.



Jika volume diperbesar, kesetimbangan bergeser ke kiri (menuju pereaksi SO_2 dan O_2).

d. Suhu

Jika suhu dinaikkan, maka reaksi akan bergeser ke arah reaksi endoterm dan jika suhu diturunkan maka reaksi akan bergeser ke arah reaksi eksoterm.



Jika suhu dalam reaksi tersebut dinaikkan, maka reaksi akan bergeser ke kiri.

F. PERGESERAN KESETIMBANGAN

a. Asas Le Chatelier

Menurut Henri Louis Le Chatelier (1884) bahwa *bila terhadap suatu kesetimbangan dilakukan suatu tindakan (aksi), maka sistem itu akan mengadakan reaksi yang cenderung mengurangi pengaruh aksi tertentu*. Cara sistem mengadakan reaksi adalah dengan melakukan pergeseran ke kiri atau ke kanan.

b. Faktor-faktor yang memengaruhi pergeseran kesetimbangan

1. Konsentrasi

Apabila dalam sistem kesetimbangan, konsentrasi salah satu zat diperbesar maka kesetimbangan akan bergeser ke arah yang berlawanan dari zat tersebut. Sebaliknya, jika konsentrasi salah satu zat diperkecil maka kesetimbangan akan bergeser ke arah zat tersebut.

2. Volume dan tekanan

Penambahan tekanan dengan memperkecil volume berarti memperbesar konsentrasi komponen. Menurut asas Le Chatelier, reaksi sistem adalah mengurangi tekanan sehingga kesetimbangan akan bergeser ke pihak reaksi dengan jumlah koefisien lebih kecil. Perubahan tekanan tidak mempengaruhi zat padat dan zat cair murni. Oleh karena itu, koefisien zat padat atau zat cair tidak diperhitungkan. Perubahan tekanan pun tidak berpengaruh jika jumlah koefisien gas di ruas kiri dan kanan sama.

3. Suhu

Menurut asas Le Chatelier, jika sistem kesetimbangan dinaikkan suhunya, maka reaksi sistem adalah menurunkan suhu berarti kesetimbangan bergeser ke arah reaksi yang menyerap kalor (endoterm). Sebaliknya jika suhu sistem diturunkan maka kesetimbangan bergeser ke arah reaksi yang menghasilkan kalor.

4. Katalisator

Fungsi katalisator dalam reaksi kesetimbangan adalah untuk mempercepat tercapainya kesetimbangan dan tidak mengubah letak kesetimbangan. Hal ini dikarenakan katalisator dapat mempercepat reaksi ke kanan dan ke kiri sama besar.

G. KESETIMBANGAN DALAM INDUSTRI

1. Pembuatan Amonia Menurut Proses Haber-Bosch

Pembuatan gas amonia dari pencampuran gas hidrogen dan gas nitrogen pertama kali ditemukan oleh Fritz Haber (1868-1934), seorang ahli kimia Jerman, pada tahun 1908. Sedangkan proses industri pembuatan amonia secara besar-besaran ditemukan oleh Carl Bosch (1874-1940). Akhirnya proses pembuatan amonia disebut proses Haber-Bosch.

Persamaan reaksi pembuatan amonia sebagai berikut:



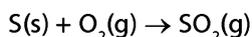
Reaksi antara gas nitrogen dan hidrogen hanya berlangsung pada suhu tinggi. Pada suhu tersebut reaksi berlangsung secara eksotermis dan merupakan reaksi kesetimbangan. Reaksi pembuatan amonia ditetapkan pada suhu 550°C dan tekanan 150-350 atmosfer. Dalam proses Haber Bosch digunakan katalisator oksida-oksida besi. Fungsi katalisator ini adalah untuk mempercepat tercapainya keadaan kesetimbangan. Adapun kegunaan gas amonia adalah sebagai bahan dasar pembuatan pupuk, garam-garam nitrat dan berbagai senyawa nitrogen.

2. Pembuatan Asam Sulfat Menurut Proses Kontak

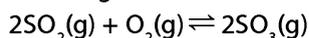
Proses kontak merupakan proses pembuatan asam sulfat dengan cara mengoksidasi gas SO_2 dengan gas O_2 dari udara melalui pemakaian katalisator V_2O_5 (vanadium pentaoksida).

Adapun langkah-langkah pembuatannya adalah sebagai berikut:

- Belerang dibakar dengan udara membentuk belerang dioksida.

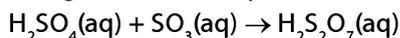


- Belerang dioksida dioksidasi menjadi belerang trioksida.

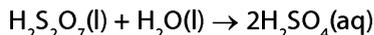


Pada tahap ini digunakan suhu 500°C , tekanan satu atmosfer dan katalisator V_2O_5 .

- Belerang trioksida dilarutkan dalam asam sulfat pekat menghasilkan asam pirosulfat.



- Asam pirosulfat direaksikan dengan air menghasilkan asam sulfat pekat.



Kegunaan asam sulfat sangat penting bagi industri tekstil, cat, plastik, bahan peledak, akumulator, dan lain-lain.

CONTOH SOAL DAN PEMBAHASAN

1. Pada reaksi kesetimbangan berikut:



Produksi amonia dapat ditingkatkan dengan cara

- | | |
|----------------------------|---------------------------|
| (1) Menurunkan suhu reaksi | (3) Meningkatkan tekanan |
| (2) Ditambahkan katalis | (4) Menambahkan gas inert |

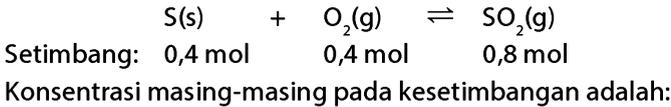
Jawaban: B (1 dan 3)

- (1) Menurunkan suhu reaksi = benar; karena jika suhu diturunkan maka reaksi kesetimbangan bergeser ke reaksi eksoterm ($\Delta H < 0$).

- (2) Ditambahkan katalis = salah; katalis hanya mempercepat tercapainya kesetimbangan, tetapi tidak dapat menggeser reaksi kesetimbangan.
- (3) Menaikkan tekanan = benar; karena jika tekanan dinaikkan maka reaksi kesetimbangan bergeser ke jumlah koefisien gas kecil. Jumlah koefisien gas kiri (= 4) > jumlah koefisien gas kanan (= 2). Jadi reaksi kesetimbangan tersebut bergeser ke kanan.
- (4) Menambahkan gas inert = salah; pergeseran kesetimbangan terjadi jika ada penambahan zat gas-gas (atau terlarut) yang terdapat dalam persamaan reaksi.

2. Jika pada reaksi kesetimbangan: $S(s) + O_2(g) \rightleftharpoons SO_2(g)$; dalam volume 2 liter terdapat 0,4 mol S; 0,4 mol O_2 ; dan 0,8 mol SO_2 , tentukan K_c !

Pembahasan:



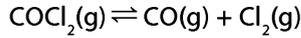
$$[O_2] = \frac{0,4 \text{ mol}}{2 \text{ liter}} = 0,2 \text{ M} \text{ dan } [SO_2] = \frac{0,8 \text{ mol}}{2 \text{ liter}} = 0,4 \text{ M}$$

$$K_c = \frac{[SO_2]}{[O_2]} = \frac{0,4}{0,2} = 2$$

3. Dalam ruangan 2 liter terdapat 0,4 mol fosgen, yang terurai menurut reaks : $CoCl_2(g) \rightleftharpoons CO(g) + Cl_2(g)$. Bila dalam keadaan setimbang terdapat 0,1 mol CO. Tetapannya adalah
- A. $1,67 \cdot 10^{-1}$
 - B. $1,67 \cdot 10^{-2}$
 - C. 0,6
 - D. 6
 - E. 60

Jawaban: B

Oleh karena perbandingan koefiseien $CoCl_2 : CO : Cl_2 = 1 : 1 : 1$: maka 0,1 mol CO yang terbentuk setara dengan 0,1 mol Cl_2 yang terbentuk dan 0,1 mol $CoCl_2$ yang terurai. Diskemakan sebagai berikut:



Mula-mula	0,4 mol	0	0
Reaksi	-0,1 mol	0,1 mol	0,1 mol
Setimbang	0,3 mol	0,1 mol	0,1 mol

Pada saat setimbang:

$$[\text{COCl}_2] = \frac{0,3 \text{ mol}}{2 \text{ L}} = 0,15 \text{ M}; [\text{CO}] = \frac{0,1 \text{ mol}}{2 \text{ L}} = 0,05 \text{ M};$$

$$[\text{Cl}_2] = \frac{0,1 \text{ mol}}{2 \text{ L}} = 0,05 \text{ M}$$

$$K_c = \frac{[\text{CO}][\text{Cl}_2]}{[\text{COCl}_2]} = \frac{0,05 \cdot 0,05}{0,15} = 1,67 \cdot 10^{-2}$$

4. Pada suhu 27°C dalam volume 1 liter, 4 mol gas SO₃ dibiarkan terurai sesuai dengan reaksi:



Jika pada keadaan setimbang terdapat 2 mol gas oksigen, tentukan harga K_c dan K_p!

Pembahasan:

O₂ pada keadaan setimbang = 2 mol maka:

Mol SO₂ pada keadaan setimbang (yang terbentuk) =

$$\frac{2}{1} \times \text{mol O}_2 = \frac{2}{1} \times 2 \text{ mol} = 4 \text{ mol}$$

SO₃ yang bereaksi = mol SO₂ yang terbentuk = 4 mol

SO₃ pada keadaan setimbang = (8 - 4) mol = 4 mol

Konsentrasi masing-masing zat tersebut pada kesetimbangan adalah:

Dalam volume 1 liter [SO₃] = 4 mol/liter; [SO₂] = 4 mol/liter; dan [O₂] = 2 mol/liter.



Mula-mula	8 mol	0	0
Reaksi	- 4 mol	4 mol	2 mol
Setimbang	4 mol	4 mol	2 mol

$$K_c = \frac{[\text{SO}_2]^2 [\text{O}_2]}{[\text{SO}_3]^2} = \frac{(4)^2 \cdot 2}{(4)^2} = 2$$

$$K_p = K_c (\text{RT})^{\Delta n}$$

$$\Delta n = \text{jumlah koefisien gas kanan} - \text{jumlah koefisien gas kiri} \\ = (2+1) - 2 = 1$$

$$T = 27 + 273 = 300 \text{ K}$$

Oleh karena $\Delta n = 1$, maka $K_p = K_c (\text{RT})$

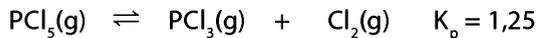
$$K_p = 2,0,0821 \cdot 300 = 49,3$$

5. Reaksi: $\text{PCl}_5(\text{g}) \rightleftharpoons \text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$ mempunyai $K_p = 1,25$ pada 150°C . Pada suhu tersebut tekanan parsial dari gas PCl_5 dan gas PCl_3 saat kesetimbangan adalah $0,90 \text{ atm}$ dan $0,75 \text{ atm}$, maka tekanan parsial gas Cl_2 (dalam atm) adalah

- A. 0,15 D. 1,50
B. 0,75 E. 1,65
C. 0,90

Jawaban: D

Misal pada saat setimbang tekanan parsial $\text{Cl}_2 = y \text{ atm}$, maka:



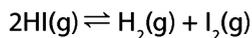
Setimbang: $0,90 \text{ atm}$ $0,75 \text{ atm}$ $y \text{ atm}$

$$K_p = \frac{(p\text{PCl}_3)(p\text{Cl}_2)}{(p\text{PCl}_5)}$$

$$1,25 = \frac{0,75 \cdot y}{0,90} \Leftrightarrow y = \frac{1,25 \cdot 0,90}{0,75} = 1,5$$

Jadi $K_p \text{Cl}_2 = 1,5 \text{ atm}$

6. Pada suhu tertentu, gas HI terurai sesuai dengan persamaan reaksi:



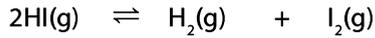
Jika pada keadaan setimbang jumlah mol HI dan $\text{H}_2 = 3 : 4$. Tentukan derajat disosiasi HI!

Pembahasan:

Mol H₂ pada keadaan setimbang = mol H₂ terbentuk = 4 mol

$$\text{Mol HI terurai} = \frac{2}{1} \times \text{mol H}_2 = \frac{2}{1} \times 4 \text{ mol} = 8 \text{ mol}$$

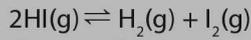
Mol HI mula-mula = mol HI setimbang + mol HI terurai = (3 + 8) = 11 mol



Mula-mula	11 mol		
Reaksi	- 8 mol	4 mol	+
Setimbang	3 mol	4 mol	

$$\text{Derajat Disosiasi HI} = \frac{8}{11}$$

SOLUSI SMART:



Setimbang (mol) 3 4

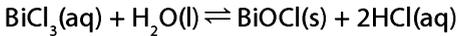
$$\text{Derajat disosiasi HI} = \frac{2.4}{2.4 + 3.1} = \frac{8}{11}$$

LATIHAN SOAL 9

1. Suatu reaksi berada dalam keadaan setimbang apabila
 - A. reaksi ke kanan dan ke kiri telah berhenti
 - B. mol pereaksi selalu sama dengan mol hasil reaksi
 - C. laju reaksi ke kanan sama dengan laju reaksi ke kiri
 - D. volume zat pereaksi sama dengan volume zat hasil reaksi
 - E. konsentrasi zat pereaksi sama dengan konsentrasi zat hasil reaksi
2. Di antara persamaan reaksi kesetimbangan di bawah ini yang akan bergeser ke kanan jika tekanan diperbesar adalah
 - A. $S(s) + O_2(g) \rightleftharpoons SO_2(g)$
 - B. $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$
 - C. $2SO_3(g) \rightleftharpoons 2SO_2(g) + O_2(g)$
 - D. $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$
 - E. $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$
3. Diketahui suatu sistem kesetimbangan $2A_2B_3(g) + B_2(g) \rightleftharpoons 4AB_2(g)$ $\Delta H = +x$ kJ. Agar pergeseran kesetimbangan berlangsung ke kanan, tindakan yang dilakukan adalah
 - A. diberi katalis
 - B. suhu sistem dinaikan
 - C. tekanan ditingkatkan
 - D. volume dikurangi
 - E. konsentrasi B_2 dikurangi

4. Reaksi kesetimbangan yang tidak mengalami pergeseran jika volume diperbesar adalah
- $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$
 - $\text{PCl}_5(\text{g}) \rightleftharpoons \text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$
 - $\text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$
 - $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g})$
 - $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g})$
5. Tetapan kesetimbangan untuk reaksi gas: $2\text{A} + \text{B} \rightleftharpoons \text{C} + \text{D}$ pada suhu tertentu adalah 4. Bila pada suhu tetap volume diubah menjadi setengah kali volume asal, maka tetapan kesetimbangan adalah
- $\frac{1}{2}$
 - 2
 - 4
 - 8
 - 16
6. Perhatikan reaksi kesetimbangan berikut!
- $$2\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g}) \quad \Delta H = +150 \text{ kJ}$$
- Apabila pada volume tetap suhu dinaikkan, maka kesetimbangan bergeser ke arah
- kanan dan K tetap
 - kiri dan harga K makin kecil
 - kanan dan harga K makin besar
 - kanan dan harga K makin kecil
 - kiri dan harga K makin besar
7. Pada reaksi kesetimbangan berikut:
- $$6\text{NO}(\text{g}) + 4\text{NH}_3(\text{g}) \rightleftharpoons 5\text{N}_2(\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H = -x \text{ kJ}$$
- Jika suhu diturunkan pada volume tetap, maka sistem kesetimbangan akan bergeser ke
- kanan, konsentrasi N_2 berkurang
 - kanan, konsentrasi N_2 bertambah
 - kanan, konsentrasi N_2 tetap
 - kiri, konsentrasi NO bertambah
 - kiri, konsentrasi NO berkurang

8. Reaksi kesetimbangan:



Rumus yang paling tepat menyatakan hukum kesetimbangan di atas adalah

A. $K = \frac{[\text{HCl}]^2}{[\text{H}_2\text{O}]}$

D. $K = \frac{[\text{BiOCl}][\text{HCl}]^2}{[\text{BiCl}_3]}$

B. $K = \frac{[\text{HCl}]^2}{[\text{BiCl}_3]}$

E. $K = \frac{[\text{BiOCl}][\text{HCl}]^2}{[\text{BiCl}_3][\text{H}_2\text{O}]}$

C. $K = \frac{[\text{HCl}]^2}{[\text{BiCl}_3][\text{H}_2\text{O}]}$

9. Ke dalam ruang tertutup dimasukkan 1 mol gas A dan 1 mol gas B bereaksi menurut persamaan: $2\text{A}(\text{g}) + 3\text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{A}_2\text{B}_3(\text{g})$. Pada saat setimbang masih terdapat 0,25 mol gas B. Jika volume ruang 1 dm³, maka tetapan kesetimbangan (K_c) reaksi tersebut adalah

A. 16

D. 72

B. 32

E. 80

C. 64

10. Tetapan kesetimbangan (K_c) bagi reaksi $2\text{X} + \text{Y} \rightleftharpoons \text{X}_2\text{Y}$ adalah 12,5 l² mol⁻². Jumlah mol Y yang harus ditambahkan pada 4 mol X dalam bejana bervolume 10 liter agar diperoleh 1 mol X₂Y dalam keadaan setimbang adalah

A. 3 mol

D. 6 mol

B. 4 mol

E. 8 mol

C. 5 mol

11. Jika 4 mol gas NO direaksikan dengan 2 mol gas oksigen dalam bejana 5 liter menurut persamaan reaksi: $2\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g})$. Setelah setimbang ternyata terdapat 2 mol gas NO₂. Harga tetapan kesetimbangan (K_c) pada suhu tersebut adalah

A. 0,1

D. 5

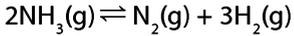
B. 0,5

E. 10

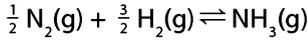
C. 1

12. Pada reaksi kesetimbangan: $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$, 3 mol N_2 direaksikan dengan 8 mol H_2 dalam bejana 3 liter dan dalam keadaan setimbang terdapat 2 mol H_2 , maka harga tetapan kesetimbangan (K_c) pada suhu yang sama adalah
- A. 5
B. 18
C. 25
D. 50
E. 55
13. Pada pemanasan 1 mol SO_3 dalam ruang yang bervolume 5 liter diperoleh 0,25 mol gas O_2 . Pada keadaan tersebut tetapan kesetimbangan (K_c) adalah
- A. 0,01
B. 0,05
C. 0,25
D. 10,00
E. 20,00
14. Pada suhu tertentu, tetapan kesetimbangan reaksi $\text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$ adalah 4. Suatu campuran yang terdiri atas 2 mol CO dan 2 mol H_2O direaksikan dalam volume V hingga tercapai kesetimbangan pada suhu itu. Mol uap air yang terdapat dalam kesetimbangan adalah
- A. $\frac{4}{3}$
B. $\frac{3}{4}$
C. $\frac{1}{3}$
D. 2
E. $\frac{2}{3}$
15. Jika X ml gas belerang dioksida direaksikan dengan 20 ml gas oksigen sampai tercapai keadaan setimbang. Dalam keadaan ini volume campuran gas adalah 45 ml dan volume gas SO_3 yang diperoleh 30 ml, maka X adalah
- A. 10
B. 15
C. 20
D. 35
E. 40

16. Pada suhu 25°C diketahui reaksi kesetimbangan:



$$K_c = K_1$$



$$K_c = K_2$$

Hubungan antara K_1 dan K_2 adalah

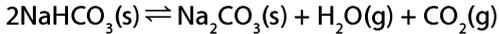
- A. $K_1 = K_2$
- B. $K_1 = K_2^{-2}$
- C. $K_2 = \frac{1}{K_1^2}$
- D. $K_2 = \frac{1}{K_1}$
- E. $K_2 = K_1^2$
17. Reaksi kesetimbangan: $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g})$ mempunyai $K_c = 625$ pada 500°C. Maka reaksi $\text{SO}_3(\text{g}) \rightleftharpoons \text{SO}_2(\text{g}) + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g})$ pada 500°C mempunyai K_c sebesar
- A. 125
- B. 62,5
- C. 25
- D. $\frac{1}{25}$
- E. $\frac{1}{625}$
18. Jika tetapan kesetimbangan K_c untuk reaksi: $\text{A} + \text{B} \rightleftharpoons \text{C}$ dan $2\text{A} + \text{D} \rightleftharpoons \text{C}$ berturut-turut ialah 4 dan 8. Tetapan kesetimbangan K_c bagi reaksi: $\text{C} + \text{D} \rightleftharpoons 2\text{B}$ adalah
- A. $\frac{1}{2}$
- B. 2
- C. 8
- D. 12
- E. 24
19. Dari reaksi berikut yang memiliki harga $K_p = K_c$ adalah
- A. $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g})$
- B. $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{N}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$
- C. $2\text{HI}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g})$
- D. $2\text{SO}_3(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$
- E. $2\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g})$
20. Diketahui reaksi: $\text{CO}(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$, hubungan antara K_p dan K_c adalah

- A. $K_p = K_c$
 B. $K_p > K_c$
 C. $K_p < K_c$
 D. $K_c = 0$ tetapi $K_p \neq 0$
 E. $K_p = 0$ tetapi $K_c \neq 0$

21. Untuk reaksi: $\text{CO(g)} + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g})$, maka $\frac{K_p}{K_c}$ sama dengan
 A. 1
 B. $(RT)^{\frac{1}{2}}$
 C. $(RT)^{-\frac{1}{2}}$
 D. RT
 E. $(RT)^{-1}$
22. Pada suhu 300 K, harga K_p untuk suatu reaksi kesetimbangan gas $2\text{AB(g)} \rightleftharpoons \text{A}_2(\text{g}) + \text{B}_2(\text{g})$ adalah 326, maka harga K_c untuk reaksi tersebut jika $R = 0,082$ adalah
 A. 652
 B. 326
 C. 163
 D. 80
 E. 40
23. Diketahui reaksi $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g})$ derajat disosiasi N_2O_4 adalah α dan jumlah N_2O_4 mula-mula sebesar m mol. Jumlah mol gas pada kesetimbangan adalah
 A. $(1 - \alpha)^2 m$
 B. $(1 + \alpha) m$
 C. $3m$
 D. m
 E. $(1 + \alpha)^2 m$
24. Dalam ruang 1 liter dipanaskan 0,25 mol gas SO_3 sehingga terdisosiasi menjadi gas SO_2 dan gas O_2 . Pada saat setimbang jumlah mol gas SO_3 sama dengan gas O_2 , maka besarnya derajat disosiasi (α) adalah
 A. 66,7%
 B. 55,6%
 C. 33,3%
 D. 25%
 E. 12,5%
25. Dalam ruang 1 liter terdapat kesetimbangan sebagai berikut:
 $2\text{SO}_3(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$
 Mula-mula terdapat 0,5 mol SO_3 , setelah tercapai kesetimbangan perbandingan mol SO_3 dan O_2 adalah 4 : 3. Tetapan kesetimbangan (K_c) reaksi tersebut adalah

- A. 0,22
 B. 0,34
 C. 0,44
 D. 0,55
 E. 0,66

26. Perhatikan reaksi kesetimbangan:



Jika natrium hidrogen karbonat dipanaskan dalam ruang hampa pada suhu tertentu, tekanan total dalam sistem kesetimbangan adalah P atm. Tetapan kesetimbangan K_p bagi reaksi ini ialah

- A. $K_p = P$
 B. $K_p = 2P$
 C. $K_p = \frac{1}{4}P^2$
 D. $K_p = P^2$
 E. $K_p = \frac{1}{2}P^2$

27. Diketahui reaksi: $\text{PCl}_5 \rightleftharpoons \text{PCl}_3 + \text{Cl}_2$, jika derajat disosiasi PCl_5 adalah α , dan tekanan total pada kesetimbangan adalah P maka

- A. $K_p = \frac{\alpha^2}{1 + \alpha^2 P}$
 B. $K_p = \frac{\alpha^2 P^2}{1 - \alpha^2}$
 C. $K_p = \frac{\alpha^2 P}{1 - \alpha^2}$
 D. $K_p = \frac{\alpha P^2}{1 - \alpha^2}$
 E. $K_p = \frac{\alpha^2}{1 - \alpha^2 P}$

28. Gas A dan gas B masing-masing 3 mol dicampurkan, lalu bereaksi membentuk 2 mol C, menurut reaksi: $\text{A}(\text{g}) + 2\text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{C}(\text{g})$. Jika tekanan total adalah 2 atm, harga K_p adalah

- A. 0,2
 B. 0,5
 C. 2
 D. 5
 E. 8

29. Dalam keadaan setimbang perbandingan volume gas SO_3 dengan gas O_2 adalah 2 : 5 dari reaksi kesetimbangan: $2\text{SO}_3(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$. Jika gas SO_3 mula-mula 0,6 mol, volume bejana 1 liter, dan tekanan total 3,4 atm, maka besarnya K_p pada suhu yang sama adalah

- A. 0,25
B. 2,5
C. 5,0
- D. 20
E. 25

30. Pada suhu tertentu konsentrasi kesetimbangan dari zat-zat dalam reaksi: $A(g) + B(g) \rightleftharpoons C(g) + D(g)$ adalah $[A] = [B] = 0,1 \text{ M}$ dan $[C] = [D] = 0,2 \text{ M}$. Jika pada suhu yang sama $0,1 \text{ M}$ gas A; $0,1 \text{ M}$ gas B; $0,3 \text{ M}$ gas C; dan $0,3 \text{ M}$ gas D ditambahkan ke dalam ruang hampa maka konsentrasi zat A setelah tercapai keadaan setimbang adalah

- A. 0,033
B. 0,06
C. 0,10
- D. 0,13
E. 0,20



LARUTAN NON-ELEKTROLIT DAN ELEKTROLIT

10

Larutan adalah campuran yang homogen antara dua zat atau lebih. Larutan terdiri atas pelarut dan zat terlarut.

A. JENIS-JENIS LARUTAN

Berdasarkan Kemampuan hantaran arus listrik maka larutan terbagi atas:

- a. Larutan nonelektrolit, yaitu larutan yang tidak dapat menghantarkan arus listrik. Contoh zat: urea ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$), glukosa ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$), dan benzena (C_6H_6).

Ciri-ciri larutan nonelektrolit adalah:

1. Zat terlarut tidak terionisasi ($\alpha = 0$).
2. Larutannya tidak menghantarkan listrik.
3. Dalam eksperimen, lampu tidak menyala dan tidak ada gelembung gas.

Mengapa tidak terjadi aliran arus listrik pada larutan nonelektrolit? Dalam larutan nonelektrolit tidak terjadi pengionan. Larutan gula terdiri dari molekul-molekul gula dan larutan alkohol terdiri dari molekul-molekul alkohol. Oleh karena tidak terbentuk ion-ion maka elektron-elektron tidak dapat mengalir sehingga tidak ada arus listrik.

b. Larutan elektrolit, yaitu larutan yang dapat menghantarkan arus listrik. Contoh: larutan garam, asam, dan basa. Larutan elektrolit dibedakan menjadi dua, yaitu:

1. Larutan elektrolit kuat

Ciri-cirinya:

- Zat terlarut dapat terionisasi sempurna, derajat ionisasi ($\alpha = 1$).
- Daya hantar listrik kuat.
- Dalam eksperimen, lampu menyala terang dan banyak gelembung gas.

Contoh zat: Asam kuat (HCl, HI, HNO₃, dan H₂SO₄), basa kuat (NaOH, KOH, Ca(OH)₂, dan Ba(OH)₂), dan garam (NaNO₃, CaBr₂, dan NH₄Cl).

2. Larutan elektrolit lemah

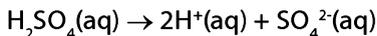
Ciri-cirinya:

- Zat terlarut dapat terionisasi sebagian, derajat ionisasi ($0 < \alpha < 1$).
- Daya hantar listrik lemah.
- Dalam eksperimen, lampu menyala redup dan sedikit gelembung gas atau terkadang tidak ada.

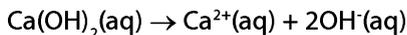
Contoh zat: Asam lemah (HF, H₂CO₃, CH₃COOH, dan H₂S), basa lemah (NH₄OH, Mn(OH)₂, Al(OH)₃, dan Fe(OH)₂).

Mengapa terjadi aliran arus listrik pada larutan elektrolit? Arus listrik merupakan aliran elektron-elektron. Dalam larutan elektrolit terjadi pengionan dari zat-zat elektrolit tersebut. Melalui ion-ion inilah maka elektron-elektron mengalir. Contoh pengionan:

1. Air aki merupakan larutan asam sulfat.



2. Air kapur merupakan larutan basa kalsium hidroksida.



3. Larutan garam dapur merupakan larutan natrium klorida.



B. KONSENTRASI LARUTAN

Konsentrasi larutan adalah banyaknya zat terlarut dalam larutan. Konsentrasi larutan dapat dinyatakan dalam beberapa satuan, antara lain:

a. Molalitas (m)

Molalitas menyatakan banyaknya mol zat terlarut dalam setiap 1 kg atau 1000 g pelarut.

1. Jika massa zat terlarut (t) dan massa pelarut (p) diketahui.

$$m = \frac{t}{M_r} \times \frac{1000}{p}$$

2. Jika konsentrasi dalam persen diketahui.

$$m = \frac{\%}{M_r} \times \frac{1000}{(100 - \%)}$$

b. Molaritas (M)

Molaritas menyatakan banyaknya mol zat terlarut dalam 1 liter atau 1000 ml larutan.

1. Jika massa zat terlarut (t) dan volume larutan diketahui (V).

$$M = \frac{n}{V} \quad \text{atau} \quad M = \frac{t}{M_r} \times \frac{1000}{V}$$

2. Jika massa jenis larutan (ρ) dan konsentrasi dalam persen diketahui.

$$M = \frac{\% \cdot 10 \cdot \rho}{M_r}$$

c. Fraksi mol (X)

Fraksi mol menyatakan perbandingan mol suatu zat dengan jumlah mol seluruh zat dalam larutan.

1. Jika massa zat terlarut (t) dan massa pelarut (p) diketahui.

$$X_t = \frac{\frac{t}{M_r,t}}{\frac{t}{M_r,t} + \frac{p}{M_r,p}}$$

2. Jika konsentrasi dalam persen diketahui.

$$X_t = \frac{\frac{\%}{M_r,t}}{\frac{\%}{M_r,t} + \frac{100 - \%}{M_r,p}}$$

d. Persentase (%)

Persentase menyatakan massa zat terlarut (gram) dalam tiap 100 gram larutan.

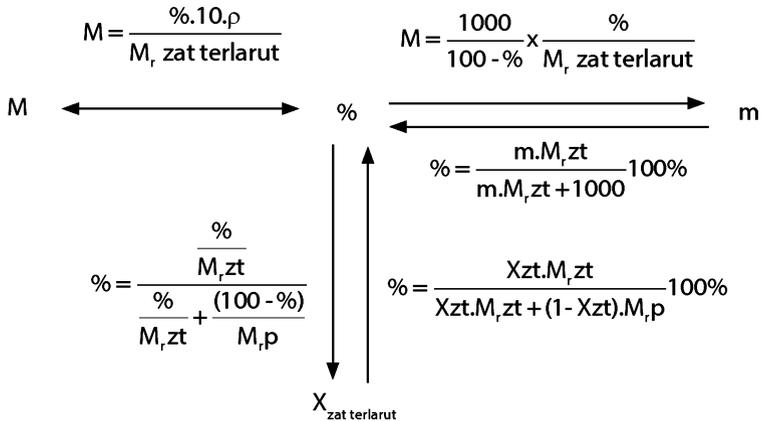
$$\% = \frac{\text{massa zat terlarut}}{\text{massa larutan}} \times 100\%$$

e. Bagian per juta (bpj) atau part per million (ppm)

Bagian per juta menyatakan massa zat terlarut (mg) dalam setiap satu juta massa larutan (1 kg).

$$\text{bpj} = \frac{\text{massa zat terlarut}}{\text{massa larutan}} \times 10^6$$

Hubungan antara mol, jumlah partikel, massa dan volume gas (STP) serta kemolaran adalah sebagai berikut:



C. PERUBAHAN KONSENTRASI

- a. Pengenceran larutan (penambahan pelarut).

$$M_1 V_1 = M_2 V_2$$

Dengan M_1 dan M_2 = kemolaran larutan sebelum dan sesudah diencerkan.

V_1 dan V_2 = volume larutan sebelum dan sesudah diencerkan.

- b. Pencampuran larutan sejenis yang konsentrasinya berbeda.

$$M_c = \frac{M_1 V_1 + M_2 V_2}{V_1 + V_2}$$

Dengan: M_c = molaritas campuran

M_1, V_1 = molaritas dan volume larutan pertama

M_2, V_2 = molaritas dan volume larutan kedua

CONTOH SOAL DAN PEMBAHASAN

1. Jelaskan pengertian dari larutan elektrolit dan non elektrolit! Sertakan dengan beberapa contoh masing-masing!

Pembahasan:

Larutan elektrolit adalah larutan yang dapat menghantarkan arus listrik karena zat terlarut mengalami ionisasi atau disosiasi menjadi ion-ionnya.

Contoh larutan elektrolit adalah larutan asam (HCl(aq) , $\text{H}_2\text{SO}_4\text{(aq)}$), basa (KOH(aq) , NaOH(aq)), dan garam (NaCl(aq) , KBr(aq)).

Larutan non elektrolit adalah larutan yang tidak dapat menghantarkan arus listrik karena zat terlarut tidak mengalami ionisasi atau disosiasi.

Contoh larutan non elektrolit adalah larutan sukrosa, larutan urea, dan larutan etanol.

2. Jelaskan perbedaan istilah ionisasi dan disosiasi!

Pembahasan:

Ionisasi adalah proses penguraian molekul senyawa kovalen polar menjadi ion-ionnya. Contoh: $\text{HCl(aq)} \rightarrow \text{H}^+\text{(aq)} + \text{Cl}^-\text{(aq)}$

Disosiasi adalah proses penguraian senyawa ion menjadi ion-ionnya.

Contoh: $\text{NaCl(aq)} \rightarrow \text{Na}^+\text{(aq)} + \text{Cl}^-\text{(aq)}$

3. Hitunglah molalitas larutan NaCl 20% ($M_r = 58,51$) massa dalam air!

Pembahasan:

Misal, massa larutan = 100 gram, maka

Massa zat terlarut (g) = $100 \times 20\% = 20$ g

Massa pelarut (p) = $100 - 20 = 80$ g

$$m = \frac{t}{M} \times \frac{1000}{p}$$

$$m = \frac{20}{58,51} \times \frac{1000}{90} = 4,251 \text{ m}$$

atau

$$m = \frac{\%}{M_r} \times \frac{1000}{(100 - \%)}$$

$$m = \frac{20}{58,51} \times \frac{1000}{(100 - 20)} = 4,251 \text{ m}$$

4. Hitunglah molaritas larutan jika 2 gram NaOH ($M_r = 40$) dilarutkan dalam air hingga volume 200 ml!

Pembahasan:

$$M = \frac{t}{M_r} \times \frac{1000}{V}$$

$$\text{Molaritas} = \frac{2}{40} \times \frac{1000}{200} = 0,25 \text{ M}$$

5. Hitunglah fraksi mol larutan 6,4 g naftalena ($M_r = 128$) dalam 74,1 g benzena ($M_r = 78$)!

Pembahasan:

$$X_t = \frac{\frac{t}{M_r t}}{\frac{t}{M_r t} + \frac{p}{M_r p}}$$

$$X_t = \frac{\frac{6,4}{128}}{\frac{6,4}{128} + \frac{74,1}{78}} = 0,05$$

6. Hitung persentase 50 gram garam yang dicampur dengan 200 gram air?

Pembahasan:

$$\% = \frac{\text{massa zat terlarut}}{\text{massa larutan}} \times 100\%$$

$$\% = \frac{\text{massa zat terlarut}}{\text{massa zat terlarut} + \text{massa zat pelarut}} \times 100\% = \frac{50}{50 + 150} \times 100\% = 25\%$$

7. Hitung kadar CO₂ di udara dalam bpj, jika diketahui kadar CO₂ dalam udara adalah 0,035%!

Pembahasan:

$$\text{bpj} = \frac{\text{massa zat terlarut}}{\text{massa larutan}} \times 10^6$$

$$\text{bpj} = \frac{0,035}{100} \times 10^6$$

$$\text{bpj} = 350$$

Cara lain:

$$\text{bpj} = \% \times 10^6$$

$$\text{bpj} = 0,035 \times 10^6$$

$$\text{bpj} = 350$$

8. Hitung molaritas larutan jika ke dalam 100 ml larutan H₂SO₄ 0,05 M ditambahkan 400 ml air!

Pembahasan:

$$M_1 V_1 = M_2 V_2$$

$$0,05 \times 100 = M_2 \times 500 \rightarrow M_2 = 0,01 \text{ M}$$

9. Hitung molaritas campuran jika 100 ml larutan NaOH 0,1 M dicampur dengan 200 ml larutan NaOH 0,3 M!

Pembahasan:

$$M_c = \frac{M_1 V_1 + M_2 V_2}{V_1 + V_2}$$

$$M_c = \frac{100 \times 0,1 + 200 \times 0,3}{100 + 200} = 0,23 \text{ M}$$

LATIHAN SOAL 10

1. Suatu larutan yang dapat menghantarkan listrik disebut
 - A. larutan garam
 - B. larutan asam
 - C. larutan basa
 - D. larutan elektrolit
 - E. larutan nonelektrolit
2. Pernyataan yang *tidak benar* tentang larutan elektrolit adalah
 - A. larutan elektrolit mengalami peristiwa ionisasi atau disosiasi
 - B. larutan elektrolit dapat menghantarkan arus listrik
 - C. dalam larutan elektrolit terdapat logam yang dapat dialiri arus listrik
 - D. zat terlarut dalam larutan elektrolit dapat berupa asam, basa, atau garam
 - E. dalam larutan elektrolit terdapat partikel yang bermuatan listrik
3. Pernyataan yang tepat mengenai larutan elektrolit kuat adalah
 - A. zat yang menghantarkan arus listrik
 - B. garam yang terionisasi menjadi kation dan anion
 - C. larutan yang memerahkan lakmus biru
 - D. larutan yang membirukan lakmus merah
 - E. zat yang dalam larutannya terurai sempurna membentuk ion-ion

4. Suatu zat padat dilarutkan dalam air, ternyata larutan yang terjadi dapat menghantarkan arus listrik. Pernyataan di bawah ini yang menerangkan peristiwa tersebut adalah
- A. dalam air, zat padat tersebut terurai menjadi ion-ion
 - B. dalam air, zat padat tersebut terurai menjadi atom-atom
 - C. dalam air, zat padat tersebut terurai menjadi molekul-molekul
 - D. air mudah terionisasi bila ada zat padat di dalamnya
 - E. air menjadi konduktor listrik bila ada zat terlarut di dalamnya

5. Data percobaan daya hantar listrik sebagai berikut:

Zat	Nyala lampu	Pengamatan lain
1	Terang	Banyak gelembung
2	Redup	Banyak gelembung
3	Tidak menyala	Sedikit gelembung
4	Tidak menyala	Tidak ada gelembung

Pasangan yang digolongkan zat elektrolit kuat dan nonelektrolit berturut-turut adalah

- A. (1) dan (4)
 - B. (2) dan (3)
 - C. (2) dan (4)
 - D. (1) dan (2)
 - E. (1) dan (3)
6. Data percobaan daya hantar listrik air dari berbagai sumber sebagai berikut:

No.	Jenis air	Nyala lampu	Pengamatan lain
1	Air laut	Redup	Ada gas
2	Air ledeng	Tidak menyala	Ada gas
3	Air danau	Sedikit terang	Ada gas
4	Air sumur	Redup	Ada gas
5	Air suling	Tidak menyala	Ada gas

Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa

- A. air laut merupakan elektrolit kuat
- B. air suling bersifat nonelektrolit
- C. ada air yang bersifat elektrolit dan nonelektrolit

- D. semua air dari berbagai sumber bersifat elektrolit
- E. sifat elektrolit air tergantung pada jenis zat terlarut

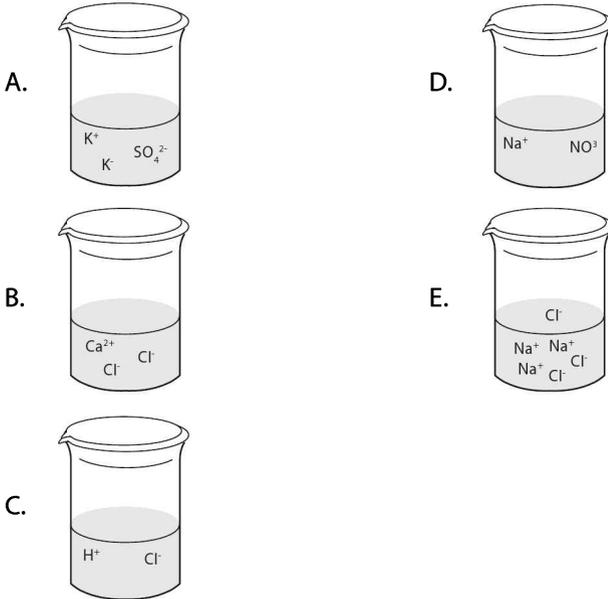
7. Dari suatu eksperimen diperoleh data sebagai berikut:

Bahan	Rumus zat	Nyala lampu
Hidrogen klorida, air	HCl	Terang
Gula, air	$C_{12}H_{22}O_{11}$	Tidak menyala
Asam cuka, air	CH_3COOH	Redup

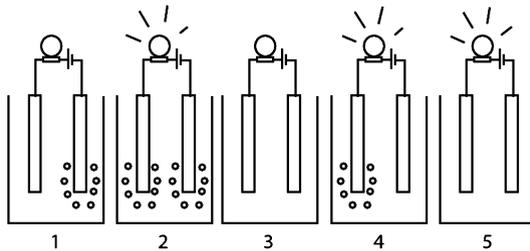
Kekuatan larutan elektrolit yang sesuai data di atas adalah

- A. $CH_3COOH < C_{12}H_{22}O_{11}$
 - B. $C_{12}H_{22}O_{11} < HCl$
 - C. $C_{12}H_{22}O_{11} < CH_3COOH$
 - D. $HCl < CH_3COOH$
 - E. $CH_3COOH < HCl$
8. Larutan di bawah ini yang *bukan* termasuk larutan elektrolit adalah
- A. $CH_3COOH(aq)$
 - B. $H_3AsO_4(aq)$
 - C. $CO(NH_2)_2(aq)$
 - D. $Ca(OH)_2(aq)$
 - E. $NaCl(aq)$
9. Jika dilakukan pengujian daya hantar listrik, larutan yang menyebabkan lampu menyala redup dan membentuk sedikit gelembung gas adalah
- A. $C_6H_{12}O_6(aq)$
 - B. $CO(NH_2)_2(aq)$
 - C. $CH_3COOH(aq)$
 - D. $NaCl(aq)$
 - E. $KCl(aq)$
10. Larutan berikut yang dapat menghantarkan listrik paling baik adalah
- A. $CO(NH_2)_2(aq)$ 0,2 M
 - B. $NH_3(aq)$ 0,2 M
 - C. $HCl(aq)$ 0,2 M
 - D. $H_2SO_4(aq)$ 0,2 M
 - E. $KOH(aq)$ 0,2 M
11. Pada pemeriksaan daya hantar listrik larutan berikut ini, pada volume yang sama hantaran terbesar dihasilkan oleh
- A. HCl 0,1 M
 - B. H_2SO_4 0,1 M
 - C. H_2SO_4 0,05 M
 - D. asam asetat 0,1 M
 - E. asam asetat 0,05 M

12. Pada gambar larutan berikut, apabila diuji dengan alat uji elektrolit, maka larutan yang menghantarkan listrik paling kuat adalah



13. Berikut ini hasil pengujian daya hantar listrik beberapa larutan:



Dari data tersebut larutan yang merupakan elektrolit kuat dan non elektrolit berturut-turut adalah

- A. 1 dan 2
B. 2 dan 3
C. 4 dan 1
D. 4 dan 5
E. 5 dan 3

14. Dari larutan di bawah ini, yang diharapkan menghantarkan listrik paling baik adalah ...
- | | |
|----------------------------|--|
| A. larutan urea 1 M | D. larutan H_2SO_4 0,1 M |
| B. larutan asam cuka 0,1 M | E. larutan H_2SO_4 1 M |
| C. larutan asam cuka 1 M | |
15. Senyawa dalam air yang dapat terdisosiasi menghasilkan ion OH^- adalah
- | | |
|----------------------------|--------------------------------------|
| A. $\text{KOH}(\text{aq})$ | D. $\text{HCN}(\text{aq})$ |
| B. $\text{HCl}(\text{aq})$ | E. $\text{CH}_3\text{OH}(\text{aq})$ |
| C. $\text{HBr}(\text{aq})$ | |
16. Senyawa dalam air yang terionisasi menghasilkan ion H^+ adalah
- | | |
|--|-----------------------------|
| A. $\text{Ca}(\text{OH})_2(\text{aq})$ | D. $\text{KOH}(\text{aq})$ |
| B. $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$ | E. $\text{NaOH}(\text{aq})$ |
| C. $\text{NH}_3(\text{aq})$ | |
17. Jika larutan K_2SO_4 diuji daya hantar listriknya ternyata nyala lampu terang dan terjadi banyak gelembung gas pada kedua elektroda. Gelembung-gelembung tersebut menunjukkan gas
- | | |
|------------------|----------------------------------|
| A. O_2 | D. N_2 |
| B. H_2 | E. O_2 dan H_2 |
| C. Cl_2 | |
18. Dari 1 gram NaOH ($M_r = 40$) akan dihasilkan larutan NaOH 0,25 M bervolume
- | | |
|-----------|-----------|
| A. 50 ml | D. 150 ml |
| B. 100 ml | E. 200 ml |
| C. 125 ml | |
19. Aluminium sulfat $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ sebanyak 3,42 gram ditambah air hingga volume larutan 2 liter. Jika diketahui $A_r(\text{Al} = 27, \text{S} = 32, \text{O} = 16)$. Molaritas larutan yang terbentuk
- | | |
|-----------|------------|
| A. 0,5 M | D. 0,01 M |
| B. 0,1 M | E. 0,005 M |
| C. 0,05 M | |



ASAM-BASA

11

A. TEORI ASAM-BASA

a. Teori Arrhenius (Svante August Arrhenius)

Asam adalah zat yang dalam pelarut air dapat menghasilkan H^+ .

Contoh:

1. $HCl(aq) \rightarrow H^+(aq) + Cl^-(aq)$
2. $HNO_3(aq) \rightarrow H^+(aq) + NO_3^-(aq)$
3. $H_2SO_4(aq) \rightarrow 2H^+(aq) + SO_4^{2-}(aq)$

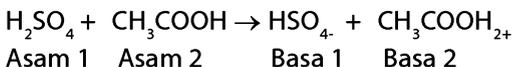
Basa adalah zat yang dalam pelarut air dapat menghasilkan ion OH^- .

Contoh:

1. $NaOH(aq) \rightarrow Na^+(aq) + OH^-(aq)$
2. $Ca(OH)_2(aq) \rightarrow Ca^{2+}(aq) + 2OH^-(aq)$
3. $NH_4OH(aq) \rightarrow NH_4^+(aq) + OH^-(aq)$

h. Teori Bronsted-Lowry (Johanes Bronsted dan Thomas Lowry)

Asam adalah zat yang dapat memberikan proton (donor H^+), sedangkan basa adalah zat yang dapat menerima proton (akseptor H^+). Contoh:

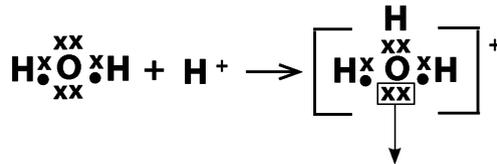


H_2SO_4 memberikan H^+ kepada CH_3COOH , maka H_2SO_4 disebut asam dan CH_3COOH disebut basa.

$\text{CH}_3\text{COOH}_2^+$ memberikan H^+ kepada HSO_4^- , maka $\text{CH}_3\text{COOH}_2^+$ disebut asam dan HSO_4^- disebut basa.

c. Teori Lewis (Gilbert Lewis)

Asam adalah suatu zat yang bertindak sebagai penerima (akseptor) pasangan elektron. Sedangkan basa adalah suatu zat yang bertindak sebagai pemberi (donor) pasangan elektron. Contoh:



Pasangan elektron yang didonorkan H_2O untuk H^+

Senyawa H_2O merupakan basa karena memberikan pasangan elektron, dan H^+ adalah asam karena menerima pasangan elektron.

B. INDIKATOR ASAM-BASA

Asam dan basa dapat dikenali dengan menggunakan suatu indikator asam-basa. Indikator asam-basa adalah zat-zat yang memberikan warna berbeda dalam asam dan basa. Indikator asam-basa yang paling sederhana adalah kertas lakmus. Lakmus adalah suatu kertas dari bahan kimia yang akan berubah warna jika dicelupkan ke dalam larutan asam atau basa. Pada larutan asam, lakmus biru menjadi merah dan lakmus merah tetap merah. Pada larutan basa, lakmus merah menjadi biru dan lakmus biru tetap biru. Sedangkan pada larutan yang bersifat netral, lakmus tidak akan mengalami perubahan warna.

Selain kertas lakmus, penentuan asam-basa dapat menggunakan indikator universal. Indikator universal dapat digunakan untuk menentukan pH suatu larutan secara langsung. Dengan kertas indikator universal dapat diketahui apakah suatu larutan bersifat asam atau basa. Nilai pH pada indikator universal ditunjukkan dengan skala, secara

sistematis dengan nomor 0–14. Larutan asam ditunjukkan dengan skala di bawah 7, sedangkan larutan basa ditunjukkan dengan skala di atas 7.

Tidak hanya lakmus dan indikator universal, penentuan asam-basa juga dapat dilakukan menggunakan alat, yaitu pH-meter. Kemudian, terdapat juga beberapa indikator dalam bentuk larutan yang digunakan untuk menentukan suatu larutan bersifat asam atau basa. Indikator tersebut antara lain:

Tabel 8.1. Trayek perubahan warna dari berbagai indikator

Indikator	Trayek perubahan warna	Perubahan warna (dari pH rendah ke pH tinggi)
Metil hijau	0,2 – 1,8	Kuning – Biru
Timol hijau	1,2 – 2,8	Kuning – Biru
Metil jingga	3,2 – 4,4	Merah – Kuning
Metil merah	4,0 – 5,8	Tidak berwarna – Merah
Metil ungu	4,8 – 5,4	Ungu – Hijau
Bromokresol ungu	5,2 – 6,8	Kuning – Ungu
Bromotimol biru	6,0 – 7,6	Kuning – Biru
Lakmus	4,7 – 8,3	Merah – Biru
Kresol merah	7,0 – 8,8	Kuning – Merah
Timol biru	8,0 – 9,6	Kuning – Biru
Fenolftalein	8,2 – 10,0	Tidak berwarna – Merah jambu
Timolftalein	9,4 – 10,6	Tidak berwarna – Biru
Alizarin kuning R	10,3 – 12,0	Kuning – Merah
Klayton kuning	12,2 – 13,2	Kuning – Kuning gading

C. DERAJAT KEASAMAN (pH) LARUTAN ASAM-BASA

Derajat keasaman (pH) adalah sebuah ukuran yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasamaan atau kebasaaan yang dimiliki oleh suatu larutan. Derajat keasamaan ini juga dapat didefinisikan sebagai kologaritma aktivitas ion hidrogen (H^+) yang terlarut.

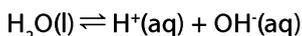
Konsep pH pertama kali diperkenalkan oleh kimiawan Denmark yang bernama Søren Peder Lauritz Sørensen pada tahun 1909. Beberapa rujukan mengisyaratkan p dari pH berasal dari singkatan *power* (pangkat). Selain itu, dalam rujukan lain p merupakan singkatan untuk *potenz* (yang juga berarti pangkat). Ada juga yang merujuk pada kata *potential*. Kemudian, pada tahun 2000 dalam sebuah karyanya, Jens Norby mempublikasikan sebuah karya ilmiahnya yang berargumen bahwa p adalah sebuah ketetapan yang berarti "logaritma negatif".

Derajat asam-basa atau kekuatan asam-basa suatu larutan dapat diketahui melalui konsentrasi ion H^+ atau OH^- . Pernyataan banyaknya ion H^+ atau OH^- dilakukan melalui pernyataan pH larutan. Menurut Sørensen, pH menyatakan derajat keasaman suatu larutan yang dirumuskan sebagai berikut:

$$pH = -\log [H^+] \quad \text{dan} \quad pOH = -\log [OH^-]$$

Hubungan antara pH dan pOH adalah sebagai berikut:

Air merupakan elektrolit yang sangat lemah yang akan mengalami ionisasi menjadi ion H^+ dan OH^- menurut reaksi kesetimbangan sebagai berikut:



Tetapan kesetimbangan air (K_w) dirumuskan sebagai berikut:

$$K_c = \frac{[H^+][OH^-]}{[H_2O]}$$

Karena $K_c[H_2O] = K_w$, maka: $K_w = [H^+][OH^-]$

Pada suhu $25^\circ C$ harga $K_w = 1,00 \times 10^{-14}$.

$$\begin{aligned} K_w &= [H^+][OH^-] \\ -\log 1,00 \times 10^{-14} &= -\log [H^+][OH^-] \\ 14 &= -\log [H^+] + -\log [OH^-] \\ pH + pOH &= 14 \end{aligned}$$

Skala pH berkisar dari 1 sampai dengan 14.

- Air murni yang memiliki $[H^+] = [OH^-] = 10^{-7} M$ memiliki $pH = 7$.
- Larutan asam yang memiliki $[H^+] > [OH^-]$ memiliki $pH < 7$.
- Larutan basa yang memiliki $[OH^-] > [H^+]$ memiliki $pH > 7$.

Larutan asam-basa dapat dibedakan menjadi:

a. Asam kuat

Dalam larutan asam kuat terjadi ionisasi sempurna suatu molekul asam menjadi ion-ionnya. Contoh:

1. $HCl(aq) \rightarrow H^+(aq) + Cl^-(aq)$
2. $HNO_3(aq) \rightarrow H^+(aq) + NO_3^-(aq)$
3. $H_2SO_4(aq) \rightarrow 2H^+(aq) + SO_4^{2-}(aq)$

Konsentrasi ion H^+ dihitung melalui rumus: $[H^+] = a \times M_a$

Dengan: a = jumlah ion H^+ yang dilepas

M_a = konsentrasi asam (molar)

h. Basa kuat

Dalam larutan basa kuat terjadi ionisasi sempurna suatu molekul basa menjadi ion-ionnya. Contoh:

1. $NaOH(aq) \rightarrow Na^+(aq) + OH^-(aq)$
2. $KOH(aq) \rightarrow K^+(aq) + OH^-(aq)$
3. $Ca(OH)_2(aq) \rightarrow Ca^{2+}(aq) + 2OH^-(aq)$

Konsentrasi ion OH^- dihitung melalui rumus: $[OH^-] = b \times M_b$

Dengan: b = jumlah ion OH^- yang dilepas

M_b = konsentrasi basa (molar)

c. Asam lemah

Dalam larutan asam lemah terjadi ionisasi secara tidak sempurna suatu molekul asam menjadi ion-ionnya. Contoh:

1. $HF(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + F^-(aq)$
2. $HCN(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + CN^-(aq)$
3. $CH_3COOH(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + CH_3COO^-(aq)$

Konsentrasi ion H^+ dihitung sebagai berikut:

Suatu asam lemah dengan konsentrasi M_a molar terionkan dengan derajat ionisasi α :

	$HA(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + A^-(aq)$
Mula-mula	$M_a \qquad 0 \qquad 0$
Terurai	$\alpha M_a \qquad \alpha M_a \qquad \alpha M_a$
Setimbang	$M_a(1 - \alpha) \qquad \alpha M_a \qquad \alpha M_a$

Berdasarkan reaksi di atas $[H^+] = [A^-]$, maka tetapan kesetimbangan ionisasi asam lemah (K_a):

$$K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]} \Leftrightarrow K_a = \frac{[H^+]^2}{M_a(1-\alpha)} \Leftrightarrow [H^+]^2 = K_a \times M_a(1-\alpha)$$

Sehingga diperoleh: $[H^+] = \sqrt{K_a \times M_a(1-\alpha)}$

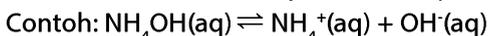
Pada umumnya asam lemah memiliki α sangat kecil daripada satu sehingga $1 - \alpha \approx 1$. Oleh karena itu, rumus tersebut disederhanakan menjadi:

$$[H^+] = \sqrt{K_a \times M_a}$$

Cara lain mendapatkan $[H^+]$ adalah: $[H^+] = \alpha \times M_a$

d. Basa lemah

Dalam larutan basa lemah terjadi ionisasi secara tidak sempurna suatu molekul basa menjadi ion-ionnya.



Konsentrasi ion OH^- dihitung sebagai berikut:

Suatu basa lemah LOH dengan konsentrasi M_b molar terionkan dengan derajat ionisasi α :

	$LOH(aq) \rightleftharpoons L^+(aq) + OH^-(aq)$
Mula-mula	$M_b \qquad 0 \qquad 0$
Terurai	$\alpha M_b \qquad \alpha M_b \qquad \alpha M_b$
Setimbang	$M_b(1 - \alpha) \qquad \alpha M_b \qquad \alpha M_b$

Berdasarkan reaksi di atas $[\text{OH}^-] = [\text{L}^+]$, maka tetapan kesetimbangan ionisasi basa lemah (K_b):

$$K_a = \frac{[\text{OH}^-][\text{L}^+]}{[\text{LOH}]} \Leftrightarrow K_a = \frac{[\text{OH}^-]^2}{M_b(1-\alpha)} \Leftrightarrow [\text{OH}^-]^2 = K_b \times M_b (1-\alpha)$$

Pada umumnya basa lemah memiliki α sangat kecil daripada satu sehingga $1 - \alpha \approx 1$. Oleh karena itu rumus tersebut disederhanakan menjadi:

$$[\text{OH}^-] = \sqrt{K_a \times M_b}$$

Cara lain mendapatkan $[\text{OH}^-]$ adalah: $[\text{H}^+] = \alpha \times M_b$

CONTOH SOAL DAN PEMBAHASAN

1. Dengan menganggap K_w pada suhu 25°C adalah 1×10^{-14} , tentukan masing-masing konsentrasi ion berikut:
 - a. Ion H^+ dalam larutan basa dengan konsentrasi ion $\text{OH}^- = 10^{-2} \text{ M}$
 - b. Ion OH^- dalam larutan asam dengan konsentrasi ion $\text{H}^+ = 5 \times 10^{-2} \text{ M}$

Pembahasan:

Persamaan yang digunakan adalah: $K_w = [\text{H}^+] \times [\text{OH}^-]$.

a. $[\text{OH}^-] = 10^{-2} \text{ M} \rightarrow [\text{H}^+] \times 10^{-2} = 1 \times 10^{-14}$

$$[\text{H}^+] = \frac{1 \times 10^{-14}}{10^{-2}} = 1 \times 10^{-12} \text{ M}$$

b. $[\text{H}^+] = 5 \times 10^{-2} \text{ M} \rightarrow [\text{OH}^-] \times 5 \times 10^{-2} = 1 \times 10^{-14}$

$$[\text{OH}^-] = \frac{1 \times 10^{-14}}{5 \times 10^{-2}} = 2 \times 10^{-13} \text{ M}$$

2. Pada suatu suhu tertentu, harga tetapan setimbang air (K_w) adalah $4,9 \times 10^{-13}$. Pada suhu tersebut tentukan konsentrasi ion H^+ dan ion OH^- dalam:
- Air murni
 - Larutan $Ca(OH)_2$ 0,1 M

Pembahasan:

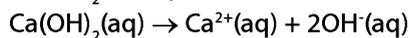
- a. Dalam air murni berlaku:

$$K_w = [H^+] \times [OH^-] \Leftrightarrow K_w = [H^+]^2 \Leftrightarrow 4,9 \times 10^{-13} = [H^+]^2$$

$$\text{Sehingga: } [H^+] = \sqrt{4,9 \times 10^{-13}} = 7 \times 10^{-7} \text{ M}$$

Oleh karena dalam air murni $[H^+] = [OH^-]$, maka $[OH^-] = 7 \times 10^{-7}$ M.

- b. $Ca(OH)_2$ merupakan basa kuat sehingga terionisasi sempurna:



$$0,1 \text{ M} \qquad \qquad 0,2 \text{ M}$$

$$\text{Sehingga } K_w = [H^+] \times [OH^-]$$

$$4,9 \times 10^{-13} = [H^+] \times 0,2 \Leftrightarrow [H^+] = \frac{4,9 \times 10^{-13}}{0,2} = 2,45 \times 10^{-12} \text{ M}$$

3. Diketahui pada suhu tertentu larutan LOH 0,1 M terurai 20%. Tentukan konsentrasi ion OH^- dan K_b !

Pembahasan:

$$\alpha = 20\% = 0,2$$

$$[OH^-] = \alpha \times M_b = 0,2 \times 0,1 = 0,02 \text{ M}$$

Harga α cukup besar sehingga nilai $1 - \alpha$ harus diperhitungkan.

$$[OH^-] = \sqrt{K_b \times M_b (1 - \alpha)}$$

$$0,02 = \sqrt{K_b \times 0,1(1 - 0,2)}$$

$$(2 \times 10^{-2})^2 = K_b \times 0,08$$

$$K_b = \frac{4 \times 10^{-4}}{0,08} = 5 \times 10^{-3}$$

4. Asam cuka, CH_3COOH memiliki tetapan ionisasi (K_a) = $1,8 \times 10^{-5}$. Hitung persentase asam cuka yang terionisasi dalam larutan 0,1 M!

Pembahasan:

Asam cuka merupakan asam lemah sehingga berlaku:

$$[\text{H}^+] = \sqrt{K_a \times M_a} \text{ dan } [\text{H}^+] = \alpha M_a \text{ sehingga } \sqrt{K_a \times M_a} = \alpha \times M_a$$

$$K_a \times M_a = \alpha^2 \times M_a^2 \Rightarrow \alpha = \sqrt{\frac{K_a}{M_a}}$$

$$\alpha = \sqrt{\frac{1,8 \times 10^{-5}}{0,1}} = 0,0134 = 1,34 \%$$

5. Hitung pH larutan-larutan berikut!
- 3,7 gram Ca(OH)_2 ($M_r = 74$) dalam 10 liter larutan
 - 9,8 gram H_2SO_4 ($M_r = 98$) dalam 500 ml larutan

Pembahasan:

- a. Langkah pertama mencari konsentrasi Ca(OH)_2 :
Konsentrasi larutan Ca(OH)_2

$$M_b = \frac{3,7}{74} \times \frac{1000}{10000} = 5 \times 10^{-3} \text{ M}$$

Selanjutnya mencari $[\text{OH}^-]$ dengan rumus:

$$[\text{OH}^-] = b \times M_b$$

$$[\text{OH}^-] = 2 \times 5 \times 10^{-3} = 1 \times 10^{-2} \text{ M}$$

$$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-] = -\log 1 \times 10^{-2} = 2$$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} \Leftrightarrow \text{pH} = 14 - 2 = 12$$

SOLUSI SMART:

$$\text{pH} = 14 + \log b \times \frac{g}{M_r} \times \frac{1000}{V}$$

$$\text{POH} = 14 + \log 2 \times \frac{3,7}{74} \times \frac{1000}{10000} = 14 + \log 10^{-2} = 14 - 2 = 12$$

- b. Langkah pertama mencari konsentrasi H_2SO_4
 Konsentrasi larutan H_2SO_4

$$M_a = \frac{9,8}{98} \times \frac{1000}{500} = 2 \times 10^{-1} \text{ M}$$

Selanjutnya mencari konsentrasi $[\text{H}^+]$ dengan rumus:

$$[\text{H}^+] = a \times M_a$$

$$[\text{H}^+] = 2 \times 2 \times 10^{-1} = 4 \times 10^{-1} \text{ M}$$

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+] = -\log 4 \times 10^{-1} = 1 - \log 4 = 1 - 2 \log 2 = 1 - 2(0,3) = 0,4$$

SOLUSI SMART:

$$\text{pH} = \log a \times \frac{g}{M_r} \times \frac{1000}{V}$$

$$\text{pH} = -\log 2 \times \frac{9,8}{98} \times \frac{1000}{500} = -\log 4 \times 10^{-1}$$

$$= 1 - \log 4 = 1 - 2 \log 2 = 1 - 2(0,3) = 0,4$$

6. Sebanyak 60 ml larutan HCl 0,05 M dicampurkan dengan 40 ml larutan NaOH 0,1 M. Hitung pH campuran!

Pembahasan:

$$\text{HCl mula-mula} = 60 \text{ ml} \times 0,05 \text{ M} = 3 \text{ mmol}$$

$$\text{NaOH mula-mula} = 40 \text{ ml} \times 0,1 \text{ M} = 4 \text{ mmol}$$

	HCl(aq)	+ NaOH(aq)	→	NaCl(aq)	+ H ₂ O(l)
Mula-mula	3	4		0	0
Bereaksi	-3	-3		+3	+3
Sisa	0	1		3	3

Besar pH larutan ditentukan oleh asam kuat atau basa kuat yang tersisa. Oleh karena basa kuat sisa maka: $[\text{OH}^-]_{\text{sisa}} = b \times M_b$

$$[\text{OH}^-]_{\text{sisa}} = 1 \times \frac{1 \text{ mmol}}{(60 + 40) \text{ mL}} = 10^{-2} \text{ M}$$

$$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-]_{\text{sisa}} = -\log 10^{-2} = 2; \text{ sehingga } \text{pH} = 14 - 2 = 12$$

SOLUSI SMART:

$$H^+ \text{ dari HCl} = 60 \text{ mL} \times 0,05 \text{ M} \times 1 = 3 \text{ mmol}$$

$$OH^- \text{ dari NaOH} = 40 \text{ mL} \times 0,1 \text{ M} \times 1 = 4 \text{ mmol}$$

$$[OH^-]_{\text{sisa}} = \frac{(4 - 3) \text{ mmol}}{(60 + 40) \text{ mL}} = 10^{-2} \text{ M}$$

$$pOH = -\log 10^{-2} = 2 \text{ maka } pH = 14 - 2 = 12$$

7. 100 ml larutan HCl 0,2 tepat bereaksi dengan 100 ml $Ca(OH)_2$. Tentukan harga konsentrasi $Ca(OH)_2$ tersebut!

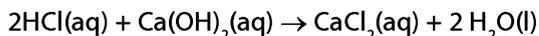
Pembahasan:

Misal konsentrasi $Ca(OH)_2 = y \text{ M}$

HCl mula-mula = $100 \text{ ml} \times 0,2 \text{ M} = 20 \text{ mmol}$

$Ca(OH)_2$ mula-mula = $100 \times y \text{ M} = 100 y \text{ mmol}$

Asam dan basa tepat habis berarti asam dan basa tersebut saling habis.



Mula-mula	20	100y
-----------	----	------

Bereaksi	-20	-10
----------	-----	-----

Sisa	0	0
------	---	---

Sehingga didapatkan bahwa: $100y - 10 = 0 \Rightarrow y = \frac{10}{100} = 0,1$, maka konsentrasi $Ca(OH)_2 = 0,1 \text{ M}$.

SOLUSI SMART:

$$H^+ \text{ dari HCl} = 100 \text{ ml} \times 0,2 \text{ M} \times 1 = 20 \text{ mmol}$$

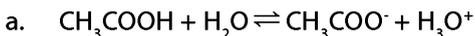
$$OH^- \text{ dari } Ca(OH)_2 = 100 \text{ ml} \times y \text{ M} \times 2 = 200 y \text{ mmol}$$

Asam basa tepat bereaksi: $\text{mmol } H^+ = \text{mmol } OH^-$

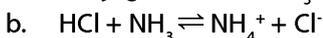
$$20 \text{ mmol} = 200 y \text{ mmol } y = 0,1$$

8. Tentukan pasangan asam-basa konjugasi dalam reaksi berikut!
- $CH_3COOH + H_2O \rightleftharpoons CH_3COO^- + H_3O^+$
 - $HCl + NH_3 \rightleftharpoons NH_4^+ + Cl^-$
 - $H_2O_2 + OH^- \rightleftharpoons HO_2^- + H_2O$

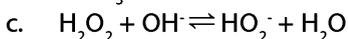
Pembahasan:



Pada reaksi tersebut CH_3COOH memberikan H^+ kepada H_2O sehingga CH_3COOH bertindak sebagai asam dan H_2O bertindak sebagai basa. Pada reaksi sebaliknya H_3O^+ memberikan H^+ kepada CH_3COO^- sehingga H_3O^+ bertindak sebagai asam dan CH_3COO^- bertindak sebagai basa. Jadi, pasangan asam basa konjugasi adalah: $\text{CH}_3\text{COOH} - \text{CH}_3\text{COO}^-$ dan $\text{H}_3\text{O}^+ - \text{H}_2\text{O}$.



Pada reaksi tersebut HCl memberikan H^+ kepada NH_3 sehingga HCl bertindak sebagai asam dan NH_3 bertindak sebagai basa. Pada reaksi sebaliknya NH_4^+ memberikan H^+ kepada Cl^- sehingga NH_4^+ bertindak sebagai asam dan Cl^- bertindak sebagai basa. Jadi, pasangan asam basa konjugasi adalah: $\text{HCl} - \text{Cl}^-$ dan $\text{NH}_4^+ - \text{NH}_3$.



Pada reaksi tersebut H_2O_2 memberikan H^+ kepada OH^- sehingga H_2O_2 bertindak sebagai asam dan OH^- bertindak sebagai basa. Pada reaksi sebaliknya H_2O memberikan H^+ kepada HO_2^- sehingga H_2O bertindak sebagai asam dan HO_2^- bertindak sebagai basa. Jadi, pasangan asam basa konjugasi adalah: $\text{H}_2\text{O}_2 - \text{HO}_2^-$ dan $\text{H}_2\text{O} - \text{OH}^-$.

LATIHAN SOAL 11

1. Diantara sifat-sifat larutan berikut:
 - (1) Memiliki pH rendah
 - (2) Menghantarkan listrik dengan nyala lampu terang
 - (3) Tetapan ionisasi besar
 - (4) Derajat ionisasi besarYang merupakan sifat dari asam kuat adalah
 - A. (1) dan (3)
 - B. (2) dan (4)
 - C. (2) dan (3)
 - D. (1), (2), dan (4)
 - E. (1), (2), (3), dan (4)
2. Sifat-sifat basa adalah sebagai berikut, *kecuali*
 - A. dapat merubah warna kertas lakmus merah menjadi biru
 - B. tidak merubah warna kertas lakmus biru
 - C. mempunyai pH lebih kecil dari 7
 - D. mempunyai rasa agak pahit dan bersifat kaustik
 - E. mempunyai pH lebih besar dari 7
3. Spesi di bawah ini yang berperan sebagai asam Lewis adalah
 - A. NH_3
 - B. Cl^-
 - C. CN^-
 - D. PCl_3
 - E. PCl_5

4. Dari pengujian larutan dengan lakmus diperoleh data sebagai berikut:

Larutan	Lakmus merah	Lakmus biru
X	Merah	Biru
Y	Merah	Merah
Z	Biru	Biru
U	Merah	Biru
V	Biru	Biru

Larutan-larutan yang mengandung ion OH^- lebih banyak daripada ion H^+ adalah

- A. Z dan V
 B. Y dan U
 C. U dan X
 D. X dan Z
 E. X dan Y
5. Pada suhu tertentu, tetapan kesetimbangan air (K_w) = 9×10^{-14} . Pada suhu tersebut konsentrasi ion OH^- dalam air murni adalah ... molar.
- A. $1,0 \times 10^{-7}$
 B. $2,0 \times 10^{-7}$
 C. $3,0 \times 10^{-7}$
 D. $4,0 \times 10^{-7}$
 E. $5,0 \times 10^{-7}$
6. Di antara senyawa di bawah ini yang merupakan basa kuat adalah
- A. $\text{Al}(\text{OH})_3$
 B. $\text{Ca}(\text{OH})_2$
 C. NH_4OH
 D. CH_3NH_2
 E. $\text{Fe}(\text{OH})_3$
7. Lima jenis asam: HA, HB, HC, HD, dan HE dengan tetapan ionisasi asam (K_a) berturut-turut: $1,5 \times 10^{-6}$; $1,2 \times 10^{-6}$; $1,0 \times 10^{-6}$; $1,2 \times 10^{-5}$; dan 2×10^{-5} . Asam yang terkuat adalah
- A. HA
 B. HB
 C. HC
 D. HD
 E. HE
8. Konsentrasi ion H^+ dalam larutan asam asetat adalah 8×10^{-4} M. Jika harga tetapan ionisasi asam tersebut (K_a) = $1,6 \times 10^{-5}$, maka konsentrasi asam tersebut adalah

- A. 0,02 M
 B. 0,04 M
 C. 0,2 M
 D. 0,4 M
 E. 0,8 M

9. Larutan asam lemah HA 0,1 M mempunyai harga pH = 3. Tetapan kesetimbangan asam (K_a), adalah

- A. 10^{-1}
 B. 10^{-2}
 C. 10^{-3}
 D. 10^{-4}
 E. 10^{-5}

10. Besarnya derajat keasaman pH dari 100 ml larutan asam lemah HX 0,001 M dengan derajat ionisasi 5% adalah

- A. 2
 B. $2 + \log 5$
 C. 4
 D. $5 - \log 5$
 E. 5

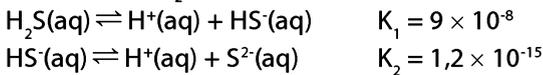
11. Derajat ionisasi larutan CH_3COOH 0,1 M yang memiliki pH sama dengan 3 adalah

- A. 0,01
 B. 0,05
 C. 0,10
 D. 0,15
 E. 0,20

12. Diketahui larutan NH_3 mempunyai derajat ionisasi = 1%. Jika larutan ini diencerkan 10 kali, maka derajat ionisasinya menjadi

- A. $\sqrt{10} \times 10^{-6}$
 B. $\sqrt{10} \times 10^{-5}$
 C. $\sqrt{10} \times 10^{-4}$
 D. $\sqrt{10} \times 10^{-3}$
 E. $\sqrt{10} \times 10^{-2}$

13. Asam lemah H_2S 0,01 M terionisasi menurut:



Harga pH asam tersebut adalah

- A. $4 - \log 3$
 B. $5 - 2 \log 3$
 C. $5 - \log 3$
 D. $6 - 2 \log 3$
 E. $6 - \log 3$

14. Harga pH larutan yang dibuat dari 0,001 mol KOH dalam 10 liter air (dianggap tidak terjadi perubahan volume akibat penambahan KOH) adalah
- A. 12
B. 11
C. 10
- D. 7
E. 4
15. Larutan dengan $\text{pH} = 3 - \log 2$ dibuat dengan melarutkan x mg H_2SO_4 ($M_r = 98$) dalam air hingga volume larutan 500 ml. Harga x sama dengan
- A. 4,9
B. 9,8
C. 49
- D. 98
E. 192
16. Sebanyak 100 ml larutan Ca(OH)_2 dengan konsentrasi tertentu memiliki $\text{pH} = 12$. Massa Ca(OH)_2 ($M_r = 74$) yang terlarut dalam larutan tersebut adalah
- A. 28 mg
B. 37 mg
C. 56 mg
- D. 74 mg
E. 112 mg
17. Konsentrasi H^+ dalam larutan Ba(OH)_2 0,05 M adalah ($K_w = 1 \times 10^{-14}$)
- A. 1×10^{-13} M
B. 5×10^{-10} M
C. 1×10^{-5} M
- D. 2×10^{-5} M
E. 5×10^{-2} M
18. Ke dalam 10 ml larutan HCl 0,1 M ditambahkan 90 ml air. Derajat keasaman (pH) larutan
- A. berubah dari 1 menjadi 4
B. berubah dari 1 menjadi 3
C. berubah dari 1 menjadi 2
- D. berubah dari 1 menjadi 0
E. tidak berubah
19. Agar larutan memiliki $\text{pH} = 11$, air yang ditambahkan pada 10 cm^3 larutan KOH yang memiliki $\text{pH} = 13$ adalah ... cm^3 .
- A. 10
B. 20
C. 90
- D. 100
E. 990

26. Campuran 200 ml HCl 0,01 M dan 100 ml NaOH 0,08 M tepat dinetralkan oleh larutan H_2SO_4 0,02 M sebanyak
- A. 75 ml
B. 100 ml
C. 150 ml
D. 200 ml
E. 250 ml
27. Warna larutan asam formiat 0,1 M (dengan volume tertentu) diberi dua tetes suatu indikator adalah sama dengan warna larutan HCl 2×10^{-3} M (dengan volume yang sama) yang diberi dua tetes indikator tersebut. Disimpulkan bahwa tetapan ionisasi asam formiat (K_a) sama dengan
- A. 2×10^{-6}
B. 4×10^{-6}
C. 2×10^{-5}
D. 4×10^{-5}
E. 2×10^{-3}
28. Dalam 100 ml larutan LOH 0,8 M mempunyai pH sama dengan 100 ml larutan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 0,01 M. Tetapan ionisasi LOH adalah
- A. 1×10^{-5}
B. 5×10^{-5}
C. 1×10^{-4}
D. 5×10^{-4}
E. 1×10^{-3}
29. Diketahui reaksi:
- $$\text{HCOOH}(\text{aq}) + \text{HNO}_2(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{HCOOH}_2^+(\text{aq}) + \text{NO}_2^-(\text{aq})$$
- Yang merupakan pasangan asam basa konjugasi adalah
- A. HCOOH dan HNO_2
B. HCOOH_2^+ dan HCOOH
C. HCOOH dan NO_2^-
D. NO_2^- dan HCOOH_2^+
E. HNO_2 dan HCOOH_2^+
30. Senyawa HClO_4 dapat bersifat asam maupun basa, reaksi yang menunjukkan HClO_4 bersifat basa adalah
- A. $\text{HClO}_4 + \text{NH}_2^- \rightleftharpoons \text{ClO}_4^- + \text{NH}_3$
B. $\text{HClO}_4 + \text{NH}_3 \rightleftharpoons \text{ClO}_4^- + \text{NH}_4^+$
C. $\text{HClO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{ClO}_4^- + \text{H}_3\text{O}^+$
D. $\text{HClO}_4 + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{ClO}_4^- + \text{H}_2\text{O}$
E. $\text{HClO}_4 + \text{N}_2\text{H}_5^+ \rightleftharpoons \text{H}_2\text{ClO}_4^+ + \text{N}_2\text{H}_4$



LARUTAN PENYANGGA DAN HIDROLISIS GARAM

12

A. LARUTAN PENYANGGA

a. Pengertian larutan penyangga

Larutan penyangga atau larutan *buffer* (dapar) adalah larutan yang harga pH-nya tidak mudah berubah dengan penambahan sedikit asam atau sedikit basa atau pengenceran.

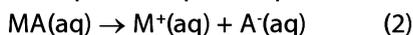
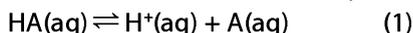
Larutan penyangga dapat dibentuk dari:

1. Campuran asam lemah dengan garamnya (basa konjugasinya), seperti:
 - $\text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq}) + \text{CH}_3\text{COONa}(\text{aq})$ atau $\text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq}) + \text{CH}_3\text{COO}^-(\text{aq})$
 - $\text{HF}(\text{aq}) + \text{BaF}_2(\text{aq})$ atau $\text{HF}(\text{aq}) + \text{F}^-(\text{aq})$
 - $\text{HCOOH}(\text{aq}) + \text{HCOONa}(\text{aq})$ atau $\text{HCOOH}(\text{aq}) + \text{HCOO}^-(\text{aq})$
 - $\text{NaH}_2\text{PO}_4(\text{aq}) + \text{Na}_2\text{HPO}_4(\text{aq})$ atau $\text{H}_2\text{PO}_4^-(\text{aq}) + \text{HPO}_4^{2-}(\text{aq})$
2. Campuran basa lemah dengan garamnya (asam konjugasinya), seperti:
 - $\text{NH}_3(\text{aq}) + \text{NH}_4\text{Br}(\text{aq})$ atau $\text{NH}_3(\text{aq}) + \text{NH}_4^+(\text{aq})$
 - $\text{CH}_3\text{NH}_2(\text{aq}) + \text{CH}_3\text{NH}_3\text{Cl}(\text{aq})$ atau $\text{CH}_3\text{NH}_2(\text{aq}) + \text{CH}_3\text{NH}_3^+(\text{aq})$

b. Perbitungan pH larutan penyangga

1. Campuran Asam Lemah dengan Garamnya (Basa Konjugasinya)

Misalkan, dalam larutan terdapat asam lemah HA dan garamnya MA. Kedua zat ini terurai menjadi:



Persamaan (1) mempunyai tetapan setimbang asam HA, yaitu:

$$K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]} \quad (3)$$

Oleh karena garam MA terionisasi sempurna, maka konsentrasi ion A^- dalam larutan tinggi sehingga kesetimbangan pada persamaan (1) bergeser ke sebelah kiri. Pergeseran ini, tentu saja menghambat ionisasi asam HA, yang berarti bagian asam HA yang mengion sangat kecil. Oleh karena itu, konsentrasi HA dalam larutan dianggap sama dengan konsentrasi HA yang dilarutkan. Sementara itu, konsentrasi ion A^- dianggap sama dengan konsentrasi ion A^- yang berasal dari garam MA (persamaan 2). Sedangkan ion A^- yang berasal dari asam HA diabaikan. Dengan demikian, persamaan (3) dapat ditulis menjadi:

$$K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{garam}]}{[\text{asam}]} \quad \text{atau} \quad [\text{H}^+] = K_a \times \frac{[\text{asam}]}{[\text{garam}]}$$

Dengan: K_a = tetapan ionisasi asam lemah

$[\text{asam}]$ = konsentrasi asam lemah yang dilarutkan (molar)

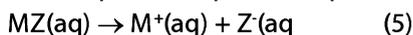
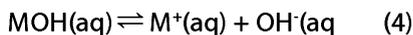
$[\text{garam}]$ = konsentrasi garam yang dilarutkan (tepatnya konsentrasi ion A^- (molar))

Rumus tersebut dapat ditulis

$$[\text{H}^+] = K_a \times \frac{\text{mol asam}}{\text{mol garam}} \quad \text{atau} \quad [\text{H}^+] = K_a \times \frac{\text{mmol asam}}{\text{mmol garam}}$$

2. Campuran Basa Lemah dengan Garamnya (Asam Konjugasinya)

Misalkan, dalam larutan terdapat basa lemah MOH dan garamnya MZ. Kedua zat ini terurai menjadi ion-ionnya menurut persamaan reaksi:



Persamaan (1.4) memiliki tetapan setimbang basa, yaitu:

$$K_b = \frac{[\text{M}^+][\text{OH}^-]}{[\text{MOH}]}$$

Garam MZ terionisasi sempurna sehingga konsentrasi ion M^+ dalam larutan tinggi. Akibatnya kesetimbangan (4) bergeser ke kiri. Dengan demikian bagian MOH yang terionkan sangat kecil. Oleh karena itu, konsentrasi MOH dalam larutan dianggap sama dengan konsentrasi MOH yang dilarutkan. Konsentrasi M^+ dianggap sama dengan konsentrasi M^+ dari garam MZ (persamaan 5). Sedangkan ion M^+ yang berasal dari basa MOH diabaikan. Akhirnya persamaan (6) dapat ditulis:

$$K_b = \frac{[\text{garam}][\text{OH}^-]}{[\text{basa}]} \quad \text{atau} \quad [\text{OH}^-] = K_b \times \frac{[\text{basa}]}{[\text{garam}]}$$

Dengan: K_b = tetapan ionisasi basa lemah

$[\text{basa}]$ = konsentrasi basa lemah yang dilarutkan (molar)

$[\text{garam}]$ = konsentrasi garam yang dilarutkan (tepatnya konsentrasi ion M^+) (molar)

Rumus tersebut dapat ditulis:

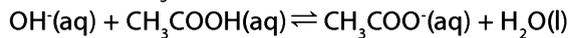
$$[\text{OH}^-] = K_b \times \frac{\text{mol basa}}{\text{mol garam}} \quad \text{atau} \quad [\text{OH}^-] = K_b \times \frac{\text{mmol basa}}{\text{mmol garam}}$$

c. Pengaruh asam/basa terhadap larutan penyangga

Kekhasan larutan penyangga adalah dapat mempertahankan pH walaupun ada penambahan sedikit asam atau basa. Misal, kita memiliki larutan buffer CH_3COOH dan basa konjugasinya CH_3COO^- . Apabila ke dalam larutan buffer ini ditambahkan suatu asam, maka ion H^+ akan diikat oleh basa konjugasi CH_3COO^- , menurut reaksi:



Bila ke dalam larutan buffer tersebut ditambahkan suatu basa, maka ion OH^- akan diikat oleh CH_3COOH , menurut reaksi:



d. Pengaruh pengenceran terhadap larutan penyangga

Pada pengenceran mmol (mol) zat terlarut tidak berubah, walaupun volume larutan sendiri bertambah besar. Oleh karena itu, bila larutan penyangga diencerkan, maka mmol (mol) asam (basa) lemah dan mmol (mol) garamnya tidak berubah. Dengan demikian larutan penyangga bersifat dapat mempertahankan pH.

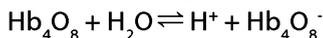
e. Larutan Penyangga dalam kehidupan sehari-hari

1. Larutan penyangga dalam darah

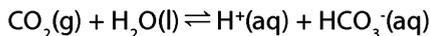
Derajat keasaman (pH) darah dalam tubuh manusia berkisar 7,35–7,45 atau rata-rata 7,4. Agar pH darah dalam kisaran tersebut maka terdapat beberapa larutan penyangga, yaitu:

- Penyangga hemoglobin

Hemoglobin (Hb_4O_8) merupakan asam lemah dengan $K_a = 2,4 \times 10^{-7}$, yang dapat mengalami reaksi disosiasi:

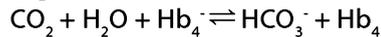


Gas CO_2 yang merupakan hasil metabolisme dapat larut dalam darah dengan membentuk reaksi kesetimbangan berikut:



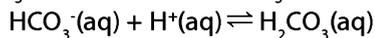
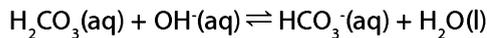
Ion H^+ yang terbentuk tersebut dapat mempengaruhi pH darah. Oleh karena itu, diperlukan adanya mekanisme untuk mengatasi hal tersebut. Dalam hal ini Hb_4O_8^- setelah

melepaskan oksigen terbentuk Hb_4^- yang segera bereaksi dengan CO_2 .



Dengan demikian tidak ada ion H^+ yang dibebaskan ke dalam darah dan pH tetap berkisar 7,35 – 7,45.

- Penyangga karbonat $\text{H}_2\text{CO}_3/\text{HCO}_3^-$
Penyangga karbonat adalah penyangga dalam cairan luar sel (darah). Sistem ini bereaksi dengan asam dan basa sebagai berikut:



Perbandingan ion HCO_3^- terhadap H_2CO_3 yang diperlukan untuk menjaga pH darah = 7,4 adalah 20 : 1. Ion bikarbonat relatif jauh lebih banyak karena hasil-hasil metabolisme yang diterima oleh darah lebih banyak bersifat asam. Contoh: asam laktat, asam fosfat, dan asam sulfat.

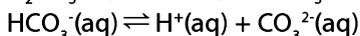
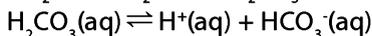
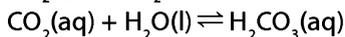
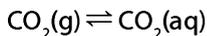
- Penyangga fosfat $\text{H}_2\text{PO}_4^-/\text{HPO}_4^{2-}$
Penyangga fosfat penting untuk mempertahankan pH darah, terutama di dalam sel. Sistem penyangga ini bersifat dominan karena memiliki $\text{pK}_a = 7,2$ yang mendekati pH darah = 7,4.

2. Larutan penyangga dalam ludah

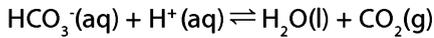
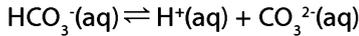
Larutan penyangga dalam ludah $\text{H}_2\text{PO}_4^-/\text{HPO}_4^{2-}$ yang berfungsi menjaga mulut pada pH sekitar 6,8. Sistem penyangga ini berperan dalam penetralan asam-asam yang terbentuk dari fermentasi sisa-sisa makanan.

3. Larutan penyangga dalam air laut

Air pada permukaan laut memiliki pH 8,1–8,4. Dalam air laut terdapat kesetimbangan:



- Jika ada penambahan basa (ion OH⁻) dalam air laut, maka ion tersebut dinetralkan oleh ion H⁺. Jika ada penambahan asam (ion H⁺), maka ion tersebut diikat oleh ion HCO₃⁻.
- Jika tumbuhan air menggunakan CO₂ untuk fotosintesis maka pH akan naik, sebaliknya jika hewan laut bernafas melepaskan CO₂ maka pH akan turun. Hal ini dapat diatasi oleh ion HCO₃⁻ dengan mekanisme:



B. HIDROLISIS GARAM

a. Pengertian hidrolisis garam

Hidrolisis garam adalah penguraian suatu garam oleh air sehingga menghasilkan larutan yang bersifat asam atau basa. Dalam reaksi hidrolisis, komponen garam yang berasal dari asam lemah atau basa lemah dapat bereaksi dengan air sehingga menghasilkan ion OH⁻ atau H⁺.

Dengan pengertian di atas, maka terdapat tiga kelompok garam yang dapat mengalami hidrolisis, yaitu:

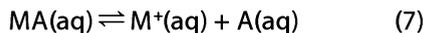
1. Garam yang berasal dari asam lemah dan basa kuat.
2. Garam yang berasal dari asam kuat dan basa lemah.
3. Garam yang berasal dari asam lemah dan basa lemah.

b. Jenis-jenis hidrolisis garam

1. Hidrolisis garam dari asam lemah dan basa kuat

- Penurunan rumus konsentrasi ion OH⁻

Misalkan terdapat garam MA yang berasal dari asam lemah HA dan basa kuat MOH, terionisasi dalam air sebagai berikut:



Sesuai dengan pengertian di atas, bahwa komponen garam yang berasal dari asam lemah akan bereaksi dengan air menurut persamaan reaksi:



Persamaan kesetimbangan untuk reaksi tersebut adalah:

$$K = \frac{[\text{HA}][\text{OH}^-]}{[\text{A}^-][\text{H}_2\text{O}]}$$

Oleh karena $[\text{H}_2\text{O}]$ tetap, maka hasil perkalian antara K dengan $[\text{H}_2\text{O}]$ menghasilkan suatu bilangan yang tetap yang disebut dengan tetapan hidrolisis (K_h), sehingga:

$$K_h = \frac{[\text{HA}][\text{OH}^-]}{[\text{A}^-]} \quad (9)$$

Bila masing-masing pembilang dan penyebut pada persamaan tersebut dikalikan dengan $[\text{H}^+]$, maka persamaannya menjadi:

$$K_h = \frac{[\text{HA}][\text{OH}^-]}{[\text{A}^-]} \cdot \frac{[\text{H}^+]}{[\text{H}^+]}$$

$$K_h = \frac{[\text{HA}]}{[\text{A}^-][\text{H}^+]} \cdot [\text{OH}^-][\text{H}^+]$$

Kita telah mengenal bahwa:

$$\frac{[\text{HA}]}{[\text{A}^-][\text{H}^+]} = \frac{1}{\frac{[\text{H}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]}} = \frac{1}{K_a}$$

$$[\text{OH}^-][\text{H}^+] = K_w$$

Dengan demikian persamaan K_h di atas dapat ditulis :

$$K_h = \frac{K_w}{K_a} \quad (10)$$

Dengan: K_h = tetapan hidrolisis

K_w = tetapan setimbang air pada suhu 25°C
= $1,0 \times 10^{-14}$

K_a = tetapan ionisasi asam lemah

Reaksi antara ion A^- dengan H_2O pada persamaan (8) menghasilkan HA dan OH^- dengan konsentrasi yang sama, sehingga persamaan (11) dapat ditulis:

$$K_h = \frac{[OH^-]^2}{[A^-]} \Leftrightarrow K_h \cdot [A^-] = [OH^-]^2$$

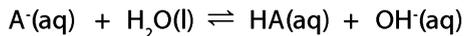
Konsentrasi A^- berasal dari garam MA yang terurai sempurna sehingga $[A^-]$ sama dengan $[MA]$.

$$K_h \cdot [\text{garam}] = [OH^-]^2$$

$$[OH^-] = \sqrt{K_h \cdot [\text{garam}]} \quad \text{atau} \quad [OH^-] = \sqrt{\frac{K_w}{K_a} \cdot [\text{garam}]}$$

- Penurunan rumus derajat hidrolisis

Derajat hidrolisis (h) menyatakan perbandingan antara jumlah kation atau anion yang bereaksi dengan air terhadap jumlah kation atau anion mula-mula yang terdapat dalam larutan. Misalkan, terdapat garam MA dengan konsentrasi c M yang terionisasi menghasilkan ion A^- sebanyak c M. Selanjutnya ion tersebut bereaksi dengan air dengan derajat hidrolisis h , maka ion A^- yang bereaksi adalah ch M sehingga persamaan (2) menjadi:



Mula-mula	c	0	0
Reaksi	-ch	+ch	+ch
Setimbang	c(1 - h)	ch	ch

Dari reaksi tersebut dapat diperoleh:

$$K_h = \frac{ch \cdot ch}{c(1-h)}; \text{ oleh karena } h \text{ sangat kecil maka } 1 - h \cong 1,$$

$$\text{sehingga: } K_h = ch^2$$

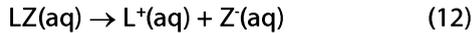
$$h = \sqrt{\frac{K_h}{c}}; \text{ dengan } c = [\text{garam}] \text{ dan } K_h = \text{ maka:}$$

$$h = \sqrt{\frac{K_w}{K_a \cdot [\text{garam}]}}$$

2. Hidrolisis garam dari asam kuat dan basa lemah

- Penurunan rumus konsentrasi ion H^+

Misalkan, terdapat larutan garam LZ yang berasal dari asam kuat HZ dan basa lemah LOH yang terionisasi sempurna, menurut reaksi:



Kation L^+ yang berasal dari basa lemah akan bereaksi dengan air, menurut persamaan reaksi:



Tetapan hidrolisis (K_h) untuk reaksi tersebut adalah:

$$K_h = \frac{[LOH][H^+]}{[L^+]} \quad (14)$$

Bila masing-masing pembilang dan penyebut pada persamaan (14) dikalikan dengan $[OH^-]$, maka persamaan tersebut ditulis:

$$K_h = \frac{[LOH][H^+]}{[L^+]} \cdot \frac{[OH^-]}{[OH^-]} = \frac{[LOH]}{[L^+][OH^-]} \cdot [H^+][OH^-]$$

Oleh karena $\frac{[LOH]}{[L^+][OH^-]} = \frac{1}{K_b}$ dan $[H^+][OH^-] = K_w$, maka:

$$K_h = \frac{K_w}{K_b} \quad (15)$$

Dengan: K_h = tetapan hidrolisis

K_w = tetapan setimbang air

K_b = tetapan ionisasi basa lemah

Reaksi antara ion L^+ dengan H_2O pada persamaan (13) menghasilkan LOH dan H^+ dengan konsentrasi yang sama, sehingga persamaan (14) dapat ditulis:

$$K_h = \frac{[H^+]^2}{[L^+]} \Rightarrow K_h = K_h \cdot [L^+] = [H^+]^2$$

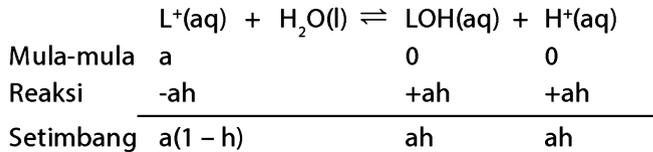
Konsentrasi L^+ berasal dari garam LZ yang terurai sempurna sehingga $[L^+]$ sama dengan $[LZ]$.

$$[H^+]^2 = K_h \cdot [\text{garam}]$$

$$[H^+] = \sqrt{K_h \cdot [\text{garam}]} \quad \text{atau} \quad [H^+] = \sqrt{\frac{K_w}{K_b} \cdot [\text{garam}]}$$

- Penurunan rumus rerajat hidrolisis

Misalkan, terdapat garam LZ dengan konsentrasi a M dan derajat hidrolisisnya sebesar h . Larutan tersebut terionisasi sempurna menghasilkan ion L^+ dengan konsentrasi a M. Bila ion L^+ terhidrolisis, maka L^+ yang bereaksi adalah ah M, menurut persamaan reaksi:



Dari reaksi tersebut dapat diperoleh:

$$K_h = \frac{ah \cdot ah}{a(1-h)}; \text{ oleh karena } h \text{ sangat kecil, maka } 1 - h \cong 1$$

$$\text{maka: } K_h = ah^2$$

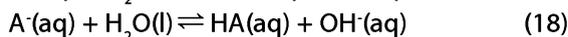
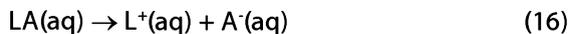
$$h = \sqrt{\frac{K_h}{a}}; \text{ dengan } a = [\text{garam}] \text{ dan } K_h = \frac{K_w}{K_b}, \text{ maka:}$$

$$h = \sqrt{\frac{K_w}{K_b \cdot [\text{garam}]}}$$

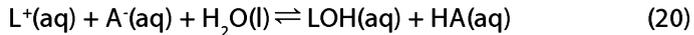
3. Hidrolisis garam dari asam lemah dan basa lemah

- Penurunan Rumus Konsentrasi ion H^+

Misalkan, terdapat garam LA yang berasal dari asam lemah HA dan basa lemah LOH yang mengalami hidrolisis total dalam air sebagai berikut:



Bila persamaan reaksi (17) dan (18) dijumlahkan, maka diperoleh:



Tetapan hidrolisis persamaan reaksi (9.20) adalah:

$$K_h = \frac{[LOH][HA]}{[L^+][A^-]} \quad (21)$$

Bila masing-masing pembilang dan penyebut pada persamaan (21) dikalikan dengan $[H^+][OH^-]$, maka:

$$K_h = \frac{[LOH][HA]}{[L^+][A^-]} \cdot \frac{[H^+][OH^-]}{[H^+][OH^-]}$$

$$K_h = \frac{[LOH]}{[L^+][OH^-]} \cdot \frac{[HA]}{[H^+][A^-]} \cdot [H^+][OH^-]$$

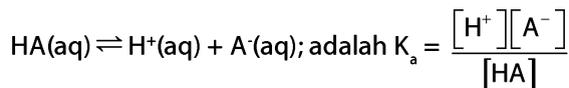
$$K_h = \frac{1}{K_b} \cdot \frac{1}{K_a} \cdot K_w \quad K_h = \frac{K_w}{K_a \cdot K_b}$$

Pada persamaan reaksi (20), diketahui bahwa $[LOH] = [HA]$ dan $[L^+] = [A^-]$ yang sama dengan konsentrasi garam LA. Bila konsentrasi-konsentrasi tersebut kita substitusikan ke persamaan (21), maka:

$$K_h = \frac{[HA][HA]}{[LA][LA]} = \frac{[HA]^2}{[garam]^2}$$

$$[HA] = [garam] \cdot \sqrt{K_h} = [garam] \cdot \sqrt{\frac{K_w}{K_a \cdot K_b}}$$

Diketahui bahwa harga K_a untuk asam lemah HA yang terurai dalam air menurut persamaan reaksi:



Dalam persamaan reaksi (16) terlihat bahwa $[A^-] = [LA] = [\text{garam}]$, maka:

$$[HA] = \frac{[H^+][\text{garam}]}{K_a}$$

Bila harga HA diganti dengan $[\text{garam}] \cdot \sqrt{\frac{K_w}{K_a \cdot K_b}}$, maka:

$$[\text{garam}] \cdot \sqrt{\frac{K_w}{K_a \cdot K_b}} = \frac{[H^+][\text{garam}]}{K_a}$$

$$[H^+] = K_a \cdot \sqrt{\frac{K_w}{K_a \cdot K_b}}$$

$$[H^+] = \sqrt{K_a} \cdot \sqrt{K_a} \cdot \sqrt{\frac{K_w}{K_a \cdot K_b}}$$

$$[H^+] = \sqrt{\frac{K_w \cdot K_a \cdot K_a}{K_a \cdot K_b}}$$

$$[H^+] = \sqrt{\frac{K_w \cdot K_a}{K_b}}$$

Perlu diingat bahwa:

Jika $K_a > K_b$, maka $\text{pH} < 7$ berarti larutan bersifat asam.

Jika $K_a = K_b$, maka $\text{pH} = 7$ berarti larutan bersifat netral.

Jika $K_a < K_b$, maka $\text{pH} > 7$ berarti larutan bersifat basa.

- Penurunan Rumus Derajat Hidrolisis

Misalkan, larutan garam LA mempunyai konsentrasi c M dan derajat hidrolisis h , maka LA yang terhidrolisis (bereaksi dengan air) adalah ch M.

	$L^+(aq) + A^-(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons LOH(aq) + HA(aq)$			
Mula-mula	c	c	0	0
Reaksi	$-ch$	$-ch$	$+ch$	$+ch$
Setimbang	$c(1-h)$	$c(1-h)$	ch	ch

Tetapan hidrolisis untuk reaksi tersebut adalah:

$$K_h = \frac{ch \cdot ch}{c(1-h) \cdot c(1-h)} = \frac{h^2}{(1-h)^2} = \left(\frac{h}{1-h} \right)^2,$$

maka:

$$K_h = \frac{h}{1-h} \Leftrightarrow h = \sqrt{K_h} - h\sqrt{K_h} \qquad h = \frac{\sqrt{K_h}}{1 + \sqrt{K_h}}$$

$$h + h\sqrt{K_h} = \sqrt{K_h} \Leftrightarrow h(1 + \sqrt{K_h}) = \sqrt{K_h}$$

CONTOH SOAL DAN PEMBAHASAN

1. 100 ml larutan CH_3COOH 0,2 M ($K_a = 1,0 \times 10^{-5}$) dicampur dengan 50 ml larutan CH_3COONa 0,2 M. Tentukan pH campurannya!

Pembahasan:

$$\text{mmol CH}_3\text{COOH} = 100 \text{ ml} \times 0,2 \text{ M} = 20 \text{ mmol}$$

$$\text{mmol CH}_3\text{COONa} = 50 \text{ ml} \times 0,2 \text{ M} = 10 \text{ mmol}$$

$$[\text{H}^+] = K_a \times \frac{\text{mmol asam}}{\text{mmol garam}}$$

$$[\text{H}^+] = 1,0 \times 10^{-5} \cdot \frac{20 \text{ mmol}}{10 \text{ mmol}} = 2 \times 10^{-5}$$

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+] = -\log 2 \times 10^{-5} = 5 - \log 2$$

2. Sebanyak 100 ml larutan CH_3COOH 0,2 M dicampur dengan 50 ml larutan Ba(OH)_2 0,1 M. Tentukan pH campuran yang terjadi! ($K_a \text{ CH}_3\text{COOH} = 1,0 \times 10^{-5}$)

Pembahasan:

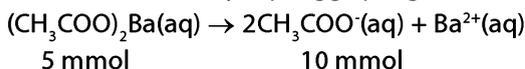
$$\text{CH}_3\text{COOH yang direaksikan} = 100 \text{ ml} \times 0,2 \text{ M} = 20 \text{ mmol}$$

$$\text{Ba(OH)}_2 \text{ yang direaksikan} = 50 \text{ ml} \times 0,1 \text{ M} = 5 \text{ mmol}$$

$$2\text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq}) + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow (\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ba}(\text{aq}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$$

Mula-mula	20	5	
Reaksi	-10	-5	+5
Akhir	10	0	5

Pada akhir reaksi ada 10 mmol CH_3COOH dan 5 mmol $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ba}$ sehingga membentuk larutan penyangga yang bersifat asam.



$$[\text{H}^+] = K_a \times \frac{\text{mmol CH}_3\text{COOH}}{\text{mmol CH}_3\text{COO}^-}$$

$$[\text{H}^+] = 1,0 \times 10^{-5} \cdot \frac{10 \text{ mmol}}{10 \text{ mmol}} = 10^{-5} \text{ pH} = -\log 10^{-5} = 5$$

SOLUSI SMART:

H^+ dari $\text{CH}_3\text{COOH} = \text{ml} \times \text{M} \times \text{valensi} = 100 \times 0,2 \times 1 = 20 \text{ mmol}$

OH^- dari $\text{Ba}(\text{OH})_2 = \text{ml} \times \text{M} \times \text{valensi} = 50 \times 0,1 \times 2 = 10 \text{ mmol}$

Oleh karena H^+ lebih banyak, maka terbentuk larutan penyangga yang bersifat asam.

$$[\text{H}^+] = K_a \times \frac{\text{H}^+ - \text{OH}^-}{\text{OH}^-}$$

$$[\text{H}^+] = 1,0 \times 10^{-5} \times \frac{20 - 10}{10} = 10^{-5} \rightarrow \text{pH} = -\log 10^{-5} = 5$$

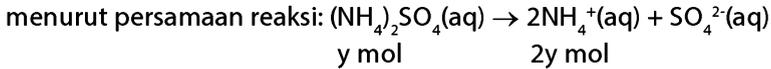
3. Berapa gram ammonium sulfat, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ($M_r = 132$) yang harus ditambahkan ke dalam 500 ml larutan NH_4OH 0,1 M untuk mendapatkan larutan buffer dengan $\text{pH} = 9$? ($K_b \text{NH}_4\text{OH} = 1,0 \times 10^{-5}$)

Pembahasan:

$\text{pH} = 9 \Rightarrow \text{pOH} = 14 - 9 = 5$ maka $[\text{OH}^-] = 10^{-5} \text{ M}$

Diketahui mol $\text{NH}_4\text{OH} = 0,5 \text{ Liter} \times 0,1 \text{ M} = 0,05 \text{ mol}$

Misal mol $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ yang ditambahkan = y mol yang akan mengion



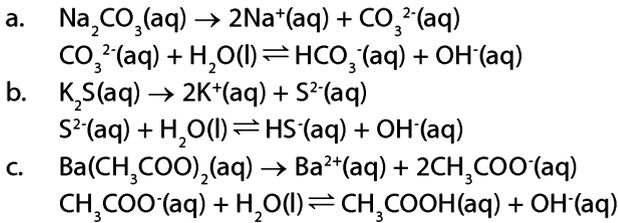
$$[\text{OH}^-] = K_b \times \frac{\text{molNH}_4\text{OH}}{\text{molNH}_4^+}$$

$$10^{-5} = 1,0 \times 10^{-5} \times \frac{0,05}{2y} \quad y = \frac{0,05}{2} = 0,025 \text{ mol}$$

Massa $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 = \text{mol} \times M_r = 0,025 \times 132 = 3,3 \text{ gram}$

4. Tuliskan reaksi hidrolisis masing-masing larutan garam berikut:
- Na_2CO_3
 - K_2S
 - $\text{Ba}(\text{CH}_3\text{COO})_2$

Pembahasan:



5. Sebanyak 300 ml larutan HCOOH 0,1 M dicampurkan dengan 200 ml larutan NaOH 0,15 M, hitung pH campuran! ($K_a \text{ HCOOH} = 1,8 \times 10^{-4}$)

Pembahasan:

HCOOH yang tersedia = $300 \text{ ml} \times 0,1 \text{ M} = 30 \text{ mmol}$
 NaOH yang tersedia = $200 \text{ ml} \times 0,15 \text{ M} = 30 \text{ mmol}$

$$\text{HCOOH}(\text{aq}) + \text{NaOH}(\text{aq}) \rightarrow \text{HCOONa}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$$

Mula-mula	30	30	0
Reaksi	-30	-30	+30
Akhir	0	0	30

Pada akhir reaksi terdapat 30 mmol HCOONa dalam 500 ml campuran.

$$[\text{HCOONa}] = \frac{30\text{mmol}}{500\text{mL}} = 0,6 \text{ M.}$$

$$[\text{OH}^-] = \sqrt{\frac{K_w}{K_a}} \cdot [\text{garam}]$$

$$[\text{OH}^-] = \sqrt{\frac{10^{-14}}{1,8 \times 10^{-4}}} \cdot 0,6 = \sqrt{\frac{1}{3}} \cdot 10^{-5} \text{ M}$$

$$\text{pOH} = -\log \sqrt{\frac{1}{3}} \cdot 10^{-5} \Rightarrow \text{pOH} = 5 - \frac{1}{2} \log \frac{1}{3} \Rightarrow \text{pOH} = 5 + \frac{1}{2} \log 3$$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - (5 + \frac{1}{2} \log 3) = 9 - \frac{1}{2} \log 3$$

SOLUSI SMART:

H^+ dari $\text{HCOOH} = \text{ml} \times \text{M} \times \text{valensi} = 300 \times 0,1 \times 1 = 30 \text{ mmol}$
 OH^- dari $\text{NaOH} = \text{ml} \times \text{M} \times \text{valensi} = 200 \times 0,15 \times 1 = 30 \text{ mmol}$
 Oleh karena $\text{mmol H}^+ = \text{mmol OH}^-$ maka keduanya saling habis dan larutan yang terjadi adalah hidrolisis bersifat basa.

$$[\text{garam}] = \frac{\text{mmol H}^+}{\text{mL campuran}} \text{ atau } [\text{garam}] = \frac{\text{mmol OH}^-}{\text{mL campuran}}$$

$$\text{Jadi, } [\text{garam}] = \frac{30 \text{ mmol}}{50 \text{ mL}} = 0,6 \text{ M}$$

$$[\text{OH}^-] = \sqrt{\frac{K_w}{K_a}} \cdot [\text{garam}]$$

$$[\text{OH}^-] = \sqrt{\frac{10^{-14}}{1,8 \times 10^{-4}}} \cdot 0,6 = \sqrt{\frac{1}{3}} \cdot 10^{-5} \text{ M}$$

Sama seperti di atas, maka $\text{pH campuran} = 9 - \frac{1}{2} \log 3$

6. Jika 107 g NH_4Cl ($M_r = 53,5$) dilarutkan dalam air hingga 1 liter. Hitung pH larutan garam tersebut jika diketahui tetapan hidrolisis ($K_h = 10^{-9}$)!

Pembahasan:

HCl yang tersedia = $50 \text{ ml} \times 0,2 \text{ M} = 10 \text{ mmol}$

NH_4OH yang tersedia = $50 \text{ ml} \times 0,2 \text{ M} = 10 \text{ mmol}$

$$\text{HCl(aq)} + \text{NH}_4\text{OH(aq)} \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl(aq)} + \text{H}_2\text{O(l)}$$

Mula-mula	10	10	0
Reaksi	-10	-10	+10
Akhir	0	0	10

Pada akhir reaksi diperoleh 10 mmol NH_4Cl dalam 100 ml campuran.

$$[\text{NH}_4\text{Cl}] = \frac{10 \text{ mmol}}{100 \text{ mL}} = 0,1 \text{ M}$$

$$[\text{H}^+] = \sqrt{\frac{K_w}{K_a} \cdot [\text{garam}]}$$

$$[\text{H}^+] = \sqrt{\frac{10^{-14}}{1,0 \times 10^{-5}} \cdot 0,1} = 10^{-5}, \text{ pH} = -\log 10^{-5} = 5$$

SOLUSI SMART:

H^+ dari HCl = ml \times M \times valensi = $50 \times 0,2 \times 1 = 10$ mmol

OH^- dari NH_4OH = ml \times M \times valensi = $50 \times 0,2 \times 1 = 10$ mmol

Oleh karena mmol H^+ = mmol OH^- maka keduanya saling habis bereaksi dan larutan yang terjadi adalah hidrolisis bersifat asam.

$$[\text{garam}] = \frac{\text{mmol H}^+}{\text{mL campuran}} \text{ atau } [\text{garam}] = \frac{\text{mmol OH}^-}{\text{mL campuran}}$$

$$\text{Jadi, } [\text{garam}] = \frac{10 \text{ mmol}}{100 \text{ mL}} = 0,1 \text{ M}$$

$$[\text{H}^+] = \sqrt{\frac{K_w}{K_a} \cdot [\text{garam}]}$$

$$[\text{H}^+] = \sqrt{\frac{10^{-14}}{1,0 \times 10^{-5}} \cdot 0,1} = 10^{-5}$$

$$\text{pH} = -\log 10^{-5} = 5$$

LATIHAN SOAL 12

1. Pasangan senyawa di bawah ini merupakan campuran penyangga, kecuali
 - A. HF dengan CaF_2
 - B. CH_3COOH dengan CH_3COOK
 - C. HCOOH dengan HCOONa
 - D. NH_3 dengan $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
 - E. HCN dengan NH_4CN
2. Pasangan reaksi yang menghasilkan campuran penyangga adalah
 - A. 50 ml CH_3COOH 0,2 M dengan 50 ml NaOH 0,2 M
 - B. 100 ml CH_3COOH 0,1 M dengan 100 ml $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ 0,1 M
 - C. 100 ml CH_3COOH 0,1 M dengan 100 ml $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 0,05 M
 - D. 10 ml CH_3COOH 0,1 M dengan 40 ml KOH 0,05 M
 - E. 50 ml CH_3COOH 0,05 M dengan 50 ml $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 0,02 M
3. Sebanyak 50 ml larutan NH_3 0,1 M ($K_b = 10^{-5}$) dicampurkan dengan 100 ml larutan NH_4Cl 0,5 M. Harga pH larutan yang terjadi adalah
 - A. 6
 - B. 7
 - C. 8
 - D. 9
 - E. 10
4. Sebanyak x gram HCOONa ($M_r = 68$) dicampurkan ke dalam 1 liter larutan HCOOH 0,1 M ($K_a = 2 \times 10^{-4}$) diperoleh pH = 5. Perubahan volume akibat penambahan padatan HCOONa diabaikan. Harga x adalah
 - A. 34 gram
 - B. 68 gram
 - C. 136 gram
 - D. 204 gram
 - E. 272 gram

5. Ke dalam 500 ml larutan NH_3 0,1 M ($K_b \text{ NH}_3 = 10^{-5}$) ditambahkan $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ sehingga diperoleh larutan penyangga dengan pH = 9. Maka massa amonium sulfat adalah ($M_r (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 = 132$)
- A. 3,3 gram
 B. 4,3 gram
 C. 5,3 gram
 D. 6,3 gram
 E. 7,3 gram
6. Larutan CH_3COOH 0,1 M ($K_a = 10^{-5}$) dicampurkan dengan larutan $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca}$ 0,1 M ternyata pOH larutan yang terjadi $9 + \log 2$. Perbandingan volume larutan CH_3COOH dengan $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca}$ adalah
- A. 1 : 1
 B. 1 : 2
 C. 1 : 4
 D. 2 : 1
 E. 4 : 1
7. Ke dalam larutan basa lemah LOH ditambahkan padatan garam L_2SO_4 sehingga konsentrasi LOH menjadi 0,1 M dan konsentrasi L_2SO_4 0,05 M, Jika $K_b \text{ LOH} = 10^{-5}$, maka pH campuran adalah
- A. $5 - \log 2$
 B. 5
 C. 9
 D. $9 + \log 2$
 E. 11
8. Volume gas NH_3 (STP) yang harus dialirkan ke dalam 150 ml larutan NH_4Cl 0,5 M ($K_b \text{ NH}_3 = 10^{-5}$), agar diperoleh larutan dengan pH = 8,5 adalah (diketahui $\log 3 = 0,5$)
- A. 0,504 liter
 B. 0,604 liter
 C. 0,704 liter
 D. 0,804 liter
 E. 0,904 liter
9. Diketahui 2,24 liter gas NH_3 (STP) dilarutkan dalam 1 liter air. Ke dalam larutan tersebut ditambahkan padatan garam salmiak (NH_4Cl) 10,7 gram. Jika $K_b \text{ NH}_4\text{OH} = 2 \times 10^{-5}$ dan $M_r \text{ NH}_4\text{Cl} = 53,5$, maka pH campuran adalah
- A. 5
 B. 6
 C. 8
 D. 9
 E. $9 + \log 2$

15. Larutan LOH 0,1 M ($K_b = 1,0 \times 10^{-5}$) dengan larutan L_2SO_4 0,05 M dicampurkan sehingga volume larutan 80 ml, ternyata pH larutan yang terjadi = 9. Jika ke dalam larutan di atas ditambahkan lagi 20 ml air, maka pH larutan menjadi
- A. 3
B. 5
C. 8
D. 9
E. 11
16. Di antara garam-garam di bawah ini, yang mengalami hidrolisis sempurna adalah
- A. CH_3COONa
B. CH_3COONH_4
C. NH_4Cl
D. KCl
E. KF
17. Peristiwa hidrolisis tidak terjadi pada larutan
- A. $CaCl_2$
B. CH_3COOK
C. NH_4Cl
D. $(NH_4)_2SO_4$
E. NaCN
18. Larutan garam yang mengalami reaksi: $M^+ + H_2O \rightleftharpoons MOH + H^+$ adalah
- A. NH_4Cl
B. Na_2CO_3
C. K_2SO_4
D. $BaCl_2$
E. NaBr
19. Larutan berikut yang harga pH-nya tidak tergantung pada konsentrasi larutan garamnya adalah
- A. NH_4Cl
B. CH_3COONa
C. NH_4CN
D. KF
E. HCOOK
20. Pasangan reaksi yang merupakan reaksi hidrolisis adalah
- A. 100 ml CH_3COOH 0,1 M dengan 100 ml $Ca(OH)_2$ 0,1 M
B. 50 ml NH_4OH 0,05 M dengan 50 ml H_2SO_4 0,05 M
C. 50 ml $Ca(OH)_2$ 0,01 M dengan 100 ml HCl 0,05 M
D. 100 ml CH_3COOH 0,05 M dengan 100 ml KOH 0,01 M
E. 20 ml NH_4OH 0,2 M dengan 20 ml H_2SO_4 0,1 M

27. Jika 66 mg $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ($M_r = 132$) dilarutkan dalam air hingga 500 ml, $K_b \text{NH}_4\text{OH} = 2,0 \times 10^{-5}$, maka pH larutan garam tersebut adalah
- A. 4
B. 5
C. 6
D. 8
E. 9
28. Harga pH larutan CH_3COOH 0,4 M adalah $3 - \log 2$. Harga pH dari 100 ml larutan CH_3COOH 0,1 M yang dicampurkan dengan 100 ml larutan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 0,05 M adalah
- A. 5
B. $5,5 - \log 2$
C. $5,5 - \frac{1}{2} \log 5$
D. $8,5 + \frac{1}{2} \log 5$
E. 9
29. Jika 80 ml basa lemah LOH 0,05 M ($K_b = 1,0 \times 10^{-5}$) dicampurkan dengan 20 ml H_2SO_4 , ternyata menjadikan pH = $5,5 - \log 2$, maka konsentrasi larutan H_2SO_4 tersebut adalah
- A. 0,01 M
B. 0,02 M
C. 0,05 M
D. 0,10 M
E. 0,20 M
30. Jika pH larutan NH_3 0,2 M adalah $11 + \log 2$, maka 10,7 gram garam NH_4X dalam 1 Liter larutan memberikan harga pH = 5. Massa atom relatif X adalah ($A_r \text{H} = 1, \text{N} = 14$)
- A. 35,5
B. 39
C. 40
D. 53,5
E. 107



KELARUTAN DAN HASIL KALI KELARUTAN

13

A. KELARUTAN

Kelarutan adalah banyaknya mol zat terlarut dalam setiap 1 liter air pada suhu 25°C dan tekanan 1 atm untuk membentuk larutan jenuh. Larutan jenuh merupakan larutan yang telah mengandung zat terlarut dalam konsentrasi maksimum (tidak dapat ditambah lagi). Kelarutan (*solubility*) disimbolkan dengan s dan satuannya adalah mol/liter atau M .

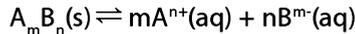
Faktor-faktor yang memengaruhi kelarutan antara lain:

1. Jenis zat terlarut
Pada pelarut air, umumnya zat terlarut berupa asam-asam akan mudah larut, sedangkan sebagian basa dan garam sukar larut.
2. Jenis zat pelarut
Pada umumnya, senyawa polar larut dalam pelarut polar dan senyawa nonpolar larut dalam pelarut nonpolar.
3. Suhu
Kelarutan suatu zat akan semakin besar jika suhu dinaikkan.

B. HASIL KALI KELARUTAN (K_{sp})

Hasil kali kelarutan (*konstanta solubility product* atau K_{sp}) adalah hasil kali konsentrasi ion-ion elektrolit larutan jenuh dipangkatkan dengan koefisien reaksinya. Suatu senyawa ion yang sukar larut dalam

air, sebenarnya melarut juga dalam jumlah yang sangat kecil sehingga membentuk larutan jenuh. Dalam larutan jenuh terjadi kesetimbangan antara zat padat dengan ion-ionnya pada suhu tertentu. Misalkan, terdapat senyawa ion $A_m B_n$ yang sedikit dapat larut, maka persamaan reaksi kesetimbangan pelarutannya adalah:



Tetapan kesetimbangan untuk reaksi pelarutan tersebut adalah:

$$K = \frac{[A^{n+}]^m [B^{m-}]^n}{[A_m B_n]} \Rightarrow K \cdot [A_m B_n] = [A^{n+}]^m [B^{m-}]^n$$

$$K_{sp} A_m B_n = [A^{n+}]^m [B^{m-}]^n$$

Dengan: K_{sp} = tetapan hasil kali kelarutan

$[A^{n+}]$ = konsentrasi ion A^{n+} dalam larutan jenuh (molar)

$[B^{m-}]$ = konsentrasi ion B^{m-} dalam larutan jenuh (molar)

m, n = koefisien reaksi ion A^{n+} dan ion B^{m-}

Perhatikan beberapa contoh penulisan K_{sp} di bawah ini!

- $PbS(s) \rightleftharpoons Pb^{2+}(aq) + S^{2-}(aq)$
 $K_{sp} PbS = [Pb^{2+}] [S^{2-}]$
- $Ca(OH)_2(s) \rightleftharpoons Ca^{2+}(aq) + 2OH^-(aq)$
 $K_{sp} Ca(OH)_2 = [Ca^{2+}] [OH^-]^2$
- $Bi(OH)_3(s) \rightleftharpoons Bi^{3+}(aq) + 3OH^-(aq)$
 $K_{sp} Bi(OH)_3 = [Bi^{3+}] [OH^-]^3$

Bila kelarutan suatu zat adalah s molar, maka:

- s molar PbS akan menghasilkan s molar Pb^{2+} dan s molar S^{2-} sehingga $K_{sp} PbS = s \cdot s = s^2$.
- s molar $Ca(OH)_2$ akan menghasilkan s molar Ca^{2+} dan $2s$ molar OH^- sehingga $K_{sp} Ca(OH)_2 = s \cdot (2s)^2 = 4s^3$.
- s molar $Bi(OH)_3$ akan menghasilkan s molar Bi^{3+} dan $3s$ molar OH^- sehingga $K_{sp} Bi(OH)_3 = s \cdot (3s)^3 = 27s^4$.

Akhirnya kita dapat menuliskan rumus umum mencari $K_{sp} A_m B_n$ dengan kelarutan s molar, yaitu:

$$K_{sp} A_m B_n = m^m \cdot n^n \cdot s^{(m+n)}$$

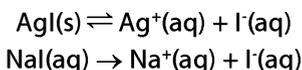
Harga K_{sp} dari beberapa elektrolit yang sukar larut yang ditetapkan pada suhu 25°C disajikan pada tabel berikut.

Tabel 13.1. Tetapan hasil kali kelarutan berbagai senyawa pada 25°C

Senyawa	K_{sp}	Senyawa	K_{sp}
Perak iodat, $AgIO_3$	$3,1 \times 10^{-8}$	Barium fluorida, BaF_2	$1,7 \times 10^{-6}$
Tembaga(I) iodat, $CuIO_3$	$1,4 \times 10^{-7}$	Kalsium fluorida	$3,9 \times 10^{-11}$
Timbal(II) iodat, $Pb(IO_3)_2$	$2,6 \times 10^{-13}$	Magnesium fluorida	$6,6 \times 10^{-9}$
Perak karbonat, Ag_2CO_3	$6,2 \times 10^{-12}$	Timbal(II) fluorida	$3,6 \times 10^{-4}$
Barium karbonat, $BaCO_3$	$8,1 \times 10^{-9}$	Strontium fluorida, SrF_2	$2,8 \times 10^{-9}$
Kalsium karbonat, $CaCO_3$	$8,7 \times 10^{-9}$	Perak klorida, $AgCl$	$1,6 \times 10^{-10}$
Timbal(II) karbonat, $PbCO_3$	$3,3 \times 10^{-14}$	Tembaga(I) klorida, $CuCl$	$1,0 \times 10^{-6}$
Magnesium karbonat, $MgCO_3$	$4,0 \times 10^{-5}$	Raksa(I) klorida, Hg_2Cl_2	$2,0 \times 10^{-18}$
Strontium karbonat, $SrCO_3$	$1,6 \times 10^{-9}$	Perak bromida, $AgBr$	$7,7 \times 10^{-13}$
Perak kromat, Ag_2CrO_4	$1,9 \times 10^{-12}$	Tembaga(I) bromida, $CuBr$	$4,2 \times 10^{-8}$
Barium kromat, $BaCrO_4$	$2,1 \times 10^{-10}$	Raksa(I) bromida, Hg_2Br_2	$1,3 \times 10^{-21}$
Timbal(II) kromat, $PbCrO_4$	$1,8 \times 10^{-14}$	Perak iodida, AgI	$1,5 \times 10^{-16}$
Tembaga(II) oksalat, CuC_2O_4	$2,9 \times 10^{-8}$	Tembaga(I) iodida, CuI	$5,1 \times 10^{-12}$
Besi(II) oksalat, FeC_2O_4	$2,1 \times 10^{-7}$	Timbal(II) iodida, PbI_2	$1,4 \times 10^{-8}$
Magnesium oksalat, MgC_2O_4	$8,6 \times 10^{-5}$	Raksa(I) iodida, Hg_2I_2	$1,2 \times 10^{-28}$
Timbal(II) oksalat, PbC_2O_4	$2,7 \times 10^{-11}$	Perak hidroksida, $AgOH$	$1,5 \times 10^{-8}$
Strontium oksalat, SrC_2O_4	$5,6 \times 10^{-8}$	Aluminium hidroksida, $Al(OH)_3$	$3,7 \times 10^{-15}$
Barium sulfat, $BaSO_4$	$1,1 \times 10^{-10}$	Besi(III) hidroksida, $Fe(OH)_3$	$1,1 \times 10^{-36}$
Kalsium sulfat, $CaSO_4$	$2,4 \times 10^{-5}$	Besi(II) hidroksida, $Fe(OH)_2$	$1,6 \times 10^{-14}$
Timbal(II) sulfat, $PbSO_4$	$1,1 \times 10^{-8}$	Magnesium hidroksida, $Mg(OH)_2$	$1,2 \times 10^{-11}$
Zink hidroksida, $Zn(OH)_2$	$4,5 \times 10^{-17}$	Mangan(II) hidroksida, $Mn(OH)_2$	$2,0 \times 10^{-13}$

C. PENGARUH ION SEJENIS TERHADAP KELARUTAN (S)

Kelarutan elektrolit dalam larutan yang mengandung ion senama akan lebih kecil, bila dibandingkan dengan kelarutannya dalam air murni. Misalnya, AgI lebih sukar larut dalam air yang mengandung ion Ag^+ atau I^- dibandingkan dalam air murni. Hal ini terjadi karena jika ke dalam larutan jenuh AgI ditambahkan sedikit ion I^- (dalam bentuk NaI), maka terjadi reaksi:



Dengan adanya ion I^- yang berasal dari ionisasi $\text{NaI}(\text{aq})$, maka kesetimbangan pada reaksi kesatu bergeser ke kiri. Akibatnya AgI akan mengendap sehingga kelarutan AgI menjadi berkurang.

Jadi, adanya ion sejenis akan memperkecil kelarutan (s). Jika A_mB_n dilarutkan dalam larutan yang mengandung ion B^- (ion sejenis), maka kelarutannya dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$s = \frac{K_{sp}}{[\text{B}]^y}$$

D. KOSIEN (Q) DAN PENGENDAPAN

Kosien (Q) adalah hasil kali konsentrasi kation dan anion yang dicampur, dipangkatkan dengan koefisien reaksinya. Jika kation A^{+n} direaksikan dengan anion B^{-m} akan menghasilkan senyawa A_mB_n . Untuk menentukan senyawa A_mB_n yang terbentuk mengendap atau tidak, dilakukan perbandingan nilai kosien (Q) dengan K_{sp} .

Misalkan reaksi: $x\text{A}^{+n}(\text{aq}) + y\text{B}^{-m}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{A}_m\text{B}_n$ $Q = [\text{A}^{+n}]^x [\text{B}^{-m}]^y$

Pengendapan larutan terjadi jika:

- $Q < K_{sp}$, larutan belum jenuh (belum mengendap).
- $Q = K_{sp}$, larutan tepat jenuh (mulai mengendap).
- $Q > K_{sp}$, larutan lewat jenuh (terbentuk endapan).

CONTOH SOAL DAN PEMBAHASAN

1. Garam PbSO_4 dapat larut sebanyak 76,66 mg ($M_r = 303$) dalam 2 liter larutan. Nyatakan kelarutan PbSO_4 itu dalam mol/liter!

Pembahasan:

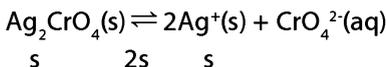
$$\begin{aligned}\text{Kelarutan } \text{PbSO}_4 &= \frac{76,66 \text{ mg}}{2 \text{ liter}} = \frac{38,33 \times 10^{-3} \text{ g}}{\text{liter}} \\ &= \frac{38,33}{303} \times 10^{-3} \text{ mol/liter} \\ &= 1,27 \text{ mol/liter}\end{aligned}$$

2. Diketahui kelarutan $\text{Ag}_2\text{CrO}_4 = 0,029 \text{ g/l}$. Hitung $K_{\text{sp}} \text{Ag}_2\text{CrO}_4$ ($M_r = 332$)!

Pembahasan:

$$\begin{aligned}\text{Kelarutan, } s \text{ Ag}_2\text{CrO}_4 &= \frac{0,029 \text{ g}}{\text{liter}} \\ &= \frac{0,029}{332} \text{ mol/liter} = 8,73 \text{ mol/liter}\end{aligned}$$

Persamaan reaksi pelarutan:



$$\begin{aligned}K_{\text{sp}} \text{Ag}_2\text{CrO}_4 &= [\text{Ag}^+]^2 [\text{CrO}_4^{2-}] \\ &= (2s)^2 (s) \\ &= (2,8,73 \times 10^{-5})^2 (8,73 \times 10^{-5}) = 2,66 \times 10^{-12}\end{aligned}$$

SOLUSI SMART:

Diketahui: $s = 8,73 \times 10^{-5} \text{ mol/liter}$

Ag_2CrO_4 memiliki harga $m = 2$ dan $n = 1$ sehingga:

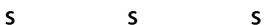
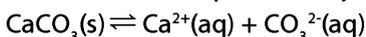
$$K_{\text{sp}} \text{Ag}_2\text{CrO}_4 = 2^2 \cdot 1^1 \cdot s^{(2+1)} = 4s^3 = 4(8,73 \times 10^{-5})^3 = 2,66 \times 10^{-12}$$

3. Diketahui $K_{sp} \text{ CaCO}_3 = 4,8 \times 10^{-9}$. Berapa mg CaCO_3 yang terdapat dalam 100 ml larutan jenuhnya? ($M_r \text{ CaCO}_3 = 100$)

Pembahasan:

Anggap kelarutan $\text{CaCO}_3 = s$ mol/liter

Persamaan reaksi pelarutannya:



$$K_{sp} \text{ CaCO}_3 = [\text{Ca}^{2+}] [\text{CO}_3^{2-}] = s \cdot s = s^2$$

$$4,8 \times 10^{-9} = s^2 \Rightarrow s = \sqrt{4,8 \times 10^{-10}} = 6,93 \times 10^{-5} \text{ mol/liter}$$

Dalam 100 ml (0,1 liter) larutan jenuh, maka kelarutannya adalah:

$$s = 6,93 \times 10^{-5} \text{ mol/liter} \times 0,1 \text{ liter} = 6,93 \times 10^{-6} \text{ mol.}$$

Sedangkan massa CaCO_3 yang dapat larut adalah:

$$6,93 \times 10^{-6} \text{ mol} \times 100 \text{ g/mol} = 6,93 \times 10^{-4} \text{ g} = 0,693 \text{ mg}$$

SOLUSI SMART:

CaCO_3 memiliki harga $m = 1$ dan $n = 1$, maka:

$$K_{sp} \text{ CaCO}_3 = 1^1 1^1 s^{(1+1)} = s^2$$

$$48 \times 10^{-10} = s^2 \rightarrow s = \sqrt{4,8 \times 10^{-10}} = 6,93 \times 10^{-5} \text{ mol/liter}$$

Dalam 100 ml (0,1 l) larutan jenuh:

$$\begin{aligned} \text{Kelarutan (s)} &= V \times M_r = 6,93 \times 10^{-5} \text{ mol/liter} \times 0,1 \text{ l} \times 100 \text{ g/mol} \\ &= 6,93 \times 10^{-4} \text{ g} = 0,693 \text{ mg} \end{aligned}$$

4. Larutan jenuh X(OH)_2 mempunyai pH 9. Hasil kali kelarutan (K_{sp}) dari X(OH)_2 adalah

A. 1×10^{-10}

D. 5×10^{-16}

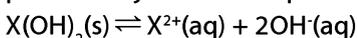
B. 5×10^{-11}

E. 1×10^{-18}

C. 1×10^{-15}

Jawaban: D

$$\text{pH larutan jenuh} = 9 \Rightarrow \text{pOH} = 14 - 9 = 5 \quad [\text{OH}^-] = 10^{-5} \text{ M}$$



$$2s = 10^{-5} \text{ M} \Rightarrow s = 5 \times 10^{-6} \text{ M}$$

$$\begin{aligned}
 K_{sp} \text{X(OH)}_2 &= 4s^3 \\
 &= 4 (5 \times 10^{-6})^3 \\
 &= 5 \times 10^{-16}
 \end{aligned}$$

5. Pada suhu tertentu tetapan hasil kali kelarutan (K_{sp}) garam $\text{PbSO}_4 = 1 \times 10^{-8}$. Apabila besarnya tetapan-tetapan kesetimbangan reaksi-reaksi berikut:

- $\text{PbSO}_4 + 2\text{I}^- \rightleftharpoons \text{PbI}_2 + \text{SO}_4^{2-}$, $K = 5 \times 10^{-1}$
- $\text{PbI}_2 + \text{CrO}_4^{2-} \rightleftharpoons \text{PbCrO}_4 + 2\text{I}^-$, $K = 4 \times 10^{12}$
- $\text{PbS} + \text{CrO}_4^{2-} \rightleftharpoons \text{PbCrO}_4 + \text{S}^{2-}$, $K = 8 \times 10^{-8}$

Dari data-data di atas, berpakah tetapan hasil kali kelarutan garam PbS ?

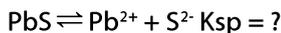
- | | |
|------------------------|-------------------------|
| A. 4×10^{-28} | D. $1,6 \times 10^{-3}$ |
| B. 4×10^{28} | E. 1×10^{-6} |
| C. 1.600 | |

Jawaban: A

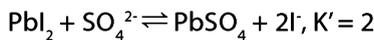
Diketahui persamaan reaksi kesetimbangan:

- $\text{PbSO}_4 + 2\text{I}^- \rightleftharpoons \text{PbI}_2 + \text{SO}_4^{2-}$, $K = 5 \times 10^{-1}$
- $\text{PbI}_2 + \text{CrO}_4^{2-} \rightleftharpoons \text{PbCrO}_4 + 2\text{I}^-$, $K = 4 \times 10^{12}$
- $\text{PbS} + \text{CrO}_4^{2-} \rightleftharpoons \text{PbCrO}_4 + \text{S}^{2-}$, $K = 8 \times 10^{-8}$
- $\text{PbSO}_4 \rightleftharpoons \text{Pb}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$, $K_{sp} = 1 \times 10^{-8}$

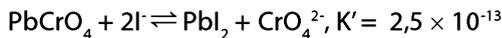
Ditanya:



✓ Persamaan a dibalik:



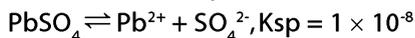
✓ Persamaan b dibalik



✓ Persamaan c tetap



✓ Persamaan d tetap:



$$\begin{aligned}
 \text{PbS} &\rightleftharpoons \text{Pb}^{2+} + \text{S}^{2-}, \quad K_{sp} = 2 \times (2,5 \times 10^{-13}) \times (8 \times 10^{-8}) \times (1 \times 10^{-8}) \\
 &= 4 \times 10^{-28}
 \end{aligned}$$

6. Tunjukkan dengan perhitungan apakah terbentuk endapan $\text{Mg}(\text{OH})_2$ apabila ke dalam 1 liter larutan MgCl_2 0,1 M ditambahkan 2 g kristal NaOH ($M_r = 40$)! ($K_{sp} \text{Mg}(\text{OH})_2 = 2 \times 10^{-11}$)

Pembahasan:

Satu liter larutan MgCl_2 0,1 M mengandung ion Mg^{2+} sebanyak 0,1 M. Penambahan 2 g kristal NaOH dianggap tidak mengubah volume larutan.

$$[\text{NaOH}] = \frac{g}{M_r} \times \frac{1000}{V} = \frac{2}{40} \times \frac{1000}{1000} = 0,05 \text{ M}$$

Larutan NaOH 0,05 M mengion menghasilkan ion OH^- sebanyak 0,05 M sehingga: hasil kali ion-ion dari $\text{Mg}(\text{OH})_2 = [\text{Mg}^{2+}][\text{OH}^-]^2 = 0,1 (0,05)^2 = 2,5 \times 10^{-4}$. Oleh karena $2,5 \times 10^{-4}$ lebih besar daripada $K_{sp} \text{Mg}(\text{OH})_2 = 2 \times 10^{-11}$, maka disimpulkan dalam larutan terjadi endapan $\text{Mg}(\text{OH})_2$.

LATIHAN SOAL 13

1. Bila kelarutan perak sulfida, Ag_2S adalah s mol/liter, maka K_{sp} zat tersebut adalah
 - A. s^2
 - B. $4s^3$
 - C. $27s^4$
 - D. $108s^5$
 - E. $2s^2$
2. Jika kelarutan CaF_2 dalam air sama dengan s mol/l, maka nilai K_{sp} bagi garam ini adalah
 - A. $\frac{1}{4}s^3$
 - B. $\frac{1}{2}s^3$
 - C. s^3
 - D. $2s^3$
 - E. $4s^3$
3. Bila hasil kali kelarutan aluminium hidroksida adalah x , maka kelarutan zat tersebut dalam satuan mol/Liter adalah
 - A. x
 - B. \sqrt{x}
 - C. $\left(\frac{x}{4}\right)^{\frac{1}{3}}$
 - D. $\left(\frac{x}{27}\right)^{\frac{1}{4}}$
 - E. $\left(\frac{1}{2}x\right)^{\frac{1}{2}}$
4. Ungkapan harga K_{sp} garam CaF_2 adalah
 - A. $[\text{Ca}^{2+}] [\text{F}^-]$
 - B. $[\text{Ca}^{2+}] [\text{F}^-]^2$
 - C. $[\text{Ca}^{2+}] [\text{F}^-]^2$
 - D. $[\text{Ca}^{2+}]^2 [\text{F}^-]$
 - E. $[\text{Ca}^{2+}]^2 [\text{F}^-]^2$

5. Di antara zat berikut yang kelarutannya paling besar adalah
- A. Ag_2CO_3 ($K_{\text{sp}} = 8,0 \times 10^{-12}$) D. PbI_2 ($K_{\text{sp}} = 9,0 \times 10^{-9}$)
 B. AgCl ($K_{\text{sp}} = 1,6 \times 10^{-10}$) E. PbSO_4 ($K_{\text{sp}} = 2,0 \times 10^{-8}$)
 C. PbCO_3 ($K_{\text{sp}} = 1,0 \times 10^{-13}$)
6. Tetapan hasil kali kelarutan perak azida (AgN_3), timbal azida ($\text{Pb}(\text{N}_3)_2$), dan stronsium fluorida (SrF_2) adalah sama pada temperatur yang sama. Jika kelarutan dinyatakan dengan s , maka pada temperatur yang sama
- A. $s \text{AgN}_3 = s \text{Pb}(\text{N}_3)_2 = s \text{SrF}_2$ D. $s \text{AgN}_3 < s \text{Pb}(\text{N}_3)_2 < s \text{SrF}_2$
 B. $s \text{AgN}_3 = s \text{Pb}(\text{N}_3)_2 > s \text{SrF}_2$ E. $s \text{AgN}_3 < s \text{Pb}(\text{N}_3)_2 = s \text{SrF}_2$
 C. $s \text{AgN}_3 > s \text{Pb}(\text{N}_3)_2 > s \text{SrF}_2$
7. Diketahui:
- $K_{\text{sp}} \text{AgCl} = 1 \times 10^{-10}$
 $K_{\text{sp}} \text{AgBr} = 1 \times 10^{-13}$
 $K_{\text{sp}} \text{AgI} = 1 \times 10^{-16}$
- Jika s menyatakan kelarutan dalam mol/l, maka
- A. $s \text{AgI} > s \text{AgBr} > s \text{AgCl}$ D. $s \text{AgI} = s \text{AgBr} < s \text{AgCl}$
 B. $s \text{AgI} < s \text{AgBr} < s \text{AgCl}$ E. $s \text{AgI} > s \text{AgBr} < s \text{AgCl}$
 C. $s \text{AgI} < s \text{AgBr} > s \text{AgCl}$
8. Pada suhu tertentu, 0,350 gram BaF_2 ($M_r = 175$) melarut dalam air murni membentuk 1 liter larutan jenuh. Hasil kali kelarutan BaF_2 adalah
- A. $1,75 \times 10^{-2}$ D. $3,2 \times 10^{-9}$
 B. $3,2 \times 10^{-6}$ E. $4,0 \times 10^{-9}$
 C. $3,2 \times 10^{-8}$
9. Diketahui $K_{\text{sp}} \text{Fe}(\text{OH})_2 = 3,2 \times 10^{-14}$ ($M_r = 90$) maka kelarutan zat tersebut dalam satuan gram/liter adalah
- A. $1,26 \times 10^{-7}$ D. $1,80 \times 10^{-4}$
 B. $1,13 \times 10^{-5}$ E. $1,80 \times 10^{-3}$
 C. $1,80 \times 10^{-5}$
10. Larutan jenuh $\text{Mg}(\text{OH})_2$ dengan $K_{\text{sp}} = 5,0 \times 10^{-13}$ mempunyai pH sama dengan ...

- A. 8
- B. 9
- C. 10
- D. 11
- E. 12

11. Larutan jenuh Ca(OH)_2 memiliki pH = 9. Hasil kali kelarutan Ca(OH)_2 adalah
- A. $1,0 \times 10^{-18}$
 - B. $5,0 \times 10^{-16}$
 - C. $1,0 \times 10^{-15}$
 - D. $5,0 \times 10^{-11}$
 - E. $1,0 \times 10^{-10}$
12. Diketahui Ksp $\text{Ag}_2\text{CrO}_4 = 4,0 \times 10^{-12}$. Jumlah ion Ag^+ yang terdapat dalam 100 ml larutan jenuh Ag_2CrO_4 adalah
- A. $1,204 \times 10^{19}$
 - B. $6,02 \times 10^{18}$
 - C. $1,204 \times 10^{18}$
 - D. $6,02 \times 10^{17}$
 - E. $1,204 \times 10^{16}$
13. Kelarutan barium sulfat akan paling kecil jika dilarutkan ke dalam
- A. air
 - B. kalium sulfat 0,15 M
 - C. barium nitrat 0,05 M
 - D. barium klorat 0,1 M
 - E. barium klorida 0,2 M
14. Bila $K_{sp} \text{CaF}_2 = 4,0 \times 10^{-11}$, maka kelarutan CaF_2 dalam 0,01 M larutan CaCl_2 adalah
- A. $2,3 \times 10^{-5} \text{ mol/l}$
 - B. $3,2 \times 10^{-5} \text{ mol/l}$
 - C. $1,28 \times 10^{-4} \text{ mol/l}$
 - D. $3,4 \times 10^{-4} \text{ mol/l}$
 - E. $4,3 \times 10^{-4} \text{ mol/l}$
15. Larutan jenuh senyawa hidroksida dari suatu logam M (M(OH)_3) mempunyai pH = 9. Harga K_{sp} senyawa tersebut adalah
- A. $3,3 \times 10^{-21}$
 - B. $3,0 \times 10^{-20}$
 - C. $1,0 \times 10^{-18}$
 - D. $3,0 \times 10^{-17}$
 - E. $3,3 \times 10^{-16}$
16. Hasil kali kelarutan Mg(OH)_2 adalah $3,0 \times 10^{-11}$. Bila larutan MgCl_2 0,3 M dinaikkan pH-nya dengan cara menambahkan NaOH padat, maka endapan akan terbentuk setelah pH

- A. 5
B. 8
C. 9
- D. 10
E. 11

17. MgCl_2 yang harus ditambahkan ke dalam 2 liter larutan NaOH dengan $\text{pH} = 12 + \log 5$ agar diperoleh larutan jenuh Mg(OH)_2 ($K_{\text{sp}} \text{Mg(OH)}_2 = 1,0 \times 10^{-12}$) adalah
- A. $2,0 \times 10^{-11}$ mol
B. $2,0 \times 10^{-10}$ mol
C. $8,0 \times 10^{-10}$ mol
- D. $4,0 \times 10^{-9}$ mol
E. $8,0 \times 10^{-9}$ mol
18. Hasil kali kelarutan Fe(OH)_2 pada suhu tertentu adalah $3,0 \times 10^{-15}$, pH minimal yang diperlukan untuk mengendapkan Fe(OH)_2 dari larutan FeCl_2 0,003 M adalah
- A. $8 + \log 3$
B. $8 - \log 3$
C. 8
- D. 6
E. $6 - \log 3$
19. Bila diketahui kelarutan CaSO_4 dalam air sebesar $5,0 \times 10^{-3}$ mol/l, maka kelarutan CaSO_4 dalam larutan H_2SO_4 dengan $\text{pH} = 1$ adalah
- A. $2,0 \times 10^{-3}$ mol/l
B. $5,0 \times 10^{-4}$ mol/l
C. $3,0 \times 10^{-4}$ mol/l
- D. $5,0 \times 10^{-5}$ mol/l
E. $5,0 \times 10^{-7}$ mol/l
20. Ke dalam 100 ml larutan netral yang merupakan campuran dari larutan garam-garam KI 10^{-3} M, Na_2CrO_4 10^{-3} M dan K_2SO_4 10^{-3} M ditambahkan 100 ml larutan $\text{Pb(NO}_3)_2$, 2×10^{-3} M. Campuran ini diaduk secara merata. Endapan yang terjadi adalah garam-garam
- $K_{\text{sp}} \text{PbI}_2 = 1,4 \times 10^{-8}$
 $K_{\text{sp}} \text{PbCrO}_4 = 1,8 \times 10^{-14}$
 $K_{\text{sp}} \text{PbSO}_4 = 1,1 \times 10^{-8}$
- A. PbSO_4 saja
B. PbCrO_4 saja
C. PbI_2 saja
- D. PbI_2 dan PbCrO_4
E. PbCrO_4 dan PbSO_4
21. Hasil kali kelarutan PbSO_4 adalah $1,1 \times 10^{-8}$. Jika 100 ml larutan $\text{Pb(NO}_3)_2$ 0,03 M ditambahkan ke dalam 400 ml larutan Na_2SO_4 , maka

- A. terbentuk endapan NaNO_3
 B. tidak terjadi reaksi
 C. terbentuk endapan PbSO_4
 D. larutan tepat jenuh oleh PbSO_4
 E. tidak terbentuk endapan
22. Suatu larutan mengandung garam-garam $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$, dan $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ masing-masing memiliki konsentrasi 0,01 M. Pada larutan ini dilarutkan sejumlah NaOH padat hingga pH larutan menjadi 8. Jika: $K_{\text{sp}} \text{Pb}(\text{OH})_2 = 2,8 \times 10^{-16}$
 $K_{\text{sp}} \text{Mn}(\text{OH})_2 = 4,5 \times 10^{-14}$
 $K_{\text{sp}} \text{Zn}(\text{OH})_2 = 4,5 \times 10^{-17}$
 Hidroksida yang mengendap adalah
- A. tidak ada
 B. ketiga-tiganya
 C. hanya $\text{Zn}(\text{OH})_2$
 D. hanya $\text{Mn}(\text{OH})_2$
 E. $\text{Zn}(\text{OH})_2$ dan $\text{Pb}(\text{OH})_2$
23. Kelarutan Ag_2CrO_4 ($M_r = 332$) dalam air murni adalah 33,2 mg/liter. Hasil kali kelarutan garam tersebut adalah
- A. 1×10^{-12}
 B. 4×10^{-12}
 C. 1×10^{-10}
 D. 4×10^{-10}
 E. 1×10^{-8}
24. Jika kelarutan CaCO_3 ($M_r = 100$) dalam 500 ml air adalah 5 mg, maka $K_{\text{sp}} \text{CaCO}_3$ adalah
- A. 10^{-4}
 B. 10^{-5}
 C. 10^{-6}
 D. 10^{-8}
 E. 10^{-10}
25. Apabila hasil kali larutan $\text{Pb}(\text{OH})_2 = 4 \times 10^{-15}$, maka kelarutan senyawa itu adalah
- A. $1,0 \times 10^{-5}$ mol/l
 B. $2,0 \times 10^{-5}$ mol/l
 C. $3,2 \times 10^{-5}$ mol/l
 D. $4,0 \times 10^{-5}$ mol/l
 E. $4,8 \times 10^{-5}$ mol/l



SIFAT KOLIGATIF LARUTAN

14

Sifat koligatif larutan adalah sifat suatu larutan yang hanya tergantung pada jumlah partikel zat terlarut dan tidak tergantung pada sifat partikel zat terlarut.

A. SIFAT KOLIGATIF LARUTAN NONELEKTROLIT

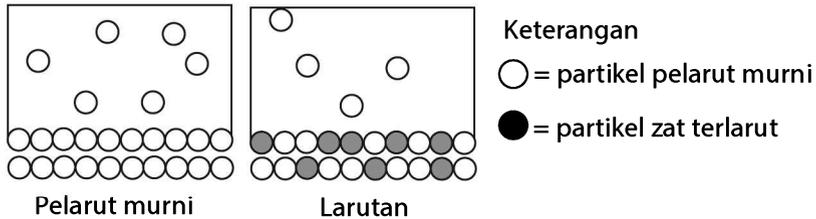
a. Penurunan tekanan uap (ΔP)

Uap jenuh adalah konsentrasi maksimum uap suatu zat pada suhu tertentu. Sedangkan tekanan uap jenuh adalah tekanan tertinggi uap jenuh pada suatu suhu tertentu. Dengan demikian tekanan uap jenuh itu sangat tergantung pada suhunya.

Tinggi rendahnya tekanan uap jenuh uap jenuh ditentukan oleh mudah tidaknya zat cair itu menguap. Suatu zat cair yang mudah menguap berarti zat cair tersebut mempunyai tekanan uap jenuh yang tinggi. Sebaliknya, zat cair yang sukar menguap, berarti zat cair tersebut mempunyai tekanan uap jenuh yang rendah.

Pada suhu yang sama larutan dari zat-zat yang sukar menguap, seperti larutan sukrosa dalam air, mempunyai tekanan uap jenuh yang lebih rendah daripada pelarut (air) murninya. Hal ini terjadi karena molekul-molekul zat terlarut (molekul-molekul sukrosa) menghalangi gerak molekul-molekul pelarut (molekul-molekul air) untuk berubah dari bentuk cair menjadi bentuk uap. Gambar 14.1.

menunjukkan bagaimana terjadinya penurunan tekanan uap secara molekuler.



Gambar 14.1. Gambaran molekuler terjadinya penurunan tekanan uap

Menurut Francois Marie Raoult (1887), penurunan relatif tekanan uap jenuh sama dengan perbandingan antara jumlah molekul zat terlarut dengan jumlah total molekul di dalam larutan. Dengan demikian penurunan relatif tekanan uap jenuh sama dengan fraksi mol zat terlarutnya.

Hukum Raoult ini dapat dituliskan:

$$\frac{P^\circ - P}{P^\circ} = X_t, \text{ bila } P^\circ - P = \Delta P, \text{ maka: } \Delta P = P^\circ \cdot X_t$$

Dengan: ΔP = penurunan tekanan uap jenuh

P° = tekanan uap jenuh pelarut murni

X_t = fraksi mol zat terlarut

Persamaan di atas dapat dikembangkan menjadi:

$$P^\circ - P = X_t \cdot P^\circ$$

$$P = P^\circ - X_t \cdot P^\circ$$

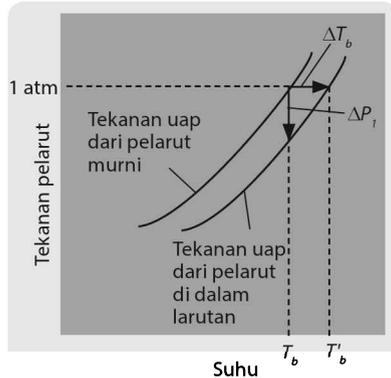
$$P = P^\circ (1 - X_t)$$

$$P = P^\circ \cdot X_p$$

Dengan: P = tekanan uap jenuh larutan

X_p = fraksi mol pelarut

Pengaruh penambahan zat terlarut yang sukar menguap terhadap penurunan tekanan uap jenuh ditunjukkan pada gambar 14.2.



Gambar 14.2. Penambahan zat terlarut yang sukar menguap ke dalam pelarut mengakibatkan penurunan tekanan uap (ΔP)

b. Kenaikan titik didih (ΔT_b)

Titik didih suatu zat cair adalah suhu pada saat tekanan uap zat cair itu sama dengan tekanan atmosfer di sekitarnya. Pada saat zat cair mendidih, maka terjadi penguapan di seluruh zat cair itu.

Titik didih larutan akan lebih tinggi daripada titik didih pelarut murninya. Hal ini disebabkan oleh adanya partikel-partikel zat terlarut dalam suatu larutan akan menghalangi penguapan partikel-partikel pelarut. Dengan demikian untuk menguapkan partikel-partikel pelarut dibutuhkan kalor (panas) yang lebih besar sehingga titik didihnya menjadi lebih tinggi.

Menurut Raoult kenaikan titik didih larutan adalah molalitas larutan yang dikalikan dengan tetapan kenaikan titik didih molal pelarutnya. Hukum tersebut dapat dituliskan:

$$\Delta T_b = K_b \cdot m$$

Dengan: ΔT_b = kenaikan titik didih larutan ($^{\circ}\text{C}$)

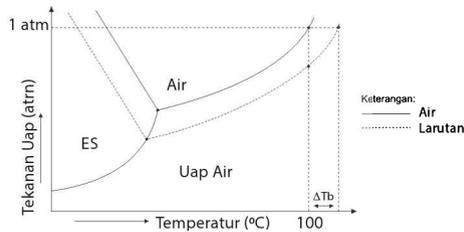
K_b = tetapan kenaikan titik didih molal pelarut ($^{\circ}\text{C m}^{-1}$)

m = konsentrasi larutan (molal)

Rumus tersebut dapat juga dituliskan:

$$\Delta T_b = K_b \times \frac{g}{M_r} \times \frac{1000}{p}$$

Dengan: g = massa zat terlarut (gram)
 M_r = massa molekul relatif zat terlarut
 P = massa pelarut (gram)



Gambar 14.3. Pengaruh penambahan zat terlarut sukar menguap terhadap kenaikan titik didih (ΔT_b)
 sumber koligatif.freeiz.com

c. Penurunan titik beku (ΔT_f)

Titik beku adalah suhu dimana fase cair dan fase padat berada dalam kesetimbangan. Air murni membeku pada suhu 0°C pada tekanan satu atmosfer.

Titik beku larutan selalu lebih rendah daripada titik beku pelarut murninya. Hal ini disebabkan oleh adanya partikel-partikel zat terlarut di antara partikel-partikel pelarut yang mengurangi kemampuan partikel-partikel pelarut berubah dari keadaan cair menjadi keadaan padat.

Penurunan titik beku larutan telah dirumuskan oleh Raoult sebagai berikut

$$\Delta T_f = K_f \cdot m$$

Dengan: ΔT_{fb} = penurunan titik beku larutan ($^\circ\text{C}$)

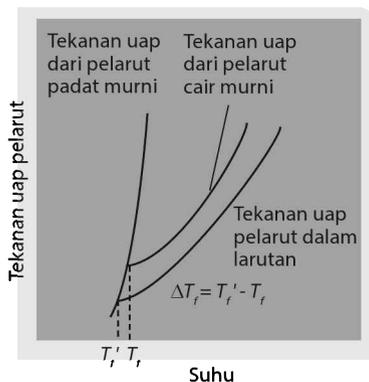
K_f = tetapan penurunan titik beku molal pelarut ($^\circ\text{C m}^{-1}$)

m = konsentrasi larutan (molal)

Rumus tersebut dapat juga dituliskan:

$$\Delta T_f = K_f \times \frac{g}{M_r} \times \frac{1000}{p}$$

Dengan: g = massa zat terlarut (gram)
 M_r = massa molekul relatif zat terlarut
 P = massa pelarut (gram)



Gambar 14.4. Pengaruh penambahan zat terlarut sukar menguap terhadap penurunan titik beku (ΔT_f)

Harga K_f dan K_b tergantung pada jenis pelarutnya. Tabel 1.1. menyajikan harga K_f dan K_b dari berbagai pelarut.

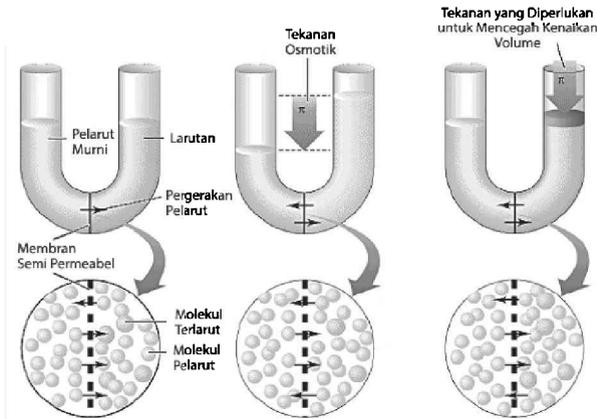
Tabel 14.1. Tetapan penurunan titik beku molal (K_f) dan tetapan kenaikan titik didih molal (K_b) dari beberapa zat

Zat	Titik beku (°C)	K_f (°C m ⁻¹)	Titik didih (°C)	K_b (°C m ⁻¹)
Air	0	1,86	100	0,52
Benzena	5,5	5,12	80,1	2,53
Kloroform	-63,5	4,70	61,2	3,63
Asam asetat	16,6	3,90	118,1	3,07
Naftalena	80,2	6,87	218,0	5,8

d. Tekanan osmotik (π)

Osmosis adalah peristiwa berpindahnya partikel-partikel pelarut dari larutan encer ke larutan pekat melalui selaput semipermeabel. Selaput semipermeabel sendiri merupakan selaput yang memiliki pori-pori yang hanya dapat dilalui oleh partikel-partikel zat pelarut, tetapi tidak dapat dilalui oleh partikel-partikel zat terlarut.

Peristiwa osmosis ditunjukkan pada gambar 14.5. Misalkan, kita memiliki larutan gula yang agak pekat yang dimasukkan ke dalam corong tistel yang ditutup rapat dengan kertas selopon lalu direndam ke dalam air. Lama kelamaan larutan dalam corong tersebut naik setinggi h .



Gambar 14.5. Peristiwa osmosis yang ditandai dengan adanya kenaikan ketinggian sebesar h . (a) Keadaan awal larutan I dan larutan II dengan ketinggian yang sama. (b) Larutan I lebih encer daripada larutan II. Pelarut dari larutan I berpindah ke larutan II dan demikian sebaliknya. Akan tetapi, laju perpindahan pelarut dari larutan I ke larutan II lebih besar daripada laju perpindahan pelarut dari larutan II ke larutan I. Akibatnya, terjadi perbedaan ketinggian sebesar h . (c) Perpindahan molekul pelarut dari kedua larutan yang mencapai kesetimbangan. (sumber www.asah-ilmu.com)

Perbedaan ketinggian sebesar ΔH setara dengan selisih tekanan hidrostatis zat cair tersebut. Selisih tekanan hidrostatis maksimum yang diakibatkan karena adanya peristiwa osmosis antara larutan dengan pelarut murninya. Hal ini dikenal juga dengan istilah *tekanan osmotik*.

Hubungan antara konsentrasi suatu larutan dengan tekanan osmotiknya yang terjadi pada suhu tertentu, telah dirumuskan oleh seorang ahli kimia organik yang bernama Jacobus Henricus van 't Hoff melalui persamaan berikut ini:

$$\pi = M.R.T.i$$

Dengan: π = tekanan osmotik (atm)

M = konsentrasi larutan (molar)

R = tetapan gas universal = $0,08206 \text{ L atm K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

T = suhu mutlak (K)

Rumus tersebut dapat juga dinyatakan dengan:

$$\pi = \frac{g}{M_r} \cdot \frac{1000}{p} \cdot R \cdot T$$

Dengan: g = massa zat terlarut (gram)

M_r = massa molekul relatif zat terlarut

V = volume larutan (ml)

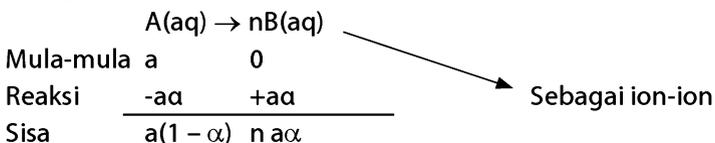
Larutan-larutan yang memiliki tekanan osmotik yang sama disebut *isotonik*. Jika suatu larutan memiliki tekanan osmotik lebih besar daripada larutan lainnya, maka larutan tersebut disebut *hipertonik*. Sebaliknya, jika suatu larutan memiliki tekanan osmotik yang lebih rendah daripada larutan lainnya, maka larutan tersebut disebut *hipotonik*.

B. SIFAT KOLIGATIF LARUTAN ELEKTROLIT

a. Penurunan persamaan faktor van 't Hoff

Besarnya sifat koligatif larutan elektrolit ditentukan oleh *jumlah partikel total* dalam larutan. Elektrolit itu sendiri, ada *elektrolit kuat* dan *elektrolit lemah* yang ditentukan oleh *derajat ionisasinya*.

Secara umum bila terdapat larutan elektrolit A dengan konsentrasi a molar dan derajat ionisasi α , maka elektrolit A yang terurai adalah $a\alpha$ molar. Sisa A yang tidak terurai adalah $a(1 - \alpha)$ molar dan B yang terbentuk adalah $n a\alpha$ molar. Secara reaksi dituliskan sebagai berikut:



Jumlah mol partikel setelah ionisasi dalam sejumlah volume tertentu adalah: $a(1 - \alpha) + n a\alpha = a(1 + (n - 1)\alpha)$

Faktor van 't Hoff, i , dihitung dengan membandingkan antara jumlah mol partikel setelah ionisasi dengan sebelum ionisasi:

$$i = \frac{a\{1 + (n - 1)\alpha\}}{a}$$

$$i = 1 + (n - 1) \alpha$$

Dengan: n = jumlah koefisien kanan dibagi dengan jumlah koefisien kiri dalam persamaan ionisasi

α = derajat ionisasi elektrolit

b. Rumus-rumus sifat koligatif larutan elektrolit

Rumus-rumus sifat koligatif larutan elektrolit didapatkan dengan mengalikan rumus-rumus sifat koligatif larutan nonelektrolit dengan faktor van 't Hoff (i). Kecuali, rumus penurunan tekanan uap jenuh larutan elektrolit, yang mana rumusnya sama dengan rumus penurunan tekanan uap larutan non elektrolit, sehingga:

1. Penurunan tekanan uap jenuh (ΔP)

$$\Delta P = P_o \cdot X_t \cdot i$$

2. Kenaikan titik didih (ΔT_b)

$$\Delta T_b = K_b \cdot m \cdot i$$

3. Penurunan titik beku (ΔT_f)

$$\Delta T_f = K_f \cdot m \cdot i$$

4. Tekanan osmotik (π)

$$\pi = M \cdot R \cdot T \cdot i$$

Khusus untuk elektrolit kuat, yang mana derajat ionisasi (α) sama dengan satu, maka faktor van 't Hoff nya adalah n .

Dengan demikian rumus-rumus sifat koligatif larutan elektrolit, jika derajat ionisasinya sama dengan satu, maka pada setiap rumus tersebut cukup dengan mengganti faktor van 't Hoff (i) dengan bilangan n (jumlah partikel ion yang terdapat dalam larutan).

LATIHAN SOAL 14

1. Tentukan tekanan uap larutan berikut:
 - a. Larutan glukosa ($M_r = 180$) dengan konsentrasi 18% massa pada suhu 20°C ($P^\circ = 31,82 \text{ mmHg}$)!
 - b. Larutan sukrosa ($M_r = 342$) 0,5 M pada suhu 30°C ($P^\circ = 31,82 \text{ mmHg}$)!

Pembahasan:

a. Larutan glukosa 18% massa = $\frac{18 \text{ g glukosa}}{100 \text{ g larutan}}$

Larutan tersebut terdiri dari 18 g glukosa dan $(100 - 18) \text{ g} = 82 \text{ g}$ air.

$$\text{Mol glukosa } (n_t) = \frac{18}{180} = 0,1 \text{ mol}$$

$$\text{Mol air } (n_p) = \frac{82}{18} = 4,6 \text{ mol}$$

Tekanan uap jenuh larutan adalah:

$$\begin{aligned} P &= P^\circ \cdot X_p \\ &= P^\circ \cdot \frac{n_p}{n_t + n_p} \\ &= 17,54 \cdot \frac{4,6}{0,1 + 4,6} \\ &= 17,19 \text{ mmHg} \end{aligned}$$

b. Larutan sukrosa 0,5 m = $\frac{0,5 \text{ mol sukrosa}}{1000 \text{ g air}}$

Mol gula (n_t) = 0,5 mol dan mol air (n_p) = $\frac{1000}{18} = 55,6 \text{ mol}$

Tekanan uap jenuh larutan adalah:

$$\begin{aligned} P &= P^\circ \cdot X_p \\ &= P^\circ \cdot \frac{n_p}{n_t + n_p} \\ &= 31,50 \text{ mmHg} \end{aligned}$$

2. Hitung titik didih larutan dari 68,4 g sukrosa ($M_r = 342$) yang dilarutkan dalam 250 g air! ($K_b \text{ air} = 0,513$)

Pembahasan:

$$\begin{aligned} \Delta T_b &= K_b \cdot \frac{g}{M_r} \cdot \frac{1000}{p} = 0,513 \cdot \frac{68,4}{342} \cdot \frac{1000}{250} \\ &= 0,410^\circ\text{C} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Titik didih larutan sukrosa } (T_b) &= (100 + \Delta T_b)^\circ\text{C} \\ &= (100 + 0,410)^\circ\text{C} \\ &= 100,410^\circ\text{C} \end{aligned}$$

3. Tentukan titik beku larutan jika ke dalam 300 g air dilarutkan 3 g urea ($M_r = 60$)! ($K_f \text{ air} = 1,85$)

Pembahasan:

$$\begin{aligned} \Delta T_f &= K_f \cdot \frac{g}{M_r} \cdot \frac{1000}{p} = 1,85 \cdot \frac{3}{60} \cdot \frac{1000}{300} \\ &= 0,308^\circ\text{C} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Titik beku larutan urea } (T_f) &= 0^\circ\text{C} - \Delta T_f \\ &= 0^\circ\text{C} - 0,308^\circ\text{C} \\ &= 0,308^\circ\text{C} \end{aligned}$$

4. Sebanyak 17,1 g sukrosa ($M_r = 342$) dilarutkan ke dalam air hingga volumenya 250 ml. Hitung tekanan osmotik larutan tersebut pada suhu 27°C! ($R = 0,082 \text{ l atm K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$)

Pembahasan:

$$\text{Suhu} = T = (27 + 273) \text{ K} = 300 \text{ K}$$

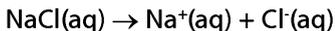
$$\pi = \frac{g}{M_r} \cdot \frac{1000}{p} \cdot R \cdot T = \frac{17,1}{342} \cdot \frac{1000}{250} \cdot 0,082 \cdot 300 = 4,92 \text{ atm}$$

Jadi, tekanan osmotik larutan sukrosa tersebut adalah 4,92 atm.

5. Tentukan uap suatu larutan (dalam mmHg) yang dibuat dengan melarutkan 18,3 g NaCl ($M_r = 58,5$) dalam 500,0 gram H₂O ($M_r = 18$) pada suhu 70°C! (Tekanan uap air pada 70°C adalah 233,7 mmHg)

Pembahasan:

Larutan NaCl merupakan elektrolit kuat ($\alpha = 1$) mengalami ionisasi sebagai berikut:



Sehingga jumlah partikel dalam larutan adalah 1 ion Na⁺ dan 1 ion Cl⁻. Jadi, $n = 2$. Faktot Van't Hoff (i) = $n \rightarrow i = 2$

$$\text{Mol NaCl} = \frac{18,3}{58,5} = 0,312 \text{ mol}$$

$$\text{Mol H}_2\text{O} = \frac{500,0}{18} = 27,78 \text{ mol}$$

Penurunan tekanan uap larutan NaCl adalah:

$$\begin{aligned} \Delta P &= \frac{n_t \cdot i}{n_p + n_t \cdot i} P^\circ \\ &= \frac{0,312 \cdot 2}{27,78 + 0,312 \cdot 2} \cdot 233,7 \\ &= 5,134 \text{ mmHg} \end{aligned}$$

Jadi, tekanan uap larutan NaCl adalah:

$$P = P^\circ - \Delta P = 233,7 - 5,134 = 228,6 \text{ mmHg}$$

6. Dalam 250 g air terlarut 0,1 mol elektrolit terner. Jika $\frac{2}{5}$ bagian dari elektrolit itu mengion dan K_b air = $0,52 \text{ } ^\circ\text{C m}^{-1}$, pada suhu berapakah larutan itu akan mendidih ?

Pembahasan:

Elektrolit terner berarti nilai $n = 3$ dan elektrolit tersebut memiliki derajat ionisasi $(\alpha) = \frac{2}{5}$.

Kenaikan titik didih larutan tersebut adalah:

$$\begin{aligned}\Delta T_b &= K_b \cdot \frac{g}{M_r} \cdot \frac{1000}{p} \cdot (1 + (n-1)\alpha) = 0,52 \cdot 0,1 \cdot \frac{1000}{250} \cdot (1 + (3-1)\frac{2}{5}) \\ &= 0,052 \cdot 4 \cdot 1,8 = 0,374^\circ\text{C}\end{aligned}$$

Titik didih larutan (T_b) adalah:

$$T_b = 100 + \Delta T_b = (100 + 0,374)^\circ\text{C} = 100,374^\circ\text{C}$$

7. Suatu larutan yang mengandung 2 g asam cuka ($M_r = 60$) dalam 250 g air membeku pada suhu $-0,252^\circ\text{C}$. Hitung derajat ionisasi asam cuka tersebut! (K_b air = 1,8)

Pembahasan:

Larutan asam cuka mengalami ionisasi sebagai berikut:



Jumlah partikel dalam larutan, $n = 2$, maka derajat ionisasi (α) adalah:

$$\begin{aligned}\Delta T_f &= K_f \cdot \frac{g}{M_r} \cdot \frac{1000}{p} \cdot (1 + (n-1)\alpha) \\ 0,252 &= 1,8 \cdot \frac{2}{60} \cdot \frac{1000}{250} \cdot (1 + (2-1)\alpha) \\ 0,252 &= 1,8 \cdot \frac{8}{60} (1 + \alpha) \\ 0,252 &= 0,24 (1 + \alpha) \\ \alpha &= \frac{0,252}{0,24} - 1 \\ \alpha &= 0,05\end{aligned}$$

8. Larutan 0,5 molal KCl membeku pada suhu $-1,7^{\circ}\text{C}$. Hitunglah tekanan osmotiknya pada suhu 0°C ! (K_f air = 1,86)

Pembahasan:

Menjawab soal ini langkah pertama mencari harga i :

$$\Delta T_f = K_f \cdot m \cdot i$$

$$i = \frac{\Delta T_f}{K_f \cdot m}$$

$$i = \frac{1,7}{1,86 \cdot 0,5}$$

$$i = 1,828$$

Langkah berikutnya mencari tekanan osmotik:

$\pi = M \cdot R \cdot T \cdot i$; dengan menganggap 0,5 molal = 0,5 M, maka:

$$\pi = 0,5 \cdot 0,082 \cdot 273 \cdot 1,828$$

$$\pi = 20,46 \text{ atm}$$

LATIHAN SOAL 14

1. Menurut Raoult sifat koligatif larutan merupakan sifat larutan yang
 - A. memperhitungkan macam dan jumlah zat yang terlarut
 - B. memperhitungkan macam dan zat yang terlarut saja
 - C. memperhitungkan jumlah molekul zat yang terlarut
 - D. tidak memperhitungkan macam dan jumlah zat yang terlarut
 - E. kadang-kadang memperhitungkan jumlah mol zat yang terlarut, kadang-kadang tidak melihat macam zat
2. Molalitas larutan glukosa ($M_r = 180$) 10% massa adalah
 - A. 0,82
 - B. 0,72
 - C. 0,62
 - D. 0,52
 - E. 0,42
3. Fraksi mol glukosa dalam air adalah 0,2. Jika M_r glukosa = 180 dan M_r air = 18, maka molalitas larutan glukosa dalam air adalah
 - A. 6,2
 - B. 9,4
 - C. 13,9
 - D. 14,6
 - E. 15,4
4. Massa jenis larutan CH_3COOH 5,2 M = 1,04 g/mL, M_r CH_3COOH = 60. Konsentrasi larutan ini jika dinyatakan dalam % berat asam asetat adalah
 - A. 18%
 - B. 24%
 - C. 30%
 - D. 36%
 - E. 40%

11. Diantara kelima larutan di bawah ini yang titik bekunya paling tinggi adalah
- | | |
|-----------------------------------|-------------------------------------|
| A. Na_2CO_3 0,3 M | D. $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ 0,2 M |
| B. CH_3COOH 0,5 M | E. CuSO_4 0,2 M |
| C. Glukosa 0,8 M | |
12. Di dalam air terlarut 10% berat glukosa ($M_r = 180$), bila tekanan uap air pada suhu 30°C sama dengan 31,82 mmHg, maka besarnya tekanan uap larutan glukosa adalah
- | | |
|---------------|---------------|
| A. 30,47 mmHg | D. 31,17 mmHg |
| B. 30,70 mmHg | E. 31,47 mmHg |
| C. 30,94 mmHg | |
13. Suatu larutan terbuat dari 9 gram zat non elektrolit dan 360 gram air. Tekanan uap jenuh larutan itu 40 mmHg. Bila tekanan uap jenuh air pada suhu yang sama adalah 40,1 mmHg, maka M_r zat itu adalah
- | | |
|--------|--------|
| A. 90 | D. 342 |
| B. 126 | E. 360 |
| C. 180 | |
14. Untuk mendidihkan 250 gram air (K_b air = 0,50) menjadi $100,1^\circ\text{C}$ pada tekanan 1 atm, maka jumlah gula ($M_r = 342$) yang harus dilarutkan adalah
- | | |
|--------------|-------------|
| A. 17,1 gram | D. 171 gram |
| B. 34,2 gram | E. 342 gram |
| C. 68,4 gram | |
15. Larutan urea dalam air mendidih pada suhu $105,2^\circ\text{C}$ pada tekanan 1 atmosfer. Jika M_r urea = 60 dan K_b air = 0,52, maka kadar larutan urea adalah
- | | |
|----------|--------|
| A. 12,5% | D. 75% |
| B. 37,5% | E. 90% |
| C. 60% | |

21. Jika 6,84 gram sukrosa ($M_r = 342$) dilarutkan dalam air sampai volume larutan 100 ml pada suhu 27°C dan diketahui $R = 0,082 \text{ l atm mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ maka tekanan osmotik larutan tersebut adalah
- A. 0,092
B. 0,984
C. 4,92
D. 6,15
E. 9,84
22. Jika tekanan uap air pada suhu ruangan adalah 105 mmHg, maka tekanan uap larutan NaOH 10% ($\text{Na} = 23$; $\text{O} = 16$; $\text{H} = 1$) adalah
- A. 5,23 mmHg
B. 10,46 mmHg
C. 49,77 mmHg
D. 55,23 mmHg
E. 95,45 mmHg
23. Suatu larutan zat elektrolit dalam air memiliki penurunan titik beku $0,465^\circ\text{C}$. Jika K_f air = 1,86 dan K_b air = 0,52, maka kenaikan titik dididh larutan zat elektrolit tersebut adalah
- A. $0,13^\circ\text{C}$
B. $0,18^\circ\text{C}$
C. $0,36^\circ\text{C}$
D. $0,52^\circ\text{C}$
E. $0,72^\circ\text{C}$
24. Larutan 0,05 mol raksa(II) sulfat dalam 100 gram air (K_f air = 1,86) membeku pada suhu $-1,55^\circ\text{C}$. Derajat ionisasi zat tersebut adalah
- A. $\frac{1}{4}$
B. $\frac{2}{5}$
C. $\frac{1}{2}$
D. $\frac{2}{3}$
E. $\frac{3}{4}$
25. Sebanyak 18,5 gram suatu basa kuat bervalensi dua dilarutkan ke dalam 250 ml air (massa jenis air = 1 g/ml), larutan akan membeku pada suhu $-5,58^\circ\text{C}$. Jika K_f air = 1,86, massa atom relatif logam basa tersebut adalah ($\text{A}, \text{H} = 1$; $\text{O} = 16$)
- A. 24
B. 40
C. 65
D. 87
E. 112

26. Tiga gram senyawa nonelektrolit dalam 250 gram air mempunyai penurunan titik beku setengahnya dari penurunan titik beku 5,85 gram NaCl ($M_r = 58,5$) dalam 500 g air. M_r zat nonelektrolit tersebut adalah
- A. 45
B. 60
C. 120
D. 180
E. 342
27. Kenaikan titik didih larutan 10,8 gram glukosa ($M_r = 180$) dalam 200 gram air adalah $\frac{1}{9}$ dari kenaikan titik didih larutan 20,8 gram BaCl_2 ($\text{Ba} = 137$; $\text{Cl} = 35,5$) dalam 100 gram air. BaCl_2 yang telah mengion dalam larutan itu adalah
- A. 70%
B. 75%
C. 80%
D. 85%
E. 90%
28. Agar 3 liter larutan CuSO_4 ($M_r = 160$) menimbulkan tekanan osmotik 5 atm pada suhu 27°C ($R = 0,082$), maka jumlah CuSO_4 yang dilarutkan adalah
- A. 17 gram
B. 50 gram
C. 171 gram
D. 342 gram
E. 684 gram
29. Sebanyak 200 ml larutan CaSO_4 0,4 M ternyata isotonik dengan 250 ml larutan yang mengandung 9,75 gram suatu basa bervalensi tiga ($\alpha = 20\%$). Maka M_r basa tersebut adalah
- A. 58
B. 74
C. 78
D. 107
E. 122
30. Jika 9 gram glukosa, $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$, dalam 250 ml larutan pada suhu yang sama adalah isotonik dengan 9,76 gram $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ($\text{H} = 1$; $\text{C} = 12$; $\text{O} = 16$; $\text{Cl} = 35,5$; $\text{Ba} = 137$) dalam X ml larutan. Harga X adalah
- A. 100
B. 200
C. 400
D. 600
E. 800



REDOKS DAN ELEKTROKIMIA

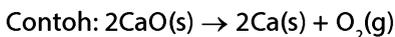
15

Redoks merupakan singkatan dari reduksi dan oksidasi. Untuk memahami tentang reaksi redoks, pelajarilah hal-hal berikut!

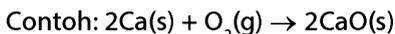
A. KONSEP REDOKS

a. Konsep reaksi redoks berdasarkan pelepasan dan pengikatan oksigen

Reduksi adalah reaksi pelepasan oksigen.

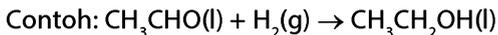


Oksidasi adalah reaksi pengikatan oksigen.

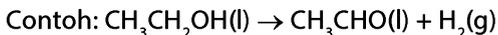


b. Konsep reaksi redoks berdasarkan pengikatan dan pelepasan hidrogen

Reduksi adalah reaksi pengikatan hidrogen.

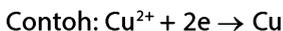


Oksidasi adalah reaksi pelepasan hidrogen.

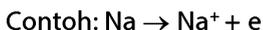


c. Konsep reaksi redoks berdasarkan pelepasan dan penerimaan elektron

Reduksi adalah reaksi pengikatan elektron.



Oksidasi adalah reaksi pelepasan elektron.



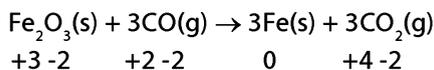
d. Konsep reaksi redoks berdasarkan perubahan bilangan oksidasi

Reduksi adalah reaksi penurunan bilangan oksidasi. Sedangkan oksidasi adalah reaksi kenaikan bilangan oksidasi. Bilangan oksidasi (biloks) suatu unsur adalah angka yang diberikan kepada atom dalam molekul atau ion yang mencerminkan keadaan oksidasinya.

Beberapa aturan dalam penentuan bilangan oksidasi unsur adalah:

1. Unsur bebas mempunyai bilangan oksidasi = 0.
Contoh, biloks unsur H dalam $H_2 = 0$.
2. Hidrogen mempunyai bilangan oksidasi = +1, *kecuali* dalam senyawaan hidrida, seperti NaH, CaH_2 dan $LiAlH_4$, biloksnnya = -1.
3. Oksigen mempunyai biloks = -2, *kecuali*:
 - Dalam senyawa peroksida, seperti H_2O_2 , Na_2O_2 , biloksnnya = -1.
 - Dalam senyawa superoksida, seperti KO_2 , biloksnnya = $-\frac{1}{2}$.
 - Dalam senyawa F_2O , biloksnnya = +2.
4. Bilangan oksidasi unsur dalam ion tunggal = muatannya.
 - Contoh: biloks K dalam $K^+ = +1$, biloks Cl dalam $Cl^- = -1$.
5. Jumlah biloks unsur-unsur dalam ion poliatom = muatan ion.
 - Contoh: dalam ion NO_3^- , biloks N + 3 x biloks O = -1.
6. Jumlah biloks unsur-unsur dalam senyawa = 0.
 - Contoh: dalam NH_3 , biloks N + 3 x biloks H = 0.
7. Unsur logam dalam senyawanya mempunyai biloks = nomor golongan dan bertanda positif.

Perhatikan perubahan bilangan oksidasi yang terjadi pada reaksi berikut.



Dari persamaan reaksi tersebut, terlihat bahwa bilangan oksidasi Fe berubah dari +3 menjadi 0 dan bilangan oksidasi C berubah dari +2 menjadi +4.

Dalam reaksi redoks, zat yang mengalami reduksi akan menyebabkan zat lain teroksidasi (oksidator). Sebaliknya, zat

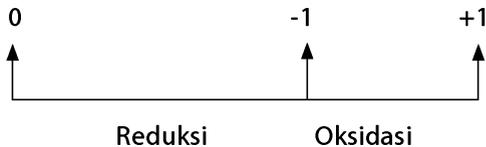
yang mengalami oksidasi akan menyebabkan zat lain tereduksi (reduktor).

Oksidator adalah spesi (atom, ion, atau molekul) yang mengalami reduksi. Sedangkan reduktor adalah spesi (atom, ion, atau molekul) yang mengalami oksidasi. Pada contoh reaksi di atas terlihat bahwa Fe_2O_3 sebagai oksidator dan CO sebagai reduktor.

B. REAKSI AUTOREDOKS

Reaksi autoreduksi atau reaksi disproporsionasi adalah reaksi redoks dimana spesi yang sama mengalami reaksi reduksi dan oksidasi sekaligus.

Contoh: $\text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{NaOH}(\text{aq}) \rightarrow \text{NaCl}(\text{aq}) + \text{NaClO}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$



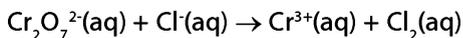
Pada reaksi tersebut Cl_2 mengalami reduksi menjadi NaCl dan mengalami oksidasi menjadi NaClO .

C. MENYETARAKAN REAKSI REDOKS

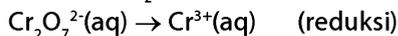
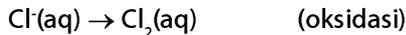
a. Metode ion-elektron (metode setengah reaksi)

1. Dalam suasana asam

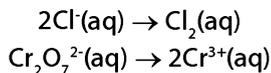
Perhatikan cara penyetaraan reaksi berikut!



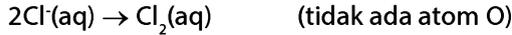
- Pisahkan persamaan reaksi tersebut menjadi dua setengah reaksi reduksi dan oksidasi.



- Setarakan jumlah atom yang mengalami perubahan biloks.



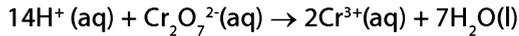
- Setarakan jumlah atom O dengan cara menambahkan H₂O pada sisi yang kekurangan atom O. Kelebihan atom H disetarakan dengan menambahkan ion H⁺ di sisi lainnya.



Pada setengah reaksi oksidasi terdapat tujuh atom O di sebelah kiri. Oleh karena itu tambahkan tujuh molekul H₂O di sebelah kanan.



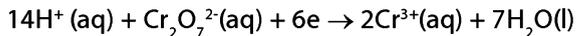
Di sisi kanan terdapat 14 atom H, maka tambahkan 14 H⁺ pada sisi kiri.



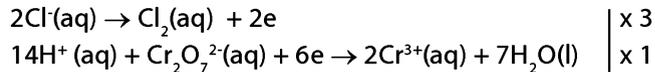
- Setarakan jumlah muatan pada kedua ruas dengan menambahkan elektron pada ruas yang ada H⁺ nya. Pada setengah reaksi oksidasi ruas kiri bermuatan -2 dan ruas kanan bermuatan 0, maka ruas kanan ditambahkan 2e.



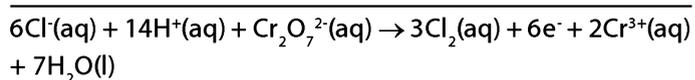
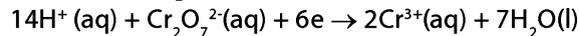
Pada setengah reaksi reduksi, ruas kiri bermuatan +12 dan ruas kanan bermuatan +6, maka ruas kiri ditambahkan 6e.



- Samakan jumlah elektron yang dilepas dan diikat dengan mengalikan masing-masing persamaan reaksi dengan suatu bilangan sehingga jumlah elektronnya sama pada kedua ruas.

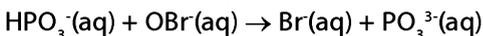


- Jumlahkan kedua setengah reaksi tersebut.

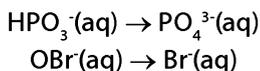


2. Dalam suasana basa

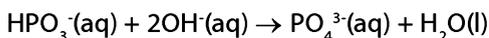
Perhatikan contoh penyetaraan reaksi berikut!



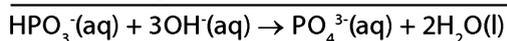
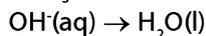
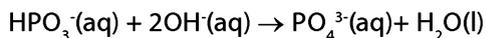
- Pisahkan bagian reaksi oksidasi dan reduksi
 $\text{HPO}_3^-(\text{aq}) \rightarrow \text{PO}_4^{3-}(\text{aq})$ (oksidasi)
 $\text{OBr}(\text{aq}) \rightarrow \text{Br}(\text{aq})$ (reduksi)
- Setarakan jumlah atom yang mengalami perubahan bilangan oksidasi. Atom yang mengalami perubahan bilangan oksidasi adalah P dan Br. Keduanya sudah setara pada kedua ruas.



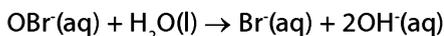
- Setarakan jumlah atom O dengan menambahkan H_2O pada ruas yang kelebihan atom O dan tambahkan OH^- dua kalinya di ruas yang berlawanan. Pada setengah reaksi oksidasi ruas kanan kelebihan satu atom O, maka tambahkan satu molekul H_2O pada ruas ini dan tambahkan 2OH^- pada ruas kiri.



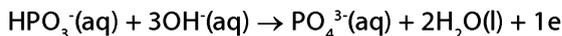
Atom H pada HPO_3^- harus dinetralkan oleh OH^- , maka tambahkan satu OH^- di ruas kiri dan tambahkan satu H_2O di ruas kanan.



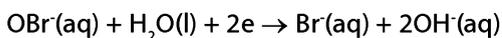
Pada setengah reaksi reduksi tambahkan satu molekul H_2O di ruas kiri dan tambahkan 2OH^- di ruas kanan.



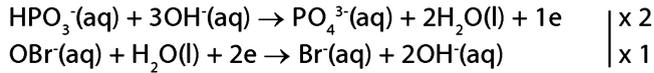
- Setarakan jumlah muatan dengan menambahkan elektron pada ruas yang berlawanan dengan OH^- . Pada setengah reaksi oksidasi ruas kiri bermuatan -4 dan ruas kanan bermuatan -3, maka tambahkan 1e di ruas kanan.



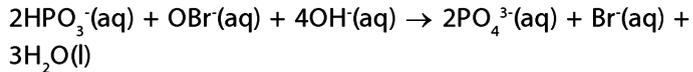
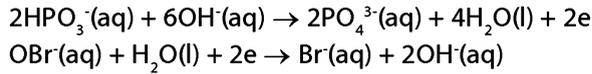
Pada setengah reaksi reduksi, ruas kiri bermuatan -1 dan ruas kanan bermuatan -3, maka tambahkan 2e di ruas kiri.



- Samakan jumlah elektron yang dilepas dan diterima dengan mengalikan persamaan reaksi dengan suatu bilangan.



- Jumlahkan kedua setengah reaksi oksidasi dan reduksi.

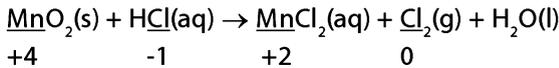


b. Metode bilangan oksidasi

Perhatikan contoh penyetaraan persamaan reaksi berikut!



- Tentukan unsur yang mengalami perubahan bilangan oksidasi (pbo). Contoh :

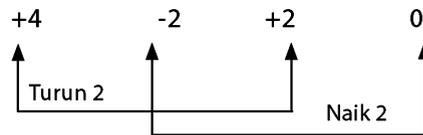


- Setarakan atom-atom yang mengalami pbo.

Atom Mn sebelum dan sesudah reaksi sudah setara (= 1). Atom Cl sebelum reaksi = (HCl) dan sesudah reaksi = 2 (Cl₂), maka tulis koefisien HCl = 2.



- Tentukan jumlah kenaikan dan penurunan biloks.



Samakan kenaikan dan penurunan biloks dengan mengalikannya dengan suatu bilangan. Bilangan tersebut selanjutnya merupakan *faktor pengali* bagi koefisien reaksi. Oleh karena kenaikan dan penurunan bilangan oksidasi sama (= 2), maka faktor pengalinya adalah satu. Dengan demikian koefisien reaksi tidak berubah.



- Setarakan atom atau spesi lain dengan urutan kation-anion-Hidrogen-Oksigen. Tidak ada kation (selain Mn) dalam persamaan reaksi. Anion yang belum setara adalah 2Cl^- yang terikat pada MnCl_2 . Oleh karena itu tambahkanlah 2HCl di sebelah kiri, sehingga persamaan reaksinya menjadi:

$$\text{MnO}_2(\text{s}) + 4\text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{MnCl}_2(\text{aq}) + \text{Cl}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$$
- Hidrogen disebelah kiri ada empat, maka berilah koefisien 2 untuk H_2O .

$$\text{MnO}_2(\text{s}) + 4\text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{MnCl}_2(\text{aq}) + \text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$$
- Oksigen di ruas kiri ada 2 dan di ruas kanan ada 2, berarti persamaan reaksi di atas sudah setara.

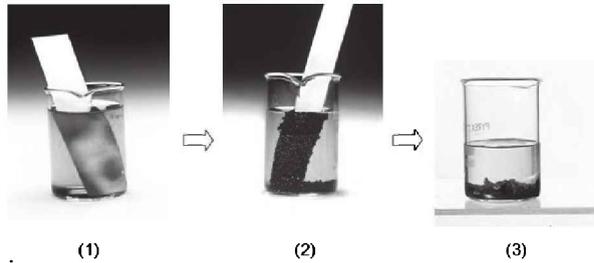
D. SEL ELEKTROKIMIA

Dalam elektrokimia dipelajari hubungan timbal balik antara perubahan kimia yang menghasilkan energi listrik dan energi listrik yang menghasilkan perubahan kimia. Perubahan energi ini terjadi dalam sel elektrokimia yang terdiri dari *sel Volta (sel Galvani)* dan *sel elektrolisis*.

Pada sel Volta terjadi reaksi kimia secara spontan dan menghasilkan energi listrik. Sebaliknya, pada sel elektrolisis dibutuhkan energi listrik agar terjadi reaksi kimia.

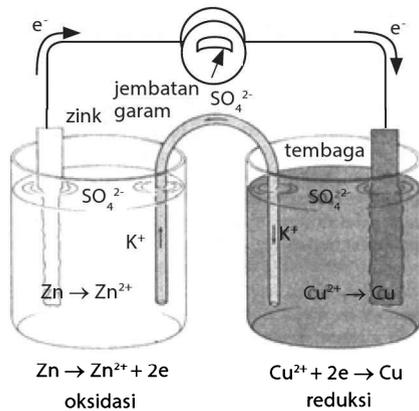
a. Sel Volta atau Sel Galvani

Apabila sepotong logam seng dicelupkan ke dalam larutan tembaga(II) sulfat sebagaimana ditunjukkan pada gambar 15.1, maka ion-ion Cu^{2+} akan mendekati permukaan seng mengambil elektron dan mengendap. Dengan demikian, terjadi perpindahan elektron dari seng ke tembaga. Meskipun begitu, perpindahan ini tidak menghasilkan arus listrik karena elektron berpindah langsung dari atom-atom Zn ke ion-ion Cu^{2+} .



Gambar 15.1. (a) Sepotong logam seng yang dicelupkan ke dalam larutan CuSO_4 yang berwarna biru. (b) Perpindahan elektron dari atom Zn ke ion Cu^{2+} sehingga Zn melarut sebagai Zn^{2+} dan Cu mengendap, warna larutan menjadi luntur. (c) Keadaan yang menunjukkan semua ion Cu^{2+} mengendap dan larutan menjadi bening yang hanya mengandung ion Zn^{2+} . (sumber kimiareaksiredoks.blogspot.com)

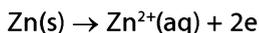
Bila diinginkan terjadinya arus listrik, maka perlu dilakukan penyusunan dua setengah sel, yaitu setengah sel logam Zn dalam larutan Zn^{2+} dan setengah sel logam Cu dalam larutan Cu^{2+} . Antara kedua setengah sel tersebut dihubungkan dengan jembatan garam (larutan NaCl atau KNO_3 dalam agar-agar). Susunan kedua setengah sel tersebut ditunjukkan pada gambar 15.2.



Gambar 15.2. Sel Volta, suatu rangkaian yang mengubah energi kimia menjadi energi listrik

Beberapa hal yang terjadi pada rangkaian tersebut adalah:

1. Logam Zn mengalami oksidasi:



Elektron-elektron akan mengalir melalui rangkaian luar menuju logam Cu. Logam Zn merupakan anoda tempat berlangsungnya reaksi oksidasi. Dengan demikian, anoda merupakan elektroda negatif karena menghasilkan elektron.

2. Elektron-elektron yang bergerak melalui rangkaian luar diterima oleh logam Cu. Ion-ion Cu^{2+} yang menempel pada permukaan logam Cu akan menerima elektron-elektron tersebut sehingga terjadi reaksi reduksi: $\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e} \rightarrow \text{Cu(s)}$. Logam Cu merupakan katoda tempat berlangsungnya reaksi reduksi dan sekaligus merupakan elektroda positif.
3. Pada setengah sel reaksi oksidasi terjadi kelebihan ion Zn^{2+} dan kelebihan ini akan dinetralkan oleh ion NO_3^- atau Cl^- dari jembatan garam yang mengalir menuju anoda. Sebaliknya, pada setengah sel reaksi reduksi terjadi kekurangan ion Cu^{2+} (kelebihan muatan negatif dari larutan garam Cu^{2+}) yang akan dinetralkan oleh ion K^+ atau Na^+ yang mengalir dari jembatan garam menuju katoda.
4. Rangkaian sel Volta tersebut dapat ditulis dengan diagram sel (notasi sel) sebagai berikut:

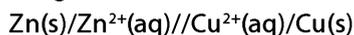


Diagram sel tersebut menunjukkan pada anoda seng; terjadi oksidasi Zn menjadi Zn^{2+} dan pada katoda tembaga; terjadi reduksi Cu^{2+} menjadi Cu. Garis sejajar (//) menunjukkan jembatan garam.

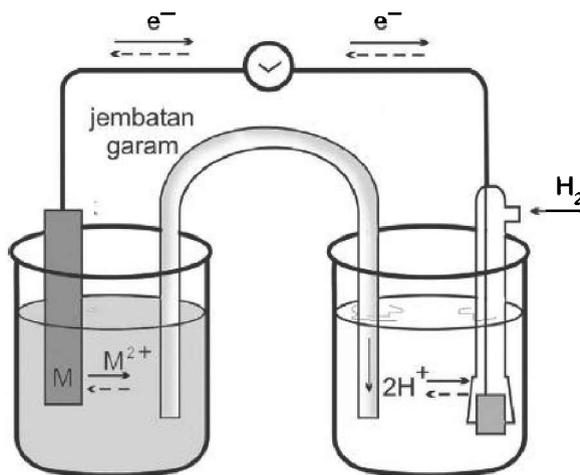
b. Potensial Elektroda dan Potensial Sel

1. *Potensial Elektroda*

Sebuah sel Volta tersusun atas dua setengah sel, yaitu setengah sel oksidasi dan setengah sel reduksi. Oleh karena itu, pengukuran potensial suatu setengah sel tidak dapat dilakukan.

Bila ingin membandingkan potensial suatu setengah sel dengan setengah sel lainnya, maka harus diukur potensial sel masing-masing terhadap elektroda pembanding.

Para ahli kimia telah menetapkan elektroda hidrogen sebagai elektroda pembanding. Elektroda ini merupakan gas hidrogen murni pada tekanan satu atmosfer dan suhu 25°C yang dialirkan melalui elektroda platina hitam dengan konsentrasi ion-ion $H^+(aq)$ sebesar 1 M. Harga potensial elektroda standar ditetapkan 0 volt. Dalam penentuan potensial elektroda suatu spesi M, maka disusun rangkaian sebagai berikut:



Gambar 15.3. Diagram penentuan potensial elektroda suatu spesi M dengan elektroda platina hitam dengan konsentrasi ion-ion H^+ 1 M (sumber perpustakaan cyber.blogspot.com)

Bila spesi M lebih mudah mengalami reduksi daripada elektroda hidrogen, maka harga potensial elektrodanya positif. Sebaliknya, bila spesi M lebih sukar mengalami reduksi daripada elektroda hidrogen, maka harga potensial elektrodanya negatif.

Potensial elektroda menyatakan kecenderungan relatif suatu elektroda untuk mengalami reduksi. Semakin besar potensial elektroda, maka semakin mudah untuk mengalami reduksi. Misal,

diketahui $E^\circ \text{Ca}^{2+}/\text{Ca} = -2,87$ volt dan $E^\circ \text{Fe}^{2+}/\text{Fe} = -0,44$ volt, maka reduksi terhadap Fe^{2+} lebih mudah terjadi daripada reduksi terhadap Ca^{2+} .

Sesuai dengan kesepakatan bahwa potensial elektroda berhubungan dengan reaksi reduksi. Dengan demikian, potensial elektroda sama dengan potensial reduksi.

Harga potensial oksidasi sama dengan potensial reduksi, tetapi tandanya berlawanan. Misal, diketahui potensial elektroda $\text{Al}^{3+}/\text{Al} = -1,66$ volt. Data tersebut berarti: $\text{Al}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Al}(\text{s})$ $E^\circ = -1,66$ volt, maka untuk reaksi oksidasi: $\text{Al}(\text{s}) \rightarrow \text{Al}^{3+}(\text{aq})$ $E^\circ = +1,66$ volt.

2. Potensial Sel

Potensial sel merupakan hasil penjumlahan dari potensial setengah reaksi reduksi dengan potensial setengah reaksi oksidasi. Jadi, bila dituliskan ke dalam bentuk rumus:

$$E^\circ_{\text{sel}} = E^\circ_{\text{reduksi}} - E^\circ_{\text{oksidasi}}$$

Dengan: E°_{sel} = potensial sel standar (volt)

E°_{reduksi} = potensial setengah reaksi reduksi standar (volt)

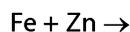
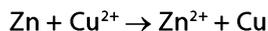
$E^\circ_{\text{oksidasi}}$ = potensial setengah reaksi oksidasi standar (volt)

Suatu reaksi redoks akan berlangsung spontan jika harga potensial selnya lebih dari nol (E°_{sel} positif).

Potensial reduksi (E°) adalah besarnya potensial listrik yang timbul pada suatu peristiwa penangkapan elektron (reaksi reduksi). Semakin besar potensial reduksi suatu unsur, akan semakin mudah unsur tersebut mengalami reduksi, begitu pula sebaliknya.

Deret Volta: K-Ba-Ca-Na-Mg-Al-Mn(H_2O)-Zn-Cr-Fe-Cd-Co-Ni-Sn-Pb-(H)-Sb-Bi-Cu-Hg-Ag-Pt-Au

Dari kiri ke kanan, harga E° makin besar (makin mudah direduksi). Dari kanan ke kiri, makin mudah dioksidasi (makin aktif). Unsur logam yang berada di sebelah kiri dapat mereduksi kation logam di sebelah kanannya.



c. Kegunaan Sel Volta

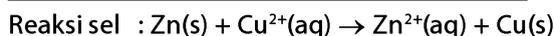
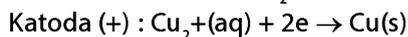
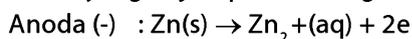
1. Sel Primer

Sel primer merupakan sel elektrokimia yang dalam penggunaannya anoda dan katoda akan habis bereaksi. Dengan kata lain, sel primer merupakan sel elektrokimia yang tidak dapat diisi kembali. Beberapa contoh sel primer adalah sel Daniell, sel Leclanche, sel Alkali, sel Zn-Ag₂O.

a) Sel Daniell

- ✓ Elektroda sel ini terdiri dari batang Zn yang dicelupkan ke dalam larutan ZnSO₄ sebagai anoda dan batang Cu yang dicelupkan ke dalam larutan CuSO₄ sebagai katoda.

- ✓ Reaksi yang terjadi pada masing-masing elektroda adalah:

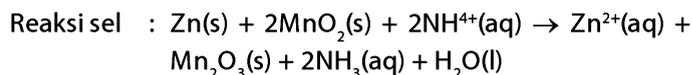
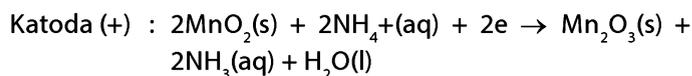
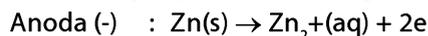


- ✓ Gaya gerak listrik yang dihasilkan dari sel Daniell adalah 1,10 volt.

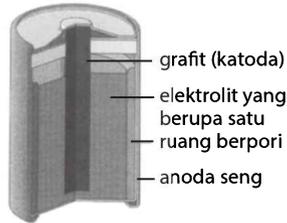
b) Sel Leclanche

- ✓ Sel ini disebut juga sebagai sel kering atau baterai kering. Pada sel ini logam Zn sebagai anoda dan sekaligus sebagai wadah pasta yang terdiri dari batu kawi (MnO₂), salmiak (NH₄Cl), dan sedikit air. Yang bertindak sebagai katoda adalah batang karbon yang tidak reaktif yang diletakkan di pusat baterai.

- ✓ Reaksi yang terjadi pada masing-masing elektroda adalah:



- ✓ Gaya gerak listrik yang dihasilkan dari sel ini adalah 1,5 volt.



Gambar 15.4. Sel Leclanche

c) Sel Alkali

- ✓ Sel ini tersusun atas anoda Zn, katoda MnO dan elektrolit KOH.
- ✓ Reaksi-reaksi yang terjadi:

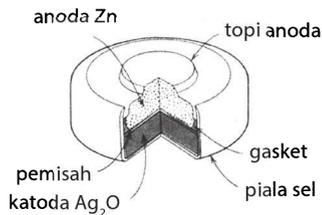
$$\text{Anoda (-) : Zn(s) + 2OH}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{Zn(OH)}_2(\text{s}) + 2\text{e}^-$$

$$\text{Katoda (+) : 2MnO}_2(\text{s}) + \text{H}_2\text{O(l)} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Mn}_2\text{O}_3(\text{s}) + 2\text{OH}^-(\text{aq})$$

$$\text{Reaksi sel : Zn(s) + 2MnO}_2(\text{s}) + \text{H}_2\text{O(l)} \rightarrow \text{Zn(OH)}_2(\text{s}) + \text{Mn}_2\text{O}_3(\text{s})$$
- ✓ Gaya gerak listrik yang dihasilkan sel ini adalah 1,54 volt.

d) Sel Zn-Ag₂O

- ✓ Sel ini merupakan sumber energi untuk alat Bantu pendengaran, jam dan kalkulator. Bagan sel ditunjukkan pada gambar 15.5.



Gambar 15.5. Sel miniatur perak oksida-zink

- ✓ Reaksi-reaksi yang terjadi adalah:

$$\text{Anoda (-) : Zn(s) + 2OH}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{Zn(OH)}_2(\text{s}) + 2\text{e}^-$$

$$\text{Katoda (+) : Ag}_2\text{O(s)} + \text{H}_2\text{O(l)} + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Ag(s)} + 2\text{OH}^-(\text{aq})$$

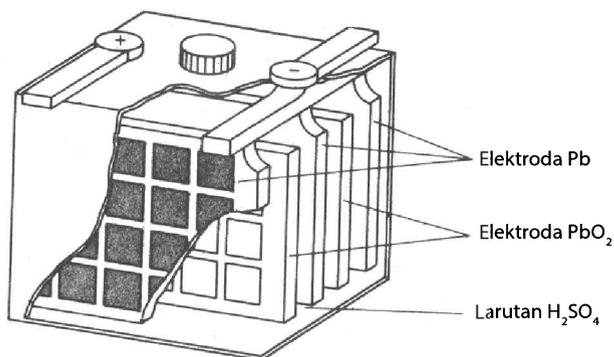
$$\text{Reaksi sel : Zn(s) + 2Ag}_2\text{O(s)} + \text{H}_2\text{O(l)} \rightarrow 2\text{Ag(s)} + \text{Zn(OH)}_2(\text{s})$$
- ✓ Gaya gerak listrik yang dihasilkan sel ini adalah 1,5 volt.

2. Sel Sekunder

Sel sekunder merupakan sel penyimpanan energi. Penyimpanan energi terjadi pada saat sel tersebut diisi, sedangkan pembebasan energi terjadi pada saat sel tersebut digunakan. Contohnya adalah aki (*accu*), sel NiCad, dan sel bahan bakar,

a) Aki (Accu)

- ✓ Sel ini terdiri dari atas anoda Pb (timah hitam) dan katoda PbO_2 (timbal dioksida) yang dicelupkan ke dalam larutan asam sulfat 37%.



Gambar 15.6. Bagan sel aki dan perubahan yang terjadi ketika menghasilkan arus listrik

- ✓ Reaksi yang terjadi pada saat aki digunakan adalah :
Anoda (-) : $\text{Pb(s)} + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) \rightarrow \text{PbSO}_4(\text{s}) + 2\text{e}$
Katoda (+) : $\text{PbO}_2(\text{s}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) + 4\text{H}^+(\text{aq}) + 2\text{e} \rightarrow \text{PbSO}_4(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{aq})$

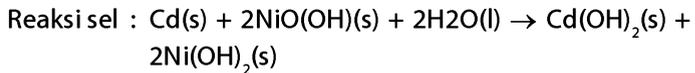
Reaksi sel : $\text{Pb(s)} + \text{PbO}_2(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq}) \rightarrow 2\text{PbSO}_4(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O(l)}$
- ✓ Setiap satu sel aki menghasilkan gaya gerak listrik sebesar 2 volt.
- ✓ Aki dapat diisi kembali dengan cara anoda Pb dihubungkan dengan kutub negatif sumber arus sehingga PbSO_4 yang melekat pada anoda dapat direduksi menjadi Pb.

Sedangkan katoda PbO_2 dihubungkan dengan kutub positif sumber arus sehingga endapan PbSO_4 pada katoda dapat dioksidasi menjadi PbO_2 .

- ✓ Dengan demikian reaksi pengisian aki dapat dituliskan sebagai berikut : $2\text{PbSO}_4(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{Pb}(\text{s}) + \text{PbO}_2(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$

b) Sel NiCad

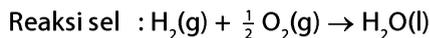
- ✓ Sel NiCad merupakan sumber energi untuk peralatan elektronik, seperti kalkulator saku, dan alat cukur listrik.
- ✓ Pada sel ini digunakan anoda Cd (Cadmium) dan katoda $\text{Ni}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ dan elektrolit KOH 20%.
- ✓ Reaksi yang terjadi pada sel ini adalah:
 Anoda (-) : $\text{Cd}(\text{s}) + 2\text{OH}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{Cd}(\text{OH})_2(\text{s}) + 2\text{e}^-$
 Katoda (+): $2\text{NiO}(\text{OH})(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Ni}(\text{OH})_2(\text{s}) + 2\text{OH}^-(\text{aq})$



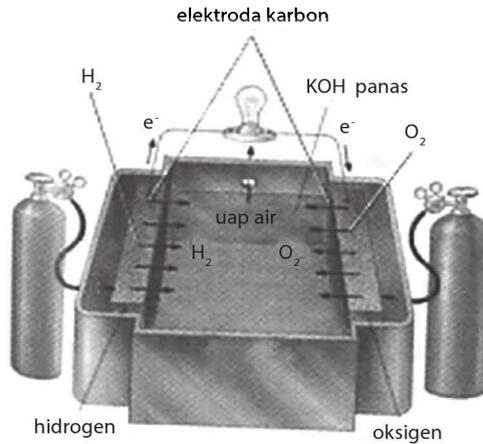
- ✓ Gaya gerak listrik yang dihasilkan dari sel ini adalah 1,4 volt.

3. Sel Bahan Bakar

- o Sel bahan bakar menggunakan gas oksigen di katoda dan gas hidrogen atau gas alam di anoda.
- o Pada sel ini anoda dan katoda terbuat dari campuran karbon-nikel yang berpori-pori. Elektrolit yang digunakan adalah larutan KOH.
- o Reaksi-reaksi yang terjadi pada masing-masing elektroda adalah:
 Anoda (-) : $\text{H}_2(\text{g}) + 2\text{OH}^-(\text{aq}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 2\text{e}^-$
 Katoda (+) : $\text{O}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{OH}^-(\text{aq})$



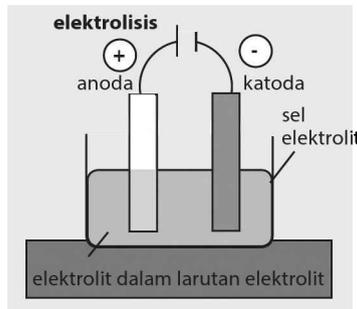
- o Gaya gerak listrik yang dihasilkan dari sel ini adalah 1,229 volt.



Gambar 15.7. Bagan sel bahan bakar hidrogen-oksigen

d. Sel Elektrolisis

Elektrolisis merupakan proses penguraian elektrolit (asam, basa atau garam) dengan bantuan energi listrik. Sel tempat berlangsungnya proses elektrolisis disebut sel elektrolisis.



Gambar 15.8. Skema sel elektrolisis

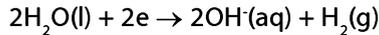
Arus listrik (aliran elektron) memasuki larutan melalui katoda (kutub negatif). Selanjutnya elektron tersebut ditangkap oleh spesi tertentu sehingga terjadi reduksi. Spesi tertentu yang lain akan melepaskan elektron (oksidasi) di anoda (kutub positif). Dengan demikian pada elektrolisis terjadi reaksi reduksi dan oksidasi dengan bantuan energi listrik.

Reaksi-Reaksi pada sel elektrolisis:

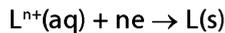
1. Katoda

Reaksi-reaksi yang berlangsung di katoda merupakan reaksi reduksi terhadap ion positif (kation) dan tidak tergantung pada jenis katodanya.

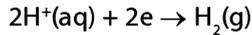
- Bila dalam larutan terdapat ion-ion IA, IIA, Al^{3+} , dan Mn^{2+} , maka terjadi reduksi terhadap molekul H_2O .



- Bila dalam larutan terdapat ion-ion selain IA, IIA, Al^{3+} , dan Mn^{2+} , maka terjadi reduksi terhadap ion-ion tersebut.



- Bila dalam larutan terdapat ion H^+ , maka ion tersebut direduksi.

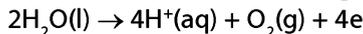


- Bila ion-ion IA, IIA, Al^{3+} , dan Mn^{2+} berasal dari cairan (leburan) garamnya, maka ion-ion tersebut direduksi.

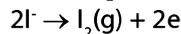
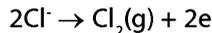
2. Anoda

Reaksi-reaksi yang berlangsung di anoda merupakan reaksi oksidasi terhadap ion-ion negatif (anion) dan jenis reaksi tergantung pada anoda yang digunakan. Bila anoda merupakan anoda yang inert (Pt, C, dan Au), maka:

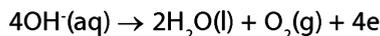
- Bila dalam larutan terdapat ion sisa asam beroksigen (SO_4^{2-} , NO_3^- , dan lain-lain), maka molekul H_2O dioksidasi.



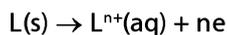
- Bila dalam larutan terdapat ion-ion halogen (Cl^- , Br^- , dan I^-), maka ion-ion tersebut dioksidasi.



- Bila dalam larutan terdapat ion OH^- , maka ion tersebut dioksidasi.



- Bila anoda yang digunakan bukan dari bahan yang inert (selain Pt, C, dan Au), maka anoda sendiri akan dioksidasi.



3. Perbedaan sel Volta/Galvani dengan sel elektrolisis

Sel Volta/Galvani

- Terjadi perubahan energi kimia menjadi energi listrik.
- Elektroda: Katoda (positif) dan Anoda (negatif).
- Reaksi: Katoda tempat reaksi reduksi dan Anoda tempat reaksi oksidasi.
- $E_{\text{sel}} = E^{\circ}_{\text{Katoda}} - E^{\circ}_{\text{Anoda}} \rightarrow$ Harga E_{sel} selalu (+)

Sel elektrolisis

- Terjadi perubahan energi listrik menjadi energi kimia.
- Elektroda: Katoda (negatif) dan Anoda (positif).
- Reaksi: Katoda tempat reaksi reduksi dan Anoda tempat reaksi oksidasi.

E. STOIKIOMETRI REAKSI ELEKTROLISIS

Stokiometri reaksi elektrolisis didasarkan pada anggapan bahwa arus listrik merupakan aliran elektron. Satu mol elektron memiliki muatan listrik sebesar 96.500 Coulomb. Jumlah muatan satu mol elektron disebut satu Faraday (1F).

$$1 \text{ F} = 1 \text{ mol elektron} = 96.500$$

Hubungan antara kuat arus listrik, i dan waktu, t terhadap mol elektron adalah sebagai berikut: kuat arus i yang dilewatkan selama t detik membawa muatan sebesar it Coulomb. Oleh karena itu, satu mol elektron sama dengan 96.500 Coulomb, maka dalam it Coulomb terdapat $it/96.500$ mol elektron.

$$\text{Mol elektron} = \frac{i t}{96.500}$$

Dengan: i = kuat arus listrik (Ampere); t = waktu (detik)

a. Hukum I Faraday

Massa zat yang dibebaskan pada elektrolisis (M) berbanding lurus dengan jumlah listrik yang digunakan (Q).

$$M \approx Q$$

Oleh karena muatan listrik (Q) sama dengan hasil kali antara kuat arus listrik (i) dan waktu (t), maka:

$$M \approx it$$

Dengan: M = massa zat (gram)

Q = muatan listrik (Coulomb)

i = kuat arus listrik (Ampere)

t = waktu (detik)

b. Hukum II Faraday

Massa zat yang dibebaskan pada elektrolisis (M) berbanding lurus dengan massa ekuivalen zat itu.

$$M \approx e$$

Massa ekuivalen dari suatu zat adalah perbandingan antara massa atom relatif atau massa molekul relatif dengan jumlah elektron pada reaksi elektrolisis.

$$e = \frac{A_r \text{ atau } M_r}{n} \quad \text{Dengan:}$$

n = jumlah elektron pada persamaan elektrolisis

Penggabungan hukum I dan hukum II Faraday menghasilkan persamaan:

$$M = k e i t$$

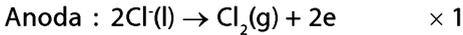
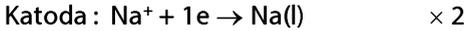
Faraday telah menetapkan bahwa harga faktor perbandingan k adalah 1/96.500. Dengan demikian, persamaan tersebut dapat ditulis:

$$M = \frac{e i t}{96.500}$$

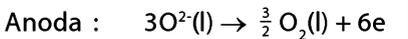
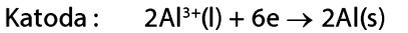
F. PENGGUNAAN ELEKTROLISIS

a. Pembuatan Zat

Pembuatan logam-logam IA, IIA dan aluminium dilakukan melalui elektrolisis leburan garamnya. Misal, pembuatan logam natrium melalui elektrolisis leburan NaCl.

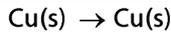
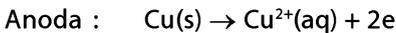
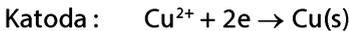
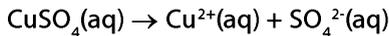


Pembuatan logam aluminium dilakukan melalui elektrolisis leburan Al_2O_3 sebagai berikut:



b. Pemurnian Logam

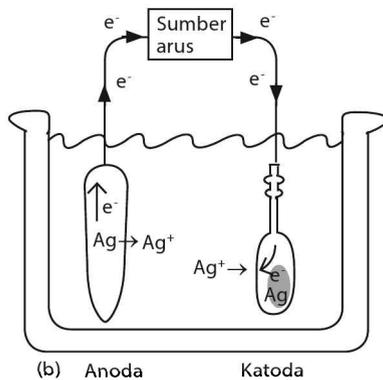
Tembaga dimurnikan secara elektrolisis dengan menggunakan tembaga kotor sebagai anoda, tembaga murni sebagai katoda, dan larutan CuSO_4 sebagai larutan elektrolit. Selama elektrolisis berlangsung, terjadi pelarutan tembaga di anoda dan pengendapan ion-ion tembaga di katoda.



Anoda Katoda

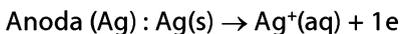
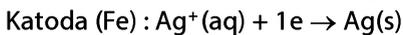
c. Penyepuhan (*Electroplating*)

Penyepuhan bertujuan untuk melindungi logam terhadap korosi atau untuk memperbaiki penampilan. Pada proses penyepuhan, logam penyepuh sebagai anoda dan logam yang disepuh sebagai katoda. Kedua elektroda tersebut dicelupkan ke dalam larutan garam dari logam penyepuh. Misal, penyepuhan sendok yang terbuat dari besi dengan perak dengan menggunakan larutan perak nitrat. Pada proses ini sendok sebagai katoda dan perak sebagai anoda sebagaimana ditunjukkan pada gambar 15.9.



Gambar 15.9. Skema penyepuhan (elektroplating) sendok dengan perak

Reaksi yang terjadi pada masing-masing elektroda adalah:

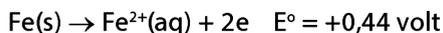


G. KOROSI

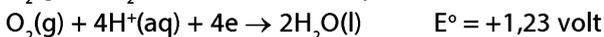
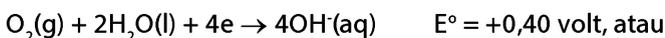
Korosi merupakan proses elektrokimia yang terjadi pada logam yang menimbulkan kerusakan pada logam tersebut. Pada peristiwa korosi logam mengalami oksidasi. Sedangkan oksigen (udara) mengalami reduksi. Karat dari suatu logam biasanya berupa senyawa oksida atau karbonat. Contoh, karat dari besi memiliki rumus kimia $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$.

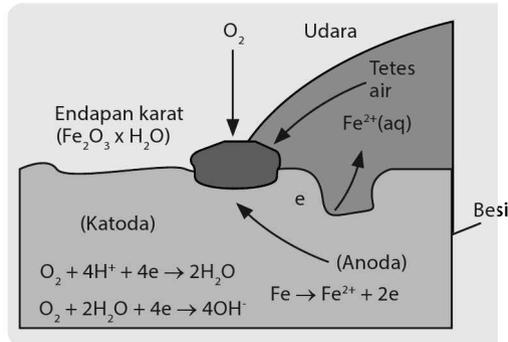
a. Korosi Besi

Korosi pada besi merupakan peristiwa elektrokimia yang membutuhkan oksigen dan air. Bagian tertentu dari besi bertindak sebagai anoda, tempat berlangsungnya reaksi oksidasi berikut:



Elektron yang dilepaskan di anoda lalu dialirkan ke bagian lain dari besi, yang bertindak sebagai katoda, tempat berlangsungnya reaksi reduksi berikut:





Gambar 15.10. Korosi pada besi

Tahap berikutnya adalah oksidasi lanjutan terhadap ion Fe^{2+} yang berubah menjadi ion Fe^{3+} yang dapat membentuk karat besi dengan rumus kimia $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$. Gambaran lengkap peristiwa korosi pada besi dapat dilihat pada gambar 15.6.

b. Pencegahan korosi

1. Perlindungan mekanis

Prinsip perlindungan mekanis adalah mencegah terjadinya kontak langsung antara permukaan logam dengan oksigen. Beberapa cara perlindungan mekanis adalah:

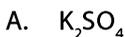
- Pengecatan permukaan logam dengan Meni (Pb_3O_4).
- Penyepuhan (*electroplating*), sebagai logam pelindung dipilih logam yang lebih aktif (E° logam pelindung lebih kecil dari pada E° logam yang dilindungi).

2. Perlindungan elektrokimia

Prinsip perlindungan elektrokimia adalah mencegah terjadinya reaksi elektrokimia yang dapat mengoksidasi logam. Sebagai logam pelindung dipilih logam dengan E° lebih negatif daripada logam yang dilindungi. Contoh, pipa besi yang tertanam di dalam tanah yang dihubungkan dengan logam Mg, maka akan terbentuk sel elektrokimia dengan besi sebagai katoda dan magnesium sebagai anoda. Dengan demikian, magnesium akan teroksidasi dan besi hanya sebagai tempat terjadinya reduksi terhadap oksigen.

CONTOH SOAL DAN PEMBAHASAN

1. Tentukan biloks unsur-unsur yang ditulis miring berikut!



Pembahasan:



$$2 \times (+1) + \text{biloks S} + 4 \times (-2) = 0$$

$$\text{biloks S} = -2 + 8 = +6$$



$$1 \times (+1) + \text{biloks Cl} + 4 \times (-2) = 0$$

$$\text{biloks Cl} = -1 + 8 = +7$$



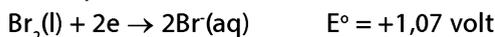
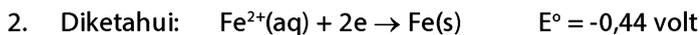
$$1 \times (+1) + \text{biloks Mn} + 4 \times (-2) = 0$$

$$\text{biloks Mn} = -1 + 8 = +7$$



$$2 \times \text{biloks Cr} + 7 \times (+2) = -2$$

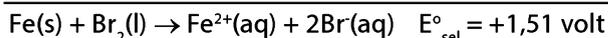
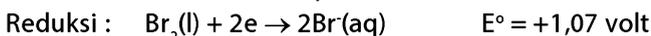
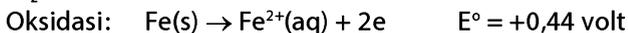
$$\text{biloks Cr} = \frac{-2 + 4}{2} = +6$$



Tentukan potensial standar sel dari: $Fe(s)/Fe^{2+}(aq)//Br_2(l)/Br^-(aq)/Pt$

Pembahasan:

Dalam diagram sel tersebut Fe mengalami oksidasi menjadi Fe^{2+} dan Br_2 mengalami reduksi menjadi Br^- , maka:



SOLUSI SMART:

$$\begin{aligned}
 E_{\text{sel}}^{\circ} &= E^{\circ}_{\text{reduksi}} - E^{\circ}_{\text{oksidasi}} \\
 E_{\text{sel}}^{\circ} &= E^{\circ} \text{Br}_2/\text{Br}^- - (-E^{\circ} \text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) \\
 &= +1,07 \text{ volt} - (-0,44) \text{ volt} \\
 &= +1,51 \text{ volt}
 \end{aligned}$$

3. Pada keadaan tidak standar

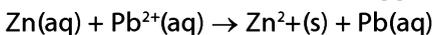
$$E_{\text{sel}} = E^{\circ} - \frac{0,0592}{n} \cdot \log Q$$

Dengan: n = jumlah elektron yang terlibat dalam reaksi

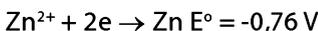
Q = kuosien reaksi

E° = potensial reduksi standar (25°C , $[\text{zat}] = 1 \text{ M}$)

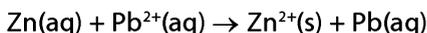
Sebuah sel Galvani dibuat sehingga terjadi reaksi:



Jika konsentrasi awal $\text{Pb}^{2+}(\text{aq})$ adalah $0,15 \text{ M}$, $\text{Zn}^{2+}(\text{aq})$ adalah $0,20 \text{ M}$, hitunglah tegangan awal yang dihasilkan oleh sel pada suhu 25°C !

**Pembahasan:****1. Menentukan E_{sel}°**

$$\begin{aligned}
 E_{\text{sel}}^{\circ} &= E^{\circ} \text{Pb} - E^{\circ} \text{Zn} \\
 &= -0,13 \text{ V} - (-0,76 \text{ V}) \\
 &= 0,66 \text{ V}
 \end{aligned}$$

2. Menentukan E_{sel} dalam keadaan tidak standar, dimana n = elektron yang terlibat dalam reaksi = 2, $\text{Pb}^{2+}(\text{aq}) = 0,15 \text{ M}$ dan $\text{Zn}^{2+}(\text{aq}) = 0,20 \text{ M}$ 

$$\begin{aligned}
 E_{\text{sel}} &= E^{\circ} - \frac{0,0592}{n} \cdot \log Q \\
 &= E^{\circ} - \frac{0,0592}{n} \cdot \log \frac{[\text{Zn}^{2+}]}{[\text{Pb}^{2+}]}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= 0,66 - \frac{0,0592}{2} \cdot \log \frac{0,20}{0,15} \\
&= 0,66 - 0,0296 \cdot \log 1,33 \\
&= 0,66 - 0,0296 \cdot 0,124 \\
&= 0,66 - 0,0037 \\
&= 0,6563 \text{ volt}
\end{aligned}$$

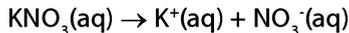
4. Tulis reaksi elektrolisis berikut !

- Elektrolisis larutan KNO_3 dengan elektroda grafit
- Elektrolisis larutan ZnSO_4 dengan katoda besi dan anoda platina

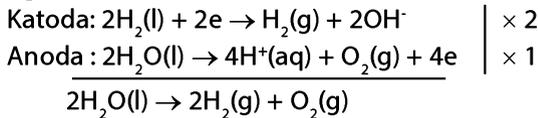
Pembahasan:

- Elektrolisis larutan KNO_3 dengan elektroda grafit.

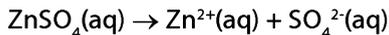
Elektroda grafit berarti katoda dan anoda terbuat dari grafit (C) yang merupakan bahan yang inert.



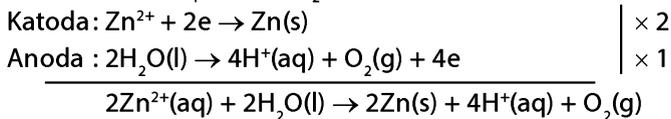
K^+ merupakan ion IA, maka terjadi reduksi H_2O di katoda dan NO_3^- merupakan ion sisa asam beroksidasi, maka terjadi oksidasi H_2O di anoda.



- Elektrolisis larutan ZnSO_4 dengan katoda besi dan anoda platina.



Zn^{2+} bukan merupakan ion logam aktif, maka ion tersebut direduksi. Oleh karena anoda merupakan bahan inert dan terdapat ion SO_4^{2-} , maka H_2O dioksidasi.



5. Hitung massa perak yang dihasilkan oleh arus 10 ampere yang dilewatkan selama 10 menit ke dalam larutan AgNO_3 ($\text{Ag} = 108$)!

Pembahasan:

Bilangan oksidasi Ag pada AgNO_3 adalah +1.

$$\text{Massa ekuivalen Ag, } e = \frac{108}{1} = 108.$$

Waktu berlangsungnya elektrolisis, $t = 10 \text{ menit} = 600 \text{ detik}$

$$\text{Massa Ag, } M = \frac{e \cdot i \cdot t}{96.500} = \frac{108 \times 10 \times 600}{96.500} = 6,72 \text{ gram}$$

SOLUSI SMART:

$$\text{Mol Ag} = \frac{F}{n} \Rightarrow \frac{g}{108} = \frac{10 \times 600}{96.500 \times 1} \Rightarrow g = 6,72 \text{ gram}$$

6. Arus listrik tertentu mengendapkan 0,54 gram perak dari larutan AgNO_3 . Jika arus yang sama dilewatkan pada larutan CaCl_2 , maka hitung massa Ca yang diendapkan! ($\text{Ag} = 108$; $\text{Ca} = 40$)

Pembahasan:

Bilangan oksidasi Ag pada AgNO_3 adalah +1 dan bilangan oksidasi Ca pada CaCl_2 adalah +2.

$$M_{\text{Ag}} : M_{\text{Ca}} = e_{\text{Ag}} : e_{\text{Ca}}$$

$$0,54 \text{ g} : M_{\text{Ca}} = \frac{108}{1} : \frac{40}{2}$$

$$M_{\text{Ca}} = \frac{0,54 \times 20}{108} = 0,1 \text{ g}$$

SOLUSI SMART:

$\text{Mol Ag} \times n = \text{mol Ca} \times n$; dimana $n = \text{biloks logam}$

$$\frac{0,54}{108} \times 1 = \frac{g}{40} \times 2$$

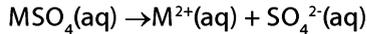
$$0,005 = \frac{g}{20}$$

$$g = 0,1 \text{ gram}$$

7. Pada elektrolisis larutan MSO_4 terbentuk 0,325 gram logam M di katoda. Larutan hasil elektrolisis tepat dinetralkan oleh 50 ml larutan NaOH 0,2 M. Hitung massa atom relatif logam M tersebut!

Pembahasan:

Elektrolisis larutan MSO_4 sebagai berikut:



Reaksi netralisasi yang terjadi adalah: $\text{H}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{l})$

Mol H^+ = mol OH^- = mol NaOH = $0,05 \text{ l} \times 0,2 \text{ M} = 0,01 \text{ mol}$.

Pada anoda dan katoda koefisien elektron sudah sama, oleh karena itu dapat dibandingkan langsung antara H^+ di anoda dengan M di katoda.

$$\text{Mol M} = \frac{2}{4} \times \text{mol H}^+ = \frac{2}{4} \times 0,01 \text{ mol} = 0,005 \text{ mol}$$

$$A_r \text{ M} = \frac{\text{gram}}{\text{mol}} = \frac{0,325}{0,005} = 65$$

SOLUSI SMART:

$$\text{Mol M} \times n = \text{Mol NaOH} \times n$$

Dengan:

n = biloks logam M dalam $\text{MSO}_4 = +2$ dan n = jumlah OH^- pada $\text{NaOH} = 1$.

$$\frac{0,325}{A_r} \times 2 = 0,05 \text{ L} \times 0,2 \text{ M} \times 1 \rightarrow A_r = \frac{0,650}{0,01} = 65$$

LATIHAN SOAL 15

1. Terdapat beberapa pernyataan sebagai berikut:

1. Reaksi pengikatan oksigen
2. Reaksi penurunan bilangan oksidasi
3. Reaksi pelepasan elektron
4. Reaksi pelepasan oksigen

Pernyataan yang sesuai dengan arti reaksi reduksi adalah

- | | |
|----------------|----------------|
| A. (1) dan (4) | D. (2) dan (4) |
| B. (1) dan (3) | E. (3) dan (4) |
| C. (1) dan (2) | |

2. Bilangan oksidasi Mn tertinggi terdapat pada senyawa

- | | |
|-----------------------------|----------------------------|
| A. MnO_2 | D. KMnO_4 |
| B. K_2MnO_4 | E. Mn_2O_3 |
| C. MnO | |

3. Vanadium dengan bilangan oksidasi +4 terdapat pada senyawa

- | | |
|--------------------------------------|--------------------|
| A. NH_4VO_2 | D. VOSO_4 |
| B. $\text{K}_4\text{V}(\text{CN})_6$ | E. VCl_3 |
| C. VSO_4 | |

4. Bilangan oksidasi atom P dalam PH_4^+ , PO_2^{3-} , PO_4^{3-} , dan PO_3^{3-} adalah

- | | |
|-------------------|-------------------|
| A. -3, +3, +5, +1 | D. +3, -3, +5, +1 |
| B. -3, +1, +5, +3 | E. -3, -1, +3, +5 |
| C. -3, +1, +3, +5 | |

- A. asam
- B. katalisator
- C. dehidrator
- D. oksidator
- E. reduktor

11. Reduksi satu mol ion MnO_4^- menjadi Mn^{2+} memerlukan elektron sebanyak

- A. 3 mol
- B. 4 mol
- C. 5 mol
- D. 6 mol
- E. 7 mol

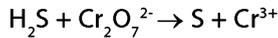
12. Jumlah mol elektron yang terlibat dalam reaksi: $2\text{MnO}_4^- + 5\text{SO}_3^{2-} + 6\text{H}^+ \rightarrow 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{SO}_4^{2-} + 3\text{H}_2\text{O}$ adalah

- A. 2
- B. 5
- C. 7
- D. 10
- E. 15

13. Sebanyak 0,5 mol ion $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ bereaksi dengan ion Fe^{2+} menghasilkan Cr^{3+} dan Fe^{3+} , maka ion Fe^{2+} yang dibutuhkan

- A. 1 mol
- B. 2 mol
- C. 3 mol
- D. 4 mol
- E. 6 mol

14. Reaksi di bawah ini terjadi dalam suasana asam:



Jika persamaan reaksi tersebut disetarakan untuk 1 mol $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ akan dibutuhkan mol H^+ sebanyak

- A. 14
- B. 10
- C. 8
- D. 7
- E. 5

15. Untuk reaksi: $a\text{MnO}_4^- + b\text{C}_2\text{O}_4^{2-} + c\text{H}_2\text{O} \rightarrow d\text{MnO}_2 + e\text{CO}_2 + f\text{OH}^-$; angka koefisien untuk a, b, c, d, e dan f berturut-turut adalah

- A. 2, 3, 4, 2, 6, 8
- B. 2, 3, 4, 2, 6, 6
- C. 2, 3, 4, 6, 2, 8
- D. 3, 4, 2, 6, 2, 6
- E. 2, 3, 2, 6, 2, 4

16. Untuk persamaan redoks: $3\text{Br}_2 + a\text{OH}^- \rightarrow b\text{BrO}_3^- + c\text{Br}^- + d\text{H}_2\text{O}$. Harga koefisien a, b, c dan d supaya reaksi di atas setara adalah
- A. 2, 2, 5, dan 1
 B. 6, 1, 5, dan 3
 C. 6, 5, 1, dan 3
 D. 5, 6, 3, dan 1
 E. 4, 1, 5, dan 2
17. Logam X dapat mengendapkan tembaga dari larutan CuSO_4 , tetapi logam X tidak bereaksi dengan larutan ZnCl_2 . Deret di bawah ini yang menunjukkan *bertambah kuatnya* sifat reduktor adalah
- A. Zn Cu X
 B. Zn X Cu
 C. Cu Zn X
 D. Cu X Zn
 E. X Zn Cu
18. Suatu sel Volta terdiri dari elektroda Ag yang dicelupkan ke dalam larutan Ag^+ 1 M dan elektroda Zn yang dicelupkan ke dalam larutan Zn^{2+} 1 M. Bila diketahui:
- $\text{Ag}^+ + e \rightarrow \text{Ag} \quad E^\circ = +0,80 \text{ V}$
 $\text{Zn}^{2+} + 2e \rightarrow \text{Zn} \quad E^\circ = -0,76 \text{ V}$
- Maka pernyataan di bawah ini adalah benar, *kecuali*
- A. elektroda Ag bertindak sebagai katoda
 B. elektroda Zn bertindak sebagai anoda
 C. potensial standar sel adalah 2,36 volt
 D. reaksi sel: $2\text{Ag}^+ + \text{Zn} \rightarrow 2\text{Ag} + \text{Zn}^{2+}$
 E. ion Ag^+ mengendap pada elektroda Ag
19. Diketahui potensial elektroda:
- $\text{Cr}^{3+} + 3e \rightarrow \text{Cr} \quad E^\circ = -0,7 \text{ V}$
 $\text{Al}^{3+} + 3e \rightarrow \text{Al} \quad E^\circ = -1,66 \text{ V}$
 $\text{Ag}^+ + e \rightarrow \text{Ag} \quad E^\circ = +0,80 \text{ V}$
 $\text{Zn}^{2+} + 2e \rightarrow \text{Zn} \quad E^\circ = -0,74 \text{ V}$
 $\text{Pt}^{2+} + 2e \rightarrow \text{Pt} \quad E^\circ = +1,50 \text{ V}$
- Maka reaksi yang dapat berlangsung adalah
- A. $\text{Zn}^{2+} + \text{Pt} \rightarrow \text{Pt}^{2+} + \text{Zn}$
 B. $3\text{Ag} + \text{Cr}^{3+} \rightarrow 3\text{Ag}^+ + \text{Cr}$
 C. $\text{Al}^{3+} + \text{Cr} \rightarrow \text{Al} + \text{Cr}^{3+}$
 D. $\text{Pt} + 2\text{Ag}^+ \rightarrow 2\text{Ag} + \text{Pt}^{2+}$
 E. $\text{Cr}^{3+} + \text{Al} \rightarrow \text{Al}^{3+} + \text{Cr}$

20. Data reaksi:
 $\text{Mg}^{2+} + 2e \rightarrow \text{Mg} \quad E^\circ = -2,37 \text{ V}$
 $\text{Ni}^{2+} + e \rightarrow \text{Ni} \quad E^\circ = -0,25 \text{ V}$
 Pontensial sel yang dihasilkan oleh reaksi: $\text{Mg} + 2\text{NiCl}_2 \rightarrow \text{MgCl}_2 + 2\text{Ni}$ adalah
- A. -2,12 V
 B. -1,12 V
 C. +1,12 V
 D. +2,12 V
 E. +3,12 V
21. Diketahui:
 $\text{Ag}^+ + e \rightarrow \text{Ag} \quad E^\circ = +0,80 \text{ V}$
 $\text{Mg}^{2+} + 2e \rightarrow \text{Mg} \quad E^\circ = -2,34 \text{ V}$
 $\text{Zn}^{2+} + 2e \rightarrow \text{Zn} \quad E^\circ = -0,74 \text{ V}$
 $\text{Fe}^{2+} + 2e \rightarrow \text{Fe} \quad E^\circ = -0,44 \text{ V}$
 Harga potensial sel (E°_{sel}) yang paling besar adalah
- A. $\text{Zn} / \text{Zn}^{2+} // \text{Ag}^+ / \text{Ag}$
 B. $\text{Mg} / \text{Mg}^{2+} // \text{Ag}^+ / \text{Ag}$
 C. $\text{Mg} / \text{Mg}^{2+} // \text{Fe}^{2+} / \text{Fe}$
 D. $\text{Zn} / \text{Zn}^{2+} // \text{Fe}^{2+} / \text{Fe}$
 E. $\text{Fe} / \text{Fe}^{2+} // \text{Ag}^+ / \text{Ag}$
22. Bila larutan MgSO_4 0,1 M dielektrolisis dengan menggunakan elektroda Pb, maka
- A. terbentuk endapan logam Pb di katoda
 B. terbentuk endapan logam Pb di anoda
 C. terbentuk gas H_2 di katoda
 D. terbentuk gas O_2 di anoda
 E. terbentuk endapan Mg di katoda
23. Untuk memperoleh 33,6 Liter gas Cl_2 (STP), jumlah listrik yang digunakan pada elektrolisis larutan NaCl adalah
- A. 0,75 F
 B. 1,00 F
 C. 1,50 F
 D. 2,00 F
 E. 3,00 F

24. Untuk mendapatkan semua tembaga dari 200 ml larutan CuSO_4 1 M dengan arus listrik 10 ampere, diperlukan waktu
- A. 965 detik
B. 1.930 detik
C. 3.860 detik
D. 5.790 detik
E. 9.650 detik
25. Pada elektrolisis leburan garam CaCl_2 dengan elektroda karbon digunakan muatan listrik 0,02 F. Volume gas klor yang dihasilkan di anoda, jika diukur pada keadaan dimana 1 liter gas N_2 ($M_r = 28$) bermassa 1,4 gram adalah
- A. 100 ml
B. 200 ml
C. 224 ml
D. 400 ml
E. 448 ml
26. Arus listrik 1,93 ampere dilewatkan selama 5 jam melalui larutan garam XCl_3 dan mengendapkan 6,24 gram logam X di katoda. Massa atom relatif X adalah
- A. 39
B. 48
C. 52
D. 65
E. 72
27. Pada elektrolisis larutan asam sulfat terjadi $0,56 \text{ dm}^3$ gas hidrogen (STP). Jika arus listrik yang sama dialirkan ke dalam larutan perak nitrat, maka banyaknya endapan perak ($A_r = 108$) yang terjadi adalah
- A. 2,7 gram
B. 5,4 gram
C. 10,8 gram
D. 16,2 gram
E. 21,6 gram
28. Untuk menetralkan larutan yang terbentuk di katoda pada elektrolisis larutan Na_2SO_4 diperlukan 50 ml larutan HCl 0,2 M. Jumlah muatan listrik yang digunakan adalah
- A. 0,005 F
B. 0,010 F
C. 0,020 F
D. 0,050 F
E. 0,100 F



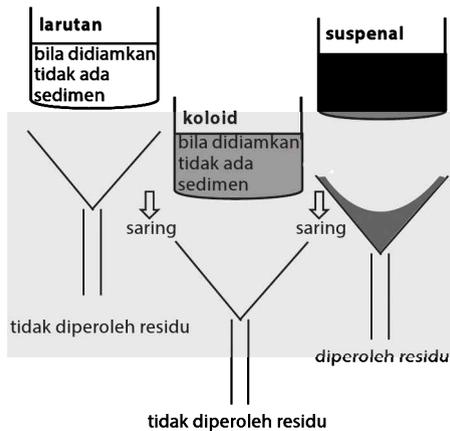
KIMIA KOLOID

16

A. PENGERTIAN KOLOID

Koloid adalah suatu campuran heterogen antara dua zat atau lebih yang mana partikel-partikel zat yang berukuran koloid (fase terdispersi) tersebar merata dalam zat lain (medium pendispersi).

Dispersi adalah tercampurnya zat secara merata. Telah dikenal tiga sistem dispersi, yaitu larutan (campuran homogen), koloid, dan suspensi (campuran heterogen). Perbedaan antara ketiga sistem dispersi adalah sebagai berikut:



Gambar 16.1. Perbedaan antara larutan, koloid, dan suspensi

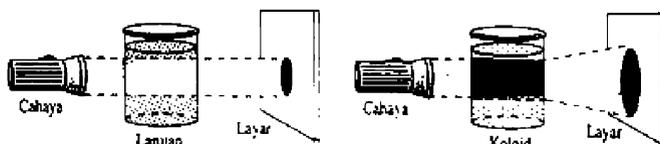
Tabel 16.1. Perbedaan antara larutan, koloid dan suspensi

	Larutan	Koloid	Suspensi
Bentuk campuran	Homogen	Tampak homogen	Heterogen
Sistem dispersi	Molekuler	Padatan halus	Padatan kasar
Ukuran partikel	Kurang dari 1 nm (10^{-7} cm)	1 – 100 nm atau 10^{-7} – 10^{-5} cm	Lebih dari 100 nm (10^{-5} cm)
Jumlah fase	Satu	Dua	Dua
Kestabilan	Stabil	Stabil	Tidak Stabil
Pengamatan mikroskop	Tidak terlihat	Mikroskop ultra	Mikroskop bias
Pemisangan dengan cara penyaringan	Tidak dapat disaring	Menggunakan kertas saring ultra	Dapat disaring

B. SIFAT-SIFAT KOLOID

a. Efek Tyndall

Efek Tyndall adalah sifat penghamburan cahaya oleh sistem koloid. Sifat penghamburan cahaya berhubungan dengan ukuran partikel koloid yang relatif besar. Ukuran partikel larutan relatif kecil sehingga efek penghamburan cahaya sangat sedikit dan sulit diamati.



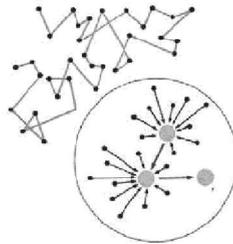
Gambar 16.2. Peristiwa efek Tyndall
sumber sriactivity.blogspot.com

b. Gerak Brown

Gerak Brown merupakan gerakan zig-zag partikel-partikel koloid. Gerakan zig-zag ini akibat tumbukan yang tidak berimbang antara partikel koloid dengan partikel medium pendispersi. Faktor-faktor yang mempengaruhi gerak Brown adalah:

1. Ukuran partikel koloid: Semakin kecil ukuran partikel koloid, gerak Brown semakin cepat. Atau sebaliknya semakin besar ukuran partikel koloid gerak Brown semakin lambat.

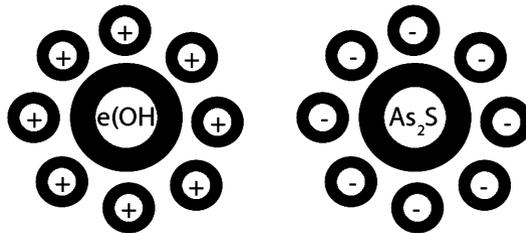
2. Suhu: semakin tinggi suhu, gerak Brown semakin cepat atau sebaliknya semakin rendah suhu, gerak Brown semakin lambat.



Gambar 16.3. Gerak Brown
sumber perpustakaan cyber.blogspot.com

c. Adsorpsi koloid

Adsorpsi adalah penyerapan partikel pada permukaan zat. Sedangkan absorpsi adalah penyerapan partikel sampai ke bawah permukaan zat. Partikel koloid sol dapat mengadsorpsi partikel, baik netral atau bermuatan (kation atau anion) karena partikel-partikelnya memiliki permukaan yang luas.



Gambar 16.4. Adsorpsi koloid, sol $\text{Fe}(\text{OH})_3$ mengadsorpsi kation sehingga bermuatan positif, sedangkan sol As_2S_3 mengadsorpsi anion sehingga bermuatan negatif

d. Muatan koloid

Koloid memiliki muatan listrik yang sejenis (positif atau negatif). Adanya muatan yang sejenis ini menjadikan sistem koloid bersifat stabil. Stabil dalam arti partikel-partikel koloid tidak akan bergabung satu sama lain karena terdapat gaya tolak-menolak antar-partikelnya. Koloid bermuatan listrik akibat dari:

1. Partikel koloid mengadsorpsi partikel bermuatan dari medium pendispersinya. Contoh:
 - Sol $\text{Fe}(\text{OH})_2$ mengadsorpsi kation dari medium pendispersinya sehingga bermuatan positif.
 - Sol As_2S_3 mengadsorpsi anion dari medium pendispersinya sehingga bermuatan negatif.
2. Proses ionisasi gugus permukaan partikel. Contoh: Koloid protein memiliki gugus yang bersifat asam ($-\text{COOH}$) dan gugus bersifat basa ($-\text{NH}_2$).
 - Pada pH rendah (konsentrasi ion H^+ tinggi) gugus $-\text{NH}_2$ menerima H^+ sehingga menjadi $-\text{NH}_3^+$. Dengan demikian protein bermuatan positif pada pH rendah.
 - Pada pH tinggi gugus $-\text{COOH}$ melepaskan ion H^+ sehingga menjadi $-\text{COO}^-$. Dengan demikian, protein bermuatan negatif pada pH tinggi.

e. Elektroforesis

Elektroforesis adalah pergerakan partikel-partikel koloid dalam medan listrik. Melalui elektroforesis, muatan koloid dapat ditentukan. Bila pada elektroforesis partikel-partikel koloid bergerak ke anoda (kutub positif) berarti koloid bermuatan negatif. Contoh koloid bermuatan negatif adalah sol tanah liat, sol tepung, sol As_2S_3 dan sol logam. Bila pada elektroforesis partikel-partikel koloid bergerak ke katoda (kutub negatif) berarti koloid bermuatan positif. Contoh koloid bermuatan positif adalah sol $\text{Fe}(\text{OH})_3$, sol $\text{Al}(\text{OH})_3$, dan hemoglobin.

f. Koagulasi

Apabila muatan-muatan partikel koloid dinetralkan maka partikel-partikel koloid akan bergabung satu sama lain membentuk gumpalan. Proses penggumpalan partikel-partikel koloid disebut *koagulasi* dan gumpalannya disebut flok.

Koagulasi adalah proses penggumpalan partikel-partikel koloid dan pengendapannya. Koagulasi koloid dapat dilakukan melalui:

1. **Elektroforesis**
Pada saat partikel-partikel koloid mendekati elektroda yang berbeda muatan, maka koloid kehilangan muatannya dan akhirnya terjadi penggumpalan dan pengendapan.
2. **Penambahan koloid lain yang berbeda muatan**
Penambahan ini mengakibatkan muatan suatu koloid menjadi netral dan akhirnya terjadi penggumpalan dan pengendapan.
3. **Penambahan elektrolit (asam, basa, atau garam)**
 - Bila suatu koloid bermuatan negatif, maka koloid itu akan menarik ion-ion positif sehingga koloid menjadi tidak bermuatan.
 - Bila koloid bermuatan positif, maka koloid itu akan menarik ion-ion negatif sehingga koloid itu menjadi tidak bermuatan.
4. **Pendidihan**
Kenaikan suhu mengakibatkan tumbukan antara partikel koloid dengan partikel medium pendispersi makin sering terjadi. Akibatnya koloid dapat kehilangan muatannya sehingga menjadi bersifat netral. Akhirnya akan terjadi penggumpalan dan pengendapan.

C. JENIS-JENIS KOLOID

Sistem koloid memiliki dua fase, yaitu fase terdispersi dan fase pendispersi (medium pendispersi).

- a. Fase terdispersi adalah zat yang didispersikan dapat berupa padatan, cairan, dan gas.
- b. Fase pendispersi (medium pendispersi) adalah medium yang digunakan untuk mendispersikannya, dapat berupa padatan, cairan, dan gas.

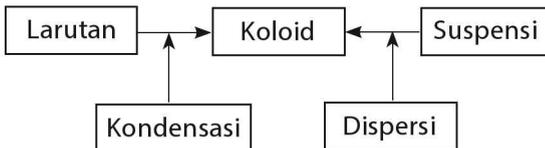
Oleh karena sistem dispersi gas-gas selalu membentuk larutan, maka telah dikenal delapan jenis koloid seperti disajikan dalam tabel berikut.

Tabel 16.2. Jenis-jenis koloid dan contoh-contohnya

Fase Terdispersi	Medium pendispersi	Nama koloid	Contoh
Padat	Padat	Sol padat	Kaca berwarna, paduan logam, intan hitam
Padat	Cair	Sol	Cat, tinta, semir cair, tepung dalam air
Padat	Gas	Aerosol padat	Asap, debu
Cair	Padat	Emulsi padat	Keju, mentega, mutiara
Cair	Cair	Emulsi	Susu, santan, es krim, krim, <i>lotion</i> , mayones
Cair	Gas	Aerosol cair	Kabut, awan, semprotan seperti obat nyamuk dan <i>hairspray</i>
Gas	Padat	Busa padat	Karet busa, batu apung, <i>styrofoam</i>
Gas	Cair	Buih	Busa sabun, putih telur yang dikocok, ombak

D. PEMBUATAN KOLOID

Koloid dapat dibuat dengan mengubah partikel-partikel larutan menjadi partikel-partikel berukuran koloid atau mengubah partikel-partikel suspensi menjadi partikel-partikel berukuran koloid.



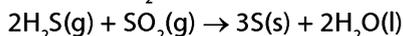
a. Metode kondensasi

Metode kondensasi adalah metode yang membuat partikel-partikel kecil larutan (ion, atom, atau molekul) bergabung menjadi partikel-partikel yang berukuran koloid. Metode kondensasi meliputi reaksi-reaksi kimia (reaksi redoks, reaksi hidrolisis, dan reaksi dekomposisi rangkap) dan penggantian pelarut.

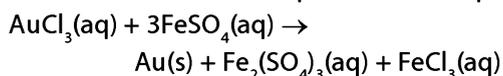
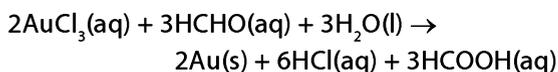
1. Reaksi redoks

Reaksi pembentukan koloid melalui mekanisme perubahan bilangan oksidasi. Contoh:

- Pembuatan sol belerang dengan mengalirkan gas H_2S ke dalam larutan SO_2 .

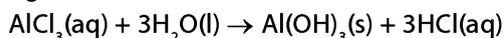


- Sol emas dibuat dengan mereaksikan larutan AuCl_3 dengan zat pereduksi formaldehida atau besi(II) sulfat.

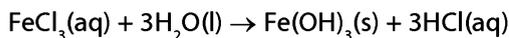


2. Reaksi hidrolisis

Reaksi hidrolisis adalah reaksi pembentukan koloid dengan menggunakan pereaksi air. Contoh: Pembuatan sol $\text{Al}(\text{OH})_3$ dari hidrolisis garam aluminium dalam air mendidih.



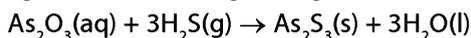
- Pembuatan sol $\text{Fe}(\text{OH})_3$ dari hidrolisis garam besi dalam air mendidih.



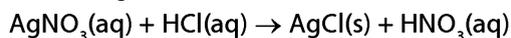
3. Reaksi dekomposisi rangkap

Garam-garam yang sukar larut dapat dibuat menjadi koloid melalui reaksi pembentukan garam. Contoh:

- Sol As_2S_3 dibuat dengan mengalirkan gas H_2S perlahan melalui larutan As_2O_3 dingin sampai terbentuk sol As_2S_3 yang berwarna kuning terang.



- Sol AgCl dibuat dengan mencampurkan larutan AgNO_3 encer dengan larutan HCl encer.



4. Penggantian pelarut

Selain dengan cara-cara kimia tersebut, koloid dibuat melalui penggantian pelarut. Contoh:

- Belerang sukar melarut dalam air, tetapi mudah larut dalam alkohol seperti etanol. Untuk membuat koloid

belerang dalam air, mula-mula belerang dilarutkan dalam etanol sampai jenuh. Setelah itu larutan jenuh tersebut ditambahkan sedikit demi sedikit ke dalam air sambil diaduk. Belerang akan menggumpal menjadi partikel koloid.

- Apabila larutan jenuh kalsium asetat dicampur dengan alkohol maka akan terbentuk koloid berbentuk gel.

b. Metode dispersi

Metode dispersi adalah metode yang membuat partikel-partikel besar dipecah menjadi partikel-partikel berukuran koloid. Metode dispersi meliputi cara mekanik, cara peptisasi, dan cara busur Bredig.

1. Cara mekanik

Cara mekanik adalah cara untuk menghaluskan partikel-partikel kasar zat padat menjadi partikel-partikel berukuran koloid melalui penggerusan atau penggilingan. Contoh:

- Sol belerang dibuat dengan cara: serbuk belerang digerus bersama dengan zat inert (misal gula pasir), kemudian serbuk halus yang terbentuk dicampur dengan air.
- Koloid grafit dibuat melalui penggilingan untuk bahan pelumas, cat, dan tinta.

2. Cara peptisasi

Peptisasi adalah proses dispersi endapan menjadi sistem koloid dengan penambahan zat pemecah. Zat pemecah meliputi elektrolit yang mengandung ion sejenis atau pelarut tertentu. Contoh:

- Sol AgCl dibuat dengan penambahan HCl ke dalam endapan AgCl.
- Sol $\text{Fe}(\text{OH})_3$ dibuat dengan penambahan FeCl_3 ke dalam endapan $\text{Fe}(\text{OH})_3$.
- Sol NiS dibuat dengan penambahan H_2S ke dalam endapan NiS.
- Agar-agar dipeptisasi oleh air.
- Karet dipeptisasi oleh bensin.
- Serat selulosa asetat dipeptisasi oleh aseton.

3. Cara busur Bredig

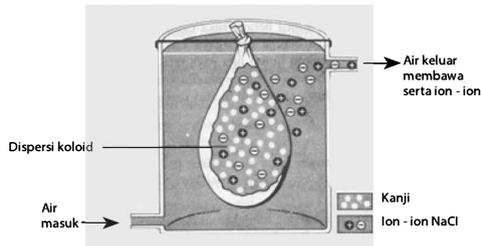
- Cara busur Bredig digunakan untuk membuat sol-sol logam, seperti sol Ag, Au, dan Pt.
- Logam yang akan dijadikan sol digunakan sebagai elektroda yang dicelupkan ke dalam medium pendispersi dingin dan kedua ujung elektroda dihubungkan dengan arus listrik. Uap logam yang terbentuk akan dikondensasikan menjadi partikel-partikel berukuran koloid.

E. PEMURNIAN KOLOID

Pemurnian koloid bertujuan untuk menghilangkan ion-ion atau molekul-molekul kecil yang mengganggu kestabilan sistem koloid. Pemurnian ini dapat dilakukan dengan metode dialisis, elektrodialisis, dan penyaring ultra.

a. Dialisis

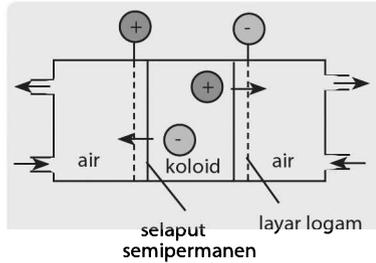
Dialisis adalah proses penyaringan partikel koloid dari ion-ion yang teradsorpsi sehingga ion-ion tersebut dapat dihilangkan. Dalam dialisis digunakan kantung penyaring yang bersifat semipermeabel yang hanya dapat dilewati oleh ion-ion dan molekul-molekul air tetapi tidak dilewati oleh partikel-partikel koloid.



Gambar 16.6. Skema dialisis

b. Elektrodialisis

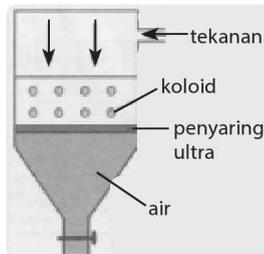
Elektrodialisis adalah proses dialisis di bawah pengaruh medan listrik. Dengan adanya medan listrik maka proses dialisis akan berlangsung dengan lebih cepat.



Gambar 16.7. Skema elektrodialisis

c. Penyaring ultra

Penyaring ultra merupakan kertas saring yang telah dimodifikasi sehingga ukuran pori-pori menjadi berkurang. Misal, kertas saring yang diresapi dengan selulosa seperti selofan. Melalui penyaringan ini akhirnya partikel-partikel koloid akan tertahan pada penyaring tersebut.



Gambar 16.8. Skema penyaringan ultra

F. KOLOID LIOFIL DAN LIOFOB

Berdasarkan perbedaan atas kemampuan mengadsorpsi medium pendispersinya yang berupa zat cair, koloid dibedakan atas:

- a. Koloid liofil (suka cairan) adalah koloid yang memiliki gaya tarik menarik yang cukup besar antara fase terdispersi dan medium pendispersinya. Bila medium pendispersinya air maka disebut *koloid hidrofil*. Contoh: dispersi kanji, sabun, deterjen, putih telur, dan agar-agar.
- b. Koloid liofob (tidak suka cairan) adalah koloid yang memiliki gaya tarik menarik yang lemah atau tidak memiliki gaya tarik

menarik sama sekali antara partikel terdispersi dengan medium pendispersinya. Bila medium pendispersinya air maka disebut *koloid hidrofob*. Contoh: koloid belerang dalam air, sol $\text{Fe}(\text{OH})_3$, dan sol logam.

Tabel 16.3. Perbedaan antara sol liofil dan liofob

Sol liofil	Sol liofob
Mengadsorpsi medium pendispersinya.	Tidak mengadsorpsi medium pendispersinya.
Dapat dibuat dengan konsentrasi yang besar.	Hanya stabil pada konsentrasi yang kecil.
Memiliki kekentalan yang lebih besar daripada medium pendispersinya.	Memiliki kekentalan yang hampir sama dengan medium pendispersinya.
Efek Tyndall terlihat kurang jelas.	Efek Tyndall terlihat jelas.
Bersifat reversibel, yaitu fase terdispersinya dapat dipisahkan dari medium pendispersinya melalui koagulasi atau penguapan medium pendispersinya dan dapat diubah kembali menjadi sol dengan penambahan medium pendispersinya.	Tidak reversibel, yaitu fase terdispersinya yang telah dipisahkan dari medium pendispersinya tidak dapat diubah kembali menjadi koloid.
Dengan penambahan elektrolit sukar menggumpal.	Dengan penambahan elektrolit mudah menggumpal.
Partikel-partikelnya memiliki muatan yang kecil atau tidak bermuatan.	Partikel-partikelnya memiliki muatan positif atau negatif.
Dalam medan listrik partikel-partikel dapat bergerak ke arah katoda, anoda, atau tidak bergerak sama sekali, contoh protein.	Dalam medan listrik partikel-partikelnya bergerak ke anoda atau ke katoda tergantung dari muatan koloid, negatif atau positif.

CONTOH SOAL DAN PEMBAHASAN

1. Berikut ini beberapa fenomena sehari-hari yang menunjukkan sifat koloid dalam kehidupan:
 1. Proses cuci darah
 2. Kabut di pegunungan
 3. Pembentukan delta di muara sungai
 4. Pemutihan gula
 5. Proses kerja obat diare

Sifat koagulasi koloid dapat ditunjukkan dalam contoh kejadian nomor ...

- | | |
|------|------|
| A. 1 | D. 4 |
| B. 2 | E. 5 |
| C. 3 | |

Jawaban: C

1. Proses cuci darah dialisis
 2. Kabut di pegunungan aerosol cair
 3. Pembentukan delta di muara sungai koagulasi
 4. Pemutihan gula adsorpsi
 5. Proses kerja obat diare adsorpsi
2. Koloid berbeda dengan suspensi dalam hal
 1. ukuran partikel
 2. homogenitas sistem
 3. kestabilan sistem
 4. gerak partikel

Jawaban: E (1, 2, 3, 4)

	Koloid	Suspensi
Ukuran partikel (diameter)	1 – 100 nm	> 100 nm
Sifat dispersi	Homogen	Heterogen
Kestabilan	Stabil	Tidak stabil
Gerak partikel	Gerak Brown	Tidak ada

3. Kombinasi yang tidak mungkin menghasilkan sistem koloid adalah
- A. gas – cair
 - B. gas – gas
 - C. cair – cair
 - D. padat – padat
 - E. padat – cair

Jawaban: B

- A. gas – cair \Rightarrow buih
- B. gas – gas \Rightarrow larutan
- C. cair – cair \Rightarrow emulsi
- D. padat – padat \Rightarrow sol padat
- E. padat – cair \Rightarrow sol

4. Proses yang tidak ada kaitannya dengan sistem koloid adalah
- A. efek Tyndall
 - B. dialisis
 - C. koagulasi
 - D. emulsi
 - E. elektrolisis

Jawaban: E

Elektrolisis adalah proses penguraian zat elektrolit dengan arus listrik.

5. Efek Tyndall terjadi karena partikel koloid
- A. memancarkan cahaya
 - B. menyerap cahaya
 - C. meneruskan cahaya
 - D. menghamburkan cahaya
 - E. mempunyai gerak acak-acakan

Jawaban: D

Efek Tyndall: penghamburan cahaya oleh partikel koloid

6. As_2S_3 adalah koloid hidrofob yang bermuatan negatif. Larutan yang paling baik untuk mengkoagulasikan koloid adalah
- A. kalium fosfat
 - B. magnesium sulfat
 - C. barium nitrat

- D. besi(III) klorida
- E. besi(II) sulfat

Jawaban: D

Koagulasi partikel-partikel koloid didahului oleh penetralan muatannya oleh ion-ion. Oleh karena As_2S_3 bermuatan negatif, maka pengkoagulasi terbaik adalah ion yang bermuatan positif terbesar.

- ✓ Kalium fosfat $\Rightarrow K^+$
- ✓ Magnesium sulfat $\Rightarrow Mg^{2+}$
- ✓ Barium nitrat $\Rightarrow Ba^{2+}$
- ✓ Besi(III) klorida $\Rightarrow Fe^{3+}$
- ✓ Besi(II) sulfat $\Rightarrow Fe^{2+}$

7. Diberikan beberapa cara pembuatan koloid berikut:
1. reaksi redoks
 2. busur Bredig
 3. reaksi hidrolisa
 4. peptisasi
 5. reaksi pemindahan
 6. mekanik

Pembuatan koloid secara dispersi adalah

- | | |
|----------------|----------------|
| A. 1, 2, dan 3 | D. 2, 4, dan 6 |
| B. 1, 3, dan 4 | E. 4, 5, dan 6 |
| C. 2, 3, dan 4 | |

Jawaban: D

Dispersi: cara pembuatan koloid dengan mengubah partikel berukuran suspensi menjadi partikel berukuran koloid. Cara dispersi adalah busur Bredig, peptisasi, dan mekanik.

8. Di antara cara pembuatan koloid berikut, yang dilakukan secara hidrolisis adalah
- A. pembuatan sol As_2S_3
 - B. pembuatan sol $Fe(OH)_3$

- C. pembuatan sol logam busur Bredig
- D. pembuatan sol belerang dengan penggerusan
- E. pembuatan sol dari H₂S dan SO₂

Jawaban: B

Sol Fe(OH)₃ dibuat dengan cara: $\text{FeCl}_3(\text{aq}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3(\text{s}) + 3\text{HCl}(\text{aq})$

LATIHAN SOAL 16

1. Diketahui beberapa campuran:
(1) Larutan cuka
(2) Sirup
(3) Susu
(4) Buih
(5) Alkohol 70%
Campuran yang berupa sistem koloid adalah
A. (1) dan (2) D. (3) dan (4)
B. (2) dan (3) E. (4) dan (5)
C. (1) dan (4)
2. Sistem koloid yang terbentuk dari zat terdispersi padat dalam medium pendispersi cair adalah
A. sol D. sol padat
B. aerosol E. busa padat
C. emulsi padat
3. Koloid yang medium pendispersinya berupa zat cair adalah
A. mutiara D. mentega
B. susu E. kabut
C. jeli
4. Contoh sistem koloid padat dalam gas adalah
A. awan D. busa
B. batu apung E. asap
C. kabut

5. Koloid berikut yang fase terdispersinya berupa gas adalah
- | | |
|---------------|----------|
| A. keju | D. asap |
| B. awan | E. kabut |
| C. batu apung | |
6. Berikut ini adalah beberapa sistem koloid:
- | | |
|-------------------|-----------|
| (1) Busa sabun | (4) Kabut |
| (2) Karet busa | (5) Buih |
| (3) Aerosol padat | |
- Pasangan koloid tersebut yang termasuk aerosol adalah
- | | |
|----------------|----------------|
| A. (1) dan (2) | D. (3) dan (4) |
| B. (1) dan (4) | E. (3) dan (5) |
| C. (2) dan (3) | |
7. Tumbukan yang tidak seimbang dari molekul medium pendispersi terhadap partikel koloid dapat menimbulkan
- | | |
|-------------------|-----------------|
| A. koagulasi | D. dialisis |
| B. elektroforesis | E. efek Tyndall |
| C. gerak Brown | |
8. Berikut ini adalah beberapa sifat koloid. Sifat koloid yang menunjukkan efek Tyndall adalah
- kemampuan meneruskan cahaya
 - kemampuan menyerap ion muatan listrik pada permukaan
 - tumbukan molekul medium pendispersi dengan partikel koloid
 - gaya tarik menarik antara partikel terdispersi dengan medium pendispersi
 - penghamburan cahaya oleh partikel-partikel koloid
9. Terjadinya koagulasi pada sistem koloid disebabkan oleh
- halusnya ukuran butiran koloid
 - penambahan elektrolit pada sistem koloid
 - penyerapan ion pada permukaan partikel koloid
 - adanya gerakan lurus terus menerus pada partikel-partikel koloid
 - penghamburan berkas sinar oleh partikel-partikel koloid

10. Prinsip kerja alat Cottrell adalah dengan cara
- | | |
|-------------------|-----------------|
| A. elektroforesis | D. efek Tyndall |
| B. dialisis | E. elektrolisis |
| C. absorpsi | |
11. Sistem koloid yang mempunyai muatan negatif terdapat pada
- | | |
|-----------------------------|----------------------------|
| A. $\text{Fe}(\text{OH})_3$ | D. FeCl_3 |
| B. AgCl | E. As_2S_3 |
| C. $\text{Al}(\text{OH})_3$ | |
12. Larutan yang paling efektif mengkoagulasi sol arsen trisulfida (yang bergerak menuju kutub positif alat elektroforesis) adalah
- | | |
|---------------------------------|---------------------------------|
| A. AlCl_3 | D. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ |
| B. $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ | E. $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$ |
| C. Na_3PO_4 | |
13. Diketahui beberapa sistem koloid:
- | | |
|------------------------------|---------------|
| (1) $\text{Fe}(\text{OH})_3$ | (3) Agar-agar |
| (2) Sol belerang | (4) Gelatin |
- Koloid yang bersifat liofil adalah
- | | |
|----------------|----------------|
| A. (1) dan (2) | D. (3) dan (4) |
| B. (2) dan (3) | E. (1) dan (3) |
| C. (2) dan (4) | |
14. Sistem koloid yang dibuat dengan cara dispersi terdapat pada
- | |
|--|
| A. larutan jenuh kalsium asetat dalam alkohol |
| B. larutan FeCl_3 diteteskan ke dalam air mendidih |
| C. larutan HCl ditambahkan ke dalam larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ |
| D. gas H_2S dialirkan ke dalam larutan As_2O_3 |
| E. agar-agar dipeptisasikan ke dalam air panas |
15. Sistem koloid yang partikel-partikelnya tidak dapat menarik molekul pelarut disebut
- | | |
|-------------|---------------|
| A. liofil | D. elektrofil |
| B. dialisis | E. liofob |
| C. hidofil | |

16. Salah satu sifat sol liofob adalah
- reversibel
 - viskositas tinggi
 - stabil
 - tidak suka kepada medium cairnya
 - sukar dikoagulasikan dengan penambahan elektrolit
17. Sistem koloid yang bersifat hidrofob adalah
- amilum dalam air
 - agar-agar dalam air
 - protein dalam air
 - busa sabun
 - belerang dalam air
18. Diantara sifat-sifat koloid berikut:
- Mengadsorpsi mediumnya
 - Hanya stabil pada konsentrasi rendah
 - Efek Tyndall lebih jelas
 - Tidak mudah menggumpal dengan penambahan elektrolit
 - Kekentalan hampir sama dengan mediumnya
- Yang merupakan sifat sol hidrofil adalah
- (1) dan (2)
 - (2) dan (3)
 - (1) dan (4)
 - (3) dan (4)
 - (4) dan (5)
19. Berikut ini adalah contoh beberapa macam koloid:
- Sabun
 - Agar-agar
 - Sol belerang
 - Sol $\text{Fe}(\text{OH})_3$
 - Sol logam
- Yang merupakan pasangan koloid hidrofil adalah
- (1) dan (2)
 - (2) dan (3)
 - (3) dan (4)
 - (4) dan (5)
 - (1) dan (5)
20. Dengan konsentrasi yang sama larutan elektrolit yang paling efektif untuk menggumpalkan koloid As_2S_3 adalah
- AlCl_3
 - Na_2SO_4
 - $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$
 - KBr
 - MgCl_2

21. Campuran lemak dan air dalam susu tidak memisah sebab
- lemak lebih kental daripada air
 - lemak larut baik dalam air
 - lemak dan air berwujud cair
 - lemak dan air tidak bereaksi
 - lemak dan air distabilkan oleh kasein sebagai pengemulsi
22. Koloid pelindung dalam es krim untuk menghalangi pembentukan es batu adalah
- susu
 - kasein
 - zat warna
 - gelatin
 - gula
23. Pemberian tawas pada proses pengolahan air minum bertujuan untuk
- menghilangkan bahan-bahan yang menyebabkan pencemaran air
 - memberikan bau segar pada air
 - mengendapkan partikel koloid dalam air
 - menghilangkan bau tidak sedap pada air
 - membunuh kuman yang berbahaya dalam air
24. Dari sifat-sifat koloid berikut:
- Efek Tyndall
 - Gerak Brown
 - Koagulasi
 - Elektroforesis
 - Adsorpsi
- Pasangan sifat yang dipakai dalam pengolahan air bersih adalah
- (1) dan (2)
 - (2) dan (3)
 - (3) dan (4)
 - (3) dan (5)
 - (4) dan (5)
25. Contoh pembuatan koloid yang merupakan cara kondensasi adalah
- pembuatan koloid emas dengan cara busur bredig
 - pembuatan agar-agar
 - pembuatan sol belerang dengan cara menghaluskan kristal belerang dengan air
 - pembuatan lem kanji
 - pembuatan $\text{Fe}(\text{OH})_3$ dari FeCl_3 dengan air panas

26. Pembuatan koloid dengan menggunakan reaksi redoks adalah
- larutan AgNO_3 dicampur dengan HCl
 - larutan As_2O_3 dicampur dengan larutan H_2S jenuh
 - larutan FeCl_3 jenuh diteteskan ke dalam air mendidih
 - larutan $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ jenuh dicampur dengan etanol
 - gas H_2S dialirkan ke dalam larutan SO_2
27. Pembuatan koloid dapat dilakukan dengan cara menambahkan:
- Larutan FeCl_3 dalam air panas
 - Amilum dalam air panas
 - Larutan As_2O_3 dalam H_2S
 - Campuran belerang dan gula pasir halus dalam air
- Proses yang menunjukkan pembuatan koloid dengan cara dispersi adalah
- (1) dan (2)
 - (1) dan (3)
 - (2) dan (3)
 - (1) dan (4)
 - (2) dan (4)
28. Di antara beberapa percobaan pembuatan koloid berikut:
- Minyak + air
 - Susu + air
 - Belerang + gula + air
 - Agar-agar yang dimasak
 - Larutan kalium asetat + alkohol
- Yang menunjukkan proses pembuatan gel adalah
- (1) dan (3)
 - (1) dan (5)
 - (2) dan (5)
 - (3) dan (4)
 - (4) dan (5)
29. Di antara cara pembuatan koloid berikut, yang dilakukan secara hidrolisis adalah
- pembuatan sol As_2S_3
 - pembuatan sol $\text{Fe}(\text{OH})_3$
 - pembuatan sol logam busur Bredig
 - pembuatan sol belerang dengan penggerusan
 - pembuatan sol dari H_2S dan SO_2

30. Proses elektrodialisis yang dilakukan terhadap larutan koloid bertujuan untuk
- A. memisahkan partikel-partikel koloid
 - B. mengendapkan partikel-partikel koloid
 - C. mengukur dimensi partikel-partikel koloid
 - D. membuang kelebihan ion-ion elektrolit dari larutan koloid
 - E. membentuk garam kompleks



ALKALI DAN ALKALI TANAH

17

A. ALKALI (GOLONGAN IA)

Logam alkali adalah unsur-unsur golongan IA (kecuali hidrogen) yang meliputi litium (Li), natrium (Na), kalium (K), rubidium (Rb), sesium (Cs), dan francium (Fr). Setiap unsur tersebut memiliki satu elektron di kulit terluar (ns^1).

Logam alkali merupakan logam yang reaktif. Hal ini berarti bahwa logam-logam tersebut mudah melepaskan elektron pada kulit terluar untuk berubah menjadi ion yang bermuatan positif satu. Oleh karena itu, keberadaannya di alam tidak dalam bentuk unsur bebas, tetapi dalam bentuk senyawanya.

a. Keberadaan logam alkali di alam

Natrium di alam terdapat pada NaCl di air laut, kriolit (Na_3AlF_6), sendawa Chili (NaNO_3), dan trona [$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{NaHCO}_3 \cdot (\text{H}_2\text{O})_2$]. Kalium di alam terdapat dalam bijih silvit (KCl), karnalit ($\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), kainit ($\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{MgSO}_4 \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), dan mika [$\text{KH}_2\text{Al}_2(\text{SiO}_4)_3$].

Logam-logam alkali yang lainnya terdapat sedikit di alam, seperti litium terdapat pada spodumene ($\text{LiAlSi}_2\text{O}_6$), rubidium pada lepidolit, sesium pada polusit ($\text{Cs}_4\text{Al}_4\text{Si}_9\text{O}_{26} \cdot \text{H}_2\text{O}$), serta francium yang bersifat radioaktif.

b. Sifat-sifat logam alkali

Beberapa data fisis logam-logam alkali: litium, natrium, kalium, rubidium dan sesium dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 17.1. Beberapa data fisis logam-logam alkali

Sifat	Li	Na	K	Rb	Cs
Nomor atom	3	11	19	37	55
Konfigurasi elektron	[He] 2s ¹	[Ne] 3s ¹	[Ar] 4s ¹	[Kr] 5s ¹	[Xe] 6s ¹
Jari-jari atom (Å °)	1,34	1,54	1,96	2,16	2,35
Jari-jari ion (Å°)	0,60	0,95	1,33	1,48	1,69
Energi ionisasi I (kJ/mol)	520	496	419	403	376
Energi ionisasi II (kJ/mol)	7298	4562	3051	2632	2420
Rapatan (g/cm ³)	0,54	0,97	0,87	1,53	1,88
Keelektronegatifan (skala Pauling)	1,0	0,9	0,8	0,8	0,7
Potensial reduksi (volt)	-3,04	-2,71	-2,92	-2,92	-2,92
Titik leleh (°C)	181	98	64	39	29
Titik didih (°C)	1336	881	766	694	679
Warna nyala	merah	kuning	ungu muda	ungu	biru

Beberapa sifat unsur-unsur alkali adalah sebagai berikut:

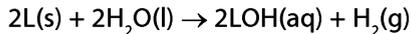
1. Unsur-unsur alkali adalah unsur-unsur logam putih mengkilat seperti perak, padat tetapi lunak pada suhu normal, kecuali sesium dan francium berwujud cair.
2. Dalam konfigurasi elektronnya memiliki satu elektron valensi (ns¹) sehingga sangat reaktif.
3. Energi ionisasi tingkat kedua jauh lebih besar daripada tingkat pertama yang berarti terdapat satu elektron yang terikat sangat lemah dengan intinya dan elektron-elektron lainnya terikat kuat dengan intinya.
4. Jari-jari atom unsur-unsur alkali dari atas ke bawah makin besar berarti semakin ke bawah letaknya, maka unsur tersebut semakin reaktif karena elektron valensinya semakin mudah dilepaskan. Hal ini ditunjang oleh harga energi ionisasi yang semakin kecil dari atas ke bawah.

5. Titik leleh dan titik didih dari atas ke bawah makin kecil berarti kekuatan ikatan logamnya makin lemah.
6. Harga potensial reduksi (E°) dari Li, Na, K, Rb, dan Cs besar dan negatif, berarti unsur-unsur tersebut merupakan reduktor kuat.

c. Reaksi-reaksi logam alkali

1. Reaksi dengan air

Oleh karena logam alkali merupakan reduktor kuat, maka logam tersebut mudah mereduksi air melalui reaksi yang sangat eksoterm (menimbulkan api dan ledakan) menurut persamaan reaksi:



Semakin besar nomor atom dari litium ke sesium, ledakan yang terjadi semakin hebat dan basa logam alkali semakin kuat.

2. Reaksi dengan halogen

Logam alkali bereaksi langsung dengan halogen membentuk garam halida menurut persamaan reaksi: $2L(s) + X_2(g) \rightarrow 2LX(s)$

3. Reaksi dengan Hidrogen

Logam alkali bereaksi dengan hidrogen menghasilkan senyawa hidrida. Dalam senyawa ini bilangan oksidasi hidrogen sama dengan -1. Persamaan reaksinya: $2L(s) + H_2(g) \rightarrow 2LH(s)$

4. Reaksi dengan oksigen

Logam alkali mudah bereaksi dengan oksigen membentuk senyawa oksida (biloks O = -2), peroksida (biloks O = -1), dan superoksida (biloks O = $-\frac{1}{2}$). Daya ikat masing-masing logam terhadap oksigen makin meningkat dari litium sampai sesium.

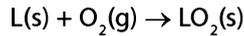
- Pembentukan oksida

Litium bereaksi dengan oksigen membentuk oksida. Agar oksida logam alkali lainnya terbentuk maka jumlah oksigen harus dibatasi dengan cara menggunakan suhu yang lebih rendah (di bawah 180°C). Persamaan reaksinya: $4L(s) + O_2(g) \rightarrow 2L_2O(s)$

- Pembentukan peroksida dan superoksida

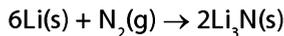
Reaksi natrium dengan oksigen yang disertai dengan pemanasan akan menghasilkan senyawa peroksida. Agar

peroksida dari kalium, rubidium, dan sesium terbentuk, maka jumlah oksigen harus dibatasi dengan cara penurunan suhu reaksi. Persamaan reaksinya: $2L(s) + O_2(g) \rightarrow L_2O_2(s)$
 Bila jumlah oksigen tidak dibatasi maka akan terbentuk senyawa superoksida. Persamaan reaksinya:



5. Reaksi dengan nitrogen

Logam alkali yang dapat bereaksi dengan nitrogen adalah litium dan akan dihasilkan senyawa nitrida dengan persamaan reaksi:



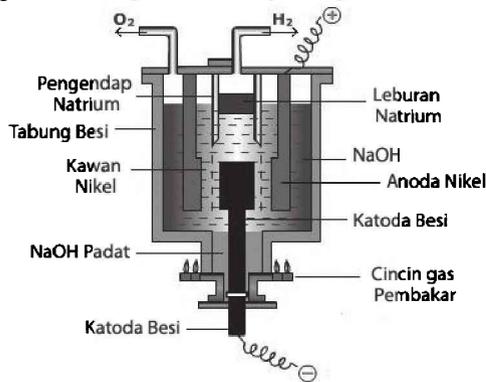
d. Pembuatan logam alkali

1. Natrium

Terdapat dua cara pembuatan natrium, yaitu proses Castner dan proses Downs.

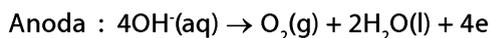
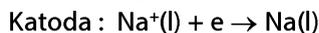
- Proses Castner

Proses ini merupakan elektrolisis leburan NaOH pada suhu 300°C dengan katoda besi tuang dan anoda karbon sebagaimana digambarkan pada gambar 17.1.

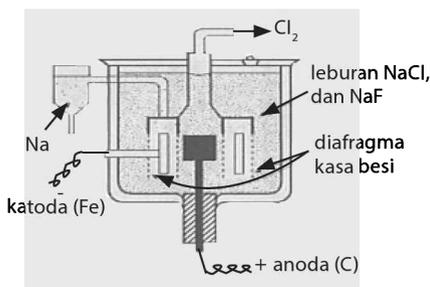


Gambar 17.1. Elektrolisis leburan NaOH
 sumber askiitians.com

Reaksi yang terjadi pada masing-masing elektroda adalah:



- Proses Downs
 Proses ini merupakan elektrolisis leburan NaCl yang dicampur dengan NaF yang berfungsi untuk menurunkan titik lebur NaCl dari 801°C menjadi 600°C. Pada proses ini digunakan katoda besi dan anoda karbon, sebagaimana digambarkan pada gambar 17.2.
 Reaksi yang terjadi pada masing-masing elektroda adalah:
 Katoda : $\text{Na}^+(\text{l}) + \text{e} \rightarrow \text{Na}(\text{l})$
 Anoda : $2\text{Cl}^-(\text{l}) \rightarrow \text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{e}$



Gambar 17.2. Elektrolisis leburan NaCl

- Litium
 Litium dibuat melalui elektrolisis leburan LiCl, dengan persamaan reaksi:
 Katoda : $\text{Li}^+(\text{l}) + \text{e} \rightarrow \text{Li}(\text{l})$
 Anoda : $2\text{Cl}^-(\text{l}) \rightarrow \text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{e}$
- Kalium
 Kalium dan logam alkali yang lain dibuat dengan mereduksi lelehan garam-garam kloridanya. Misal, kalium dibuat melalui reaksi antara KCl dengan logam natrium.

$$\text{KCl}(\text{l}) + \text{Na}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{NaCl}(\text{l}) + \text{K}(\text{g})$$
 Oleh karena logam kalium yang terbentuk menguap, maka reaksi kesetimbangan tersebut bergeser ke kanan.

b. Kegunaan senyawa-senyawa alkali

1. Natrium hidroksida (NaOH)

Dalam dunia perdagangan dikenal dengan nama *kaustik soda* atau *soda api*. Dalam dunia industri NaOH digunakan sebagai penetral asam, bahan baku untuk pembuatan sabun, deterjen, kertas, serat rayon, dan bahan pemisah belerang dari minyak bumi.

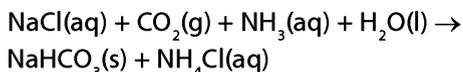
2. Natrium klorida (NaCl)

Natrium klorida digunakan untuk membuat natrium, klorin, dan senyawa natrium, seperti NaOH dan Na_2CO_3 . Juga digunakan dalam industri pengawetan ikan dan daging, pengolahan kulit, dan sebagai bumbu masak (garam dapur).

3. Natrium karbonat (Na_2CO_3)

Dalam dunia perdagangan dikenal dengan nama *soda* dan terdapat dua jenis soda, yaitu *soda hablur (kristal)* dengan rumus $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ dan *soda kering* yang tidak mengandung air kristal yang disebut sodex dengan rumus Na_2CO_3 . Natrium karbonat dibuat menurut proses Solvay, yaitu:

- Gas amonia (NH_3) dan gas CO_2 dialirkan ke dalam larutan jenuh garam dapur yang panas:



- NaHCO_3 yang terbentuk dipisahkan dengan cara penyaringan, lalu dipanaskan (330°C) sehingga terjadi reaksi:



Kegunaan Na_2CO_3 adalah untuk pembuatan kaca, pelunak air sadah, penghilang noda minyak, bahan industri pulp, dan kertas serta industri deterjen.

4. Natrium bikarbonat (NaHCO_3)

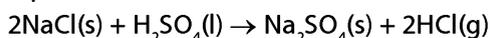
Natrium bikarbonat dikenal dengan nama *soda kue* karena campuran NaHCO_3 , asam tartrat, dan tepung gandum dipakai dalam membuat roti. Jika adonan yang mengandung NaHCO_3 dipanggang maka NaHCO_3 akan terurai membebaskan gas

CO₂ yang dapat memekarkan adonan sehingga menjadi empuk karena adanya rongga-rongga di dalamnya. NaHCO₃ dapat dihasilkan dengan pengaliran gas CO₂ ke dalam larutan Na₂CO₃ jenuh pada suhu normal.



5. Natrium sulfat (Na₂SO₄)

Garam ini diperoleh dari reaksi NaCl dengan H₂SO₄ yang disertai dengan pemanasan.



Dalam bentuk hidratnya, Na₂SO₄·10H₂O dikenal dengan nama *garam Glauber*. Kegunaan natrium sulfat dalam industri kertas adalah sebagai pereaksi untuk membuat Na₂S yang berfungsi sebagai pelarut lignin dari kayu.

B. ALKALI TANAH (GOLONGAN IIA)

Logam alkali tanah adalah unsur-unsur golongan IIA yang meliputi berilium (Be), magnesium (Mg), kalsium (Ca), strontium (Sr), barium (Ba) dan radium (Ra). Unsur-unsur tersebut digolongkan ke dalam golongan IIA karena masing-masing unsur memiliki dua elektron di kulit terluar (ns²).

Logam alkali tanah memiliki kemiripan sifat kimia dengan logam alkali, tetapi logam alkali tanah kurang reaktif daripada logam alkali yang seperiode. Hal ini menunjukkan bahwa logam alkali tanah lebih sukar melepaskan elektron valensi karena memiliki jari-jari atom yang lebih kecil dan energi pengionan yang lebih besar.

a. Keberadaan logam alkali tanah di alam

1. Berilium ditemukan dalam bijih beril (Be₃Al₂(SiO₃)₆) dan krisoberil (Al₂BeO₄).
2. Magnesium ditemukan sebagai senyawa MgCl₂ di air laut dan deposit garam. Magnesium sebagai senyawa karbonat terdapat pada mineral magnesit (MgCO₃) dan dolomit (MgCa(CO₃)₂). Sebagai senyawa sulfat terdapat pada epsomit sulfat (MgSO₄·7H₂O), kiserit (MgSO₄·H₂O), kainit (KCl·MgSO₄·3H₂O). Sebagai senyawa silikat terdapat pada olivine (Mg₂SiO₄) dan asbestos (CaMg₂(SiO₃)₄).

3. Kalsium di alam terdapat dalam mineral batu kapur (CaCO_3), dolomit ($\text{MgCa}(\text{CO}_3)_2$), gips (CaSO_4), apatit ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaF}_2$), fluorspar (CaF_2), dan kalsium fosfat ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$).
4. Strontium ditemukan pada strontianit (SrCO_3) dan selestit (SrSO_4).
5. Barium ditemukan dalam mineral baritin (BaSO_4) dan witerit (BaCO_3).
6. Radium terdapat dalam peklende (bijih uranium).

b. Sifat-sifat logam alkali tanah

1. Beberapa data fisis logam-logam alkali tanah berilium, magnesium, kalsium, strontium, dan barium disajikan pada tabel 17.2.
2. Unsur-unsur alkali tanah adalah unsur-unsur logam putih mengilat seperti perak dan pada suhu biasa berupa padatan.
3. Dalam konfigurasi elektronnya memiliki dua elektron valensi (ns^2) sehingga bersifat reaktif, akan tetapi kereaktifannya lebih kecil daripada logam alkali yang seperiode.
4. Energi ionisasi tingkat ketiga jauh lebih besar daripada energi ionisasi tingkat pertama dan kedua yang berarti terdapat dua elektron yang terikat sangat lemah pada inti atom.
5. Jari-jari atom logam-logam alkali tanah dari atas ke bawah makin besar berarti semakin ke bawah, unsur tersebut makin reaktif karena elektron valensinya makin mudah dilepaskan. Hal ini ditunjang oleh data energi ionisasi yang makin kecil dari atas ke bawah.
6. Harga potensial reduksi (E°) dari Be, Mg, Ca, Sr, dan Ba besar dan negatif berarti logam-logam tersebut merupakan reduktor kuat.

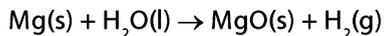
Tabel 17.2. Beberapa data fisis logam-logam alkali

Sifat	Li	Mg	Ca	Li	Ba
Nomor atom	4	12	20	38	56
Konfigurasi elektron	[He] 2s ²	[Ne] 3s ²	[Ar] 4s ²	[Kr] 5s ²	[Xe] 6s ²
Jari-jari atom (Å °)	1,11	1,60	1,97	2,15	2,17
Jari-jari ion (Å°)	0,30	0,65	0,99	1,13	1,35
Energi ionisasi I (kJ/mol)					
- Tingkat I (kJ/mol)	899	738	590	590	503
- Tingkat II (kJ/mol)	1757	1451	1145	1064	965
- Tingkat III (kJ/mol)	14848	7733	4912	4210	3430
Rapatan (g/cm ³)	1,85	1,74	1,54	2,6	3,51
Keelektronegatifan (skala Pauling)	1,5	1,2	1,0	1,0	0,9
Potensial reduksi (volt)	-1,70	-2,38	-2,76	-2,89	-2,90
Titik leleh (°C)	1278	649	839	769	725
Titik didih (°C)	2970	1090	1484	1384	1640
Warna nyala	putih	putih	jingga merah	merah	hijau pucat

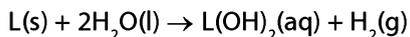
c. Reaksi-reaksi logam alkali

1. Reaksi dengan air

Berilium tidak dapat bereaksi dengan air karena akan segera terbentuk berilium oksida (BeO) yang melapisi permukaan logam. Magnesium bereaksi sangat lambat dengan air dingin, bila direaksikan dengan air panas berlangsung lebih cepat.

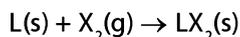


Kalsium, strontium, dan barium bereaksi baik dengan air menghasilkan basa dan gas hidrogen, menurut persamaan:



2. Reaksi dengan halogen

Semua logam alkali tanah dapat bereaksi dengan halogen menghasilkan garam halida, menurut persamaan reaksi:

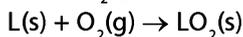
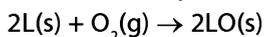


3. Reaksi dengan hidrogen

Berilium dan magnesium tidak bereaksi dengan gas H_2 , sedangkan logam alkali tanah yang lainnya dapat bereaksi dengan gas H_2 , menurut persamaan reaksi: $L(s) + H_2(g) \rightarrow LH_2(s)$

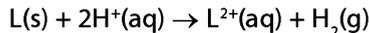
4. Reaksi dengan oksigen

Apabila dipanaskan berilium dan magnesium dapat bereaksi dengan oksigen. Oksida Be dan Mg akan membentuk lapisan pada permukaan logam yang bersifat melindungi. Jika pemanasan diteruskan maka logam Be dan Mg akan terbakar. Logam alkali tanah yang lainnya bersifat mudah bereaksi dengan oksigen dan jika oksigennya berlebih maka akan terbentuk peroksida, menurut persamaan reaksi:

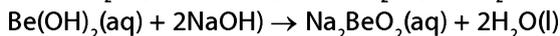
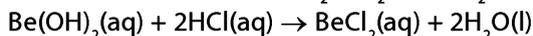
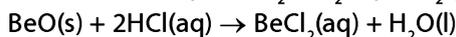
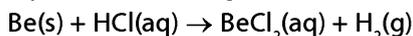


5. Reaksi dengan oksigen

Semua logam alkali tanah dapat bereaksi dengan asam kuat menghasilkan garam dan gas H_2 . Reaksi berjalan makin hebat dari berilium sampai barium, menurut persamaan reaksi:



Oleh karena Be, BeO, dan $Be(OH)_2$ bersifat amfoter, maka zat-zat tersebut dapat bereaksi dengan asam dan basa kuat.



d. Pembuatan logam alkali tanah

1. Berilium

- Metode reduksi

Sumber utama Be adalah beril $[Be_3Al_2(SiO_6)_3]$. Beril dipanaskan pada suhu $700^\circ C$ dengan Na_2SiF_6 untuk membentuk BeF_2 .



- Metode elektrolisis
Bahan yang dielektrolisis adalah lelehan BeCl_2 yang bercampur dengan NaCl . Reaksi elektrolisisnya: $\text{BeCl}_2(\text{l}) \rightarrow \text{Be}^{2+}(\text{l}) + 2\text{Cl}^-(\text{l})$
Katoda : $\text{Be}^{2+}(\text{l}) + 2\text{e} \rightarrow \text{Be}(\text{l})$
Anoda : $2\text{Cl}^-(\text{l}) \rightarrow \text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{e}$

2. Magnesium

- Metode reduksi (Proses kalsinasi)
Sumber Mg adalah dolomit [$\text{MgCa}(\text{CO}_3)_2$]. Pemanasan dolomit untuk menghasilkan $\text{MgO} \cdot \text{CaO}$. Selanjutnya $\text{MgO} \cdot \text{CaO}$ dipanaskan dengan FeSi : $2[\text{MgO} \cdot \text{CaO}] + \text{FeSi} \rightarrow 2\text{Mg} + \text{Ca}_2\text{SiO}_4 + \text{Fe}$.
- Metode elektrolisis
Sumber utama Mg adalah air laut. Air laut direaksikan dengan CaO , lalu $\text{Mg}(\text{OH})_2$ yang terbentuk direaksikan dengan HCl untuk membentuk MgCl_2 .
 $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^-$
 $\text{Mg}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{Mg}(\text{OH})_2$
 $\text{Mg}(\text{OH})_2 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{MgCl}_2 + 2\text{H}_2$
Lalu, lelehan MgCl_2 dielektrolisis.
 $\text{MgCl}_2 \rightarrow \text{Mg}^{2+}(\text{l}) + 2\text{Cl}^-(\text{l})$
Katoda : $\text{Mg}^{2+}(\text{l}) + 2\text{e} \rightarrow \text{Mg}(\text{l})$
Anoda : $2\text{Cl}^-(\text{l}) \rightarrow \text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{e}$

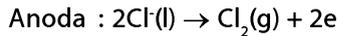
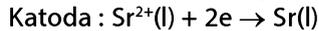
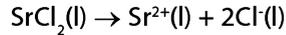
3. Kalsium

- Metode reduksi
Metode reduksi dilakukan melalui reaksi:
 $6\text{CaO} + 2\text{Al} \rightarrow 3\text{Ca} + \text{Ca}_3\text{Al}_2\text{O}_6$ atau $\text{CaCl}_2 + \text{Na} \rightarrow \text{Ca} + 2\text{NaCl}$
- Metode elektrolisis
Sumber utama Ca batu kapur (CaCO_3). Batu kapur tersebut direaksikan dengan HCl sehingga terbentuk CaCl_2 .
 $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$
Lalu, CaCl_2 cair dielektrolisis.
 $\text{CaCl}_2(\text{l}) \rightarrow \text{Ca}^{2+}(\text{l}) + 2\text{Cl}^-(\text{l})$
Katoda : $\text{Ca}^{2+}(\text{l}) + 2\text{e} \rightarrow \text{Ca}(\text{l})$
Anoda : $2\text{Cl}^-(\text{l}) \rightarrow \text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{e}$

4. Stronsium

- Metode elektrolisis

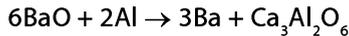
Bahan utama yang digunakan adalah selestit (SrSO_4). Setelah diproses menjadi SrCl_2 , lalu dielektrolisis:



5. Barium

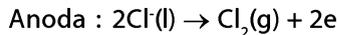
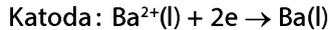
- Metode reduksi

Metode reduksi dilakukan melalui reaksi:



- Metode elektrolisis

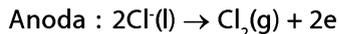
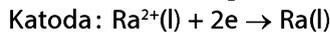
Bahan yang digunakan barit (BaSO_4). Senyawa tersebut diproses menjadi BaCl_2 . Lalu, BaCl_2 cair dielektrolisis.



6. Radium

- Metode elektrolisis

Sumber utama adalah pekblende. RaCl_2 cair dielektrolisis.



e. Kegunaan logam alkali tanah dan senyawa alkali tanah

1. Berilium

- Digunakan untuk campuran tembaga untuk membuat pegas, klip, dan sambungan listrik (Berilium 2%)
- Paduan berilium dan tembaga yang bersifat keras digunakan untuk membuat obeng dan kunci pas.
- Untuk bahan pembuat kerangka rudal, pesawat luar angkasa, dan satelit komunikasi.

2. Magnesium

- Paduan magnesium, aluminium, dan litium disebut magnalium bahan konstruksi pesawat terbang.

- Membuat kembang api dan lampu blitz.
 - MgO (magnesia) untuk melapisi tanur dan pembakaran semen karena tahan terhadap panas yang tinggi.
 - $\text{Mg}(\text{OH})_2$ disebut antasida yang digunakan sebagai obat maag.
 - MgSO_4 disebut garam Inggris yang digunakan sebagai obat pencahar usus.
3. Kalsium
- Dipadukan dengan timbal yang digunakan sebagai elektroda dalam aki.
 - CaC_2 untuk membuat asetilen.
 - CaCO_3 disebut batu kapur yang digunakan sebagai bahan bangunan.
 - $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ digunakan untuk pupuk.
 - CaOCl_2 disebut batu klor yang digunakan sebagai zat pengelantang.
 - $\text{Ca}(\text{CN})_2$ untuk membuat racun tikus.
 - $\text{Ca}(\text{OCl}_2)$ disebut kaporit yang digunakan sebagai desinfektan pada air ledeng dan kolam renang.
 - Kalsium siklamat digunakan untuk pemanis buatan.
4. Stronsium
- SrSO_4 digunakan sebagai bahan cat.
 - $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$ merupakan sumber nyala merah pada kembang api.
5. Barium
- BaCl_2 digunakan sebagai zat aditif pelumas.
 - BaCO_3 digunakan untuk membuat racun tikus, gelas optik, dan keramik.
 - $\text{Ba}(\text{OH})_2$ digunakan untuk pereaksi analitik.
 - $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ merupakan sumber nyala hijau pada kembang api.
6. Radium
- Sumber radioaktif di bidang kedokteran.

CONTOH SOAL DAN PEMBAHASAN

1. Berikut ini beberapa sifat unsur:

1. Pada umumnya bereaksi hebat dengan air membentuk basa dan gas hidrogen
2. Dapat bereaksi dengan gas hidrogen membentuk hidrida
3. Terbakar dengan oksigen membentuk oksida, peroksida, atau superoksida
4. Keelektronegatifan besar
5. Energi ionisasi pertamanya besar

Sifat unsur tersebut yang merupakan sifat unsur golongan alkali adalah

- | | |
|------------|------------|
| A. 1 dan 2 | D. 3 dan 4 |
| B. 1 dan 4 | E. 4 dan 5 |
| C. 2 dan 4 | |

Jawaban: A

Sifat-sifat unsur alkali di antaranya:

1. Pada umumnya bereaksi hebat dengan air membentuk basa dan gas hidrogen
2. Dapat bereaksi dengan gas hidrogen membentuk hidrida
3. Terbakar dengan oksigen membentuk oksida, peroksida, atau superoksida

2. Sifat-sifat berikut yang bukan merupakan sifat logam alkali adalah ...

- A. merupakan unsur yang sangat reaktif
- B. terdapat di alam dalam keadaan bebas
- C. dibuat dengan jalan elektrolisis leburan garamnya
- D. ionnya bermuatan positif satu
- E. senyawa-senyawanya mudah larut dalam air

Jawaban: B

Sifat-sifat logam alkali:

- 1) merupakan unsur yang sangat reaktif
- 2) dibuat dengan jalan elektrolisis leburan garamnya
- 3) ionnya bermuatan positif satu
- 4) senyawa-senyawanya mudah larut dalam air

3. Pernyataan manakah yang benar tentang logam natrium?

- (1) Natrium adalah reduktor kuat
- (2) Natrium bereaksi dengan air menghasilkan gas H_2
- (3) Natrium dapat diperoleh dengan elektrolisis leburan garam NaCl
- (4) Natrium lebih reaktif dibandingkan logam Mg

Jawaban: E (1, 2, 3, 4)

Sifat-sifat natrium adalah:

- 1) Natrium adalah reduktor kuat
- 2) Natrium bereaksi dengan air menghasilkan gas H_2
- 3) Natrium dapat diperoleh dengan elektrolisis leburan garam NaCl
- 4) Natrium lebih reaktif dibandingkan logam Mg

4. Yang tidak termasuk sifat-sifat unsur alkali tanah adalah ...

1. mempunyai subkulit terluar $ns^2(n-1)d^1$
2. dapat bereaksi dengan NaOH membentuk gas hidrogen kecuali Be
3. dapat bereaksi dengan oksigen membentuk oksida asam
4. dapat bereaksi dengan larutan HCl encer membentuk gas hidrogen

Jawaban: D(4)

1. mempunyai subkulit terluar $ns^2(n-1)d^1 \Rightarrow$ salah, seharusnya ns^2
2. dapat bereaksi dengan NaOH membentuk gas hidrogen kecuali Be \Rightarrow salah, seharusnya dapat bereaksi dengan H_2O membentuk gas hidrogen

3. dapat bereaksi dengan oksigen membentuk oksida asam \Rightarrow salah, seharusnya dapat bereaksi dengan oksigen membentuk oksida basa.
 4. dapat bereaksi dengan larutan HCl encer membentuk gas hidrogen \Rightarrow benar
5. Beberapa senyawa kimia dan manfaatnya dalam kehidupan sehari-hari:

	Bahan kimia		Manfaat
1	KIO_3	a	Obat maag
2	$\text{Mg}(\text{OH})_2$	b	Pemutih
3	NaOCl	c	Obat gosok (balsam)
4	Metil salisilat	d	Iodisasi garam

Pasangan yang benar adalah

- | | |
|---------------|---------------|
| A. 1 dengan b | D. 4 dengan b |
| B. 2 dengan c | E. 2 dengan a |
| C. 3 dengan d | |

Jawaba: E

Bahan kimia	Manfaat
KIO_3	Iodisasi garam
$\text{Mg}(\text{OH})_2$	Obat maag
NaOCl	Pemutih (balsam)
Metil salisilat	Obat gosok

6. Perhatikan tabel unsur-unsur mineral dan kegunaannya berikut ini!

No	Unsur	Mineral	Kegunaan
1	Barium	Wiserit	Penyamak kulit
2	Stronsium	Selestit	Nyala merah kembang api
3	Kalium	Dolomit	Campuran asbes
4	Mangaan	Pirolusit	Zat aktif dalam baterai
5	Magnesium	Karnalit	Antasida

Pasangan data yang ketiganya berhubungan dengan tepat adalah

- A. 1 dan 2
 B. 2 dan 3
 C. 3 dan 4
 D. 3 dan 5
 E. 4 dan 5

Jawaban: E

No	Unsur	Mineral	Kegunaan
1	Barium	Barit, BaSO_4	$\text{BaSO}_4 \Rightarrow$ pembuatan cat, gelas, filter pada karet, plastik, dan resin
2	Stronsium	Selestit, SrSO_4	Nyala merah kembang api
3	Kalium	Karnalit, KCl. $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	$\text{K}_2\text{CO}_3 \Rightarrow$ pembuatan kaca
4	Mangaan	Pirolusit, MnO_2	$\text{MnO}_2 \Rightarrow$ zat aktif dalam baterai
5	Magnesium	Karnalit, KCl. $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	$\text{MgOH})_2 \Rightarrow$ Obat maag (antasida)

LATIHAN SOAL 17

1. Di bawah ini merupakan sifat-sifat logam alkali, *kecuali*
 - A. mengilap, putih seperti perak
 - B. dapat bereaksi dengan air pada suhu biasa
 - C. reduktor kuat
 - D. dapat diiris dengan pisau
 - E. terdapat di alam dalam keadaan bebas
2. Jika dibandingkan sifat antara natrium dengan magnesium, maka natrium
 - A. lebih bersifat basa
 - B. energi ionisasinya lebih besar
 - C. kurang bersifat logam
 - D. lebih bersifat asam
 - E. merupakan reduktor lebih lemah
3. Di antara pernyataan berikut yang *tidak benar* adalah
 - A. logam alkali adalah pereduksi yang kuat
 - B. logam alkali tanah adalah pengoksidasi yang kuat
 - C. logam alkali dibuat melalui elektrolisis lelehan garamnya
 - D. titik leleh logam alkali tanah lebih tinggi daripada logam alkali yang seperiode
 - E. energi ionisasi pertama logam alkali lebih kecil daripada energi ionisasi pertama logam alkali tanah yang seperiode

4. Sebutir kecil logam natrium ditempatkan di atas kertas saring dan diletakkan di atas air yang telah ditetesi dengan fenolftalein, terjadi api dan letupan, warna larutan menjadi merah. Pernyataan yang benar tentang percobaan tersebut adalah
- air mengalami oksidasi dan reaksi bersifat eksoterm
 - air mengalami oksidasi dan larutan bersifat basa
 - reaksi bersifat eksoterm, logam natrium mengalami oksidasi
 - reaksi bersifat eksoterm, logam natrium mengalami reduksi
 - reaksi bersifat eksplosif karena logam natrium mengalami reduksi
5. Bila logam natrium dimasukkan ke dalam air akan terjadi reaksi
- $2\text{Na(s)} + \text{H}_2\text{O(l)} \rightarrow \text{Na}_2\text{O(s)} + 2\text{H}_2\text{(g)} + \text{energi}$
 - $4\text{Na(s)} + 2\text{H}_2\text{O(l)} \rightarrow 4\text{NaH(s)} + \text{O}_2\text{(g)} + \text{energi}$
 - $2\text{Na(s)} + 2\text{H}_2\text{O(l)} \rightarrow 2\text{NaOH(aq)} + \text{H}_2\text{(g)} + \text{energi}$
 - $2\text{Na(s)} + 3\text{H}_2\text{O(l)} \rightarrow \text{Na}_2\text{O(s)} + 3\text{H}_2\text{(g)} + \text{energi}$
 - $2\text{Na(s)} + 2\text{H}_2\text{O(l)} \rightarrow \text{Na}_2\text{O}_2\text{(s)} + 2\text{H}_2\text{(g)} + \text{energi}$
6. Basa alkali berikut yang paling mudah melepaskan ion OH^- dalam air adalah
- | | |
|---------|---------|
| A. NaOH | D. RbOH |
| B. LiOH | E. CsOH |
| C. KOH | |
7. Jika senyawa KNO_3 dibakar di atas nyala api, maka warna nyala dari kalium adalah
- | | |
|----------|-----------|
| A. ungu | D. hijau |
| B. merah | E. kuning |
| C. biru | |
8. Pernyataan yang tepat tentang cara memperoleh logam alkali adalah
- reduksi garam kloridanya
 - oskidasi garam kloridanya
 - elektrolisis leburan garam kloridanya
 - elektrolisis larutan garam kloridanya
 - hidrolisis larutan garam kloridanya

9. Pada elektrolisis larutan garam alkali tidak pernah dihasilkan logamnya, sebab
- energi ionisasinya lebih tinggi dibandingkan dengan logam lain
 - garam halidanya mempunyai titik leleh tinggi
 - sifat oksidatornya lebih lemah daripada air
 - sifat reduktornya lebih lemah daripada air
 - larutan garamnya tidak mengion
10. Elektrolisis larutan NaCl akan menghasilkan
- H_2 , Cl_2 , dan Na
 - H_2 , Cl_2 , dan NaOH
 - H_2 dan Cl_2
 - Na dan Cl_2
 - H_2 , Cl_2 , Na, dan NaOH
11. Senyawa logam alkali di bawah ini yang dibuat menurut proses Solvay adalah
- NaOH
 - Na_2CO_3
 - NaCl
 - Na_3PO_4
 - KNO_3
12. Senyawa alkali yang digunakan sebagai pelunak air sadah tetap adalah
- NaCl
 - Na_2CO_3
 - Na_2SO_4
 - $NaHCO_3$
 - NaOH
13. Unsur alkali yang sifatnya mirip dengan magnesium adalah ...
- Li
 - Na
 - K
 - Rb
 - Cl
14. Di antara sifat-sifat logam alkali tanah di bawah ini benar, *kecuali*
- berilium bersifat amfoter
 - merupakan reduktor kuat, tetapi lebih lemah daripada alkali
 - terdapat dalam keadaan bebas di alam
 - diperoleh melalui elektrolisis lelehan garam kloridanya
 - radium bersifat radioaktif

15. Dibandingkan dengan logam alkali yang seperiode, logam alkali tanah memiliki
- A. titik leleh lebih rendah D. sifat basa lebih lemah
 B. jari-jari atom lebih rendah E. sifat reduktor lebih kuat
 C. energi ionisasi lebih kecil
16. Susunan unsur alkali tanah berdasarkan sifat reduktor yang makin kuat adalah
- A. Ca, Mg, Sr, Ba D. Ca, Mg, Ba, Sr
 B. Mg, Ca, Sr, Ba E. Ca, Ba, Mg, Sr
 C. Mg, Ca, Ba, Sr
17. Jika garam dari alkali tanah diuji nyala ternyata berwarna merah, maka garam tersebut mengandung logam
- A. berilium D. stronsium
 B. magnesium E. barium
 C. kalsium
18. Warna reaksi nyala dari senyawa yang mengandung unsur barium dan stronsium berturut-turut adalah
- A. kuning dan merah D. hijau dan jingga
 B. kuning dan putih E. hijau dan merah
 C. jingga dan merah
19. Senyawa di bawah ini yang dapat bereaksi dengan asam maupun basa adalah
- A. Mg(OH)_2 D. Sr(OH)_2
 B. Ca(OH)_2 E. Ba(OH)_2
 C. Be(OH)_2
20. Reaksi dari logam alkali tanah:
- $$\text{L} + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{L}^{2+} + \text{H}_2$$
- $$\text{L} + 2\text{OH}^- + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{L(OH)}_4^{2-} + \text{H}_2$$
- Logam alkali tanah yang dapat membentuk reaksi tersebut adalah
- A. barium D. berilium
 B. kalsium E. stronsium
 C. magnesium

21. Hasil pembakaran logam magnesium di udara adalah
- | | |
|----------------------|----------------------------|
| A. hanya MgO | D. hanya Mg_3N_2 |
| B. MgO dan Mg_3N_2 | E. Mg_3N_2 dan Mg_2N_3 |
| C. MgO dan Mg_2N_3 | |
22. Kelarutan senyawa logam alkali tanah di dalam air meningkat sesuai dengan kenaikan nomor atomnya. Pernyataan ini berlaku untuk senyawa
- | | |
|------------------|---------------|
| A. hidroksidanya | D. oksalatnya |
| B. karbonatnya | E. kromatnya |
| C. sulfatnya | |
23. Jika larutan K_2SO_4 ditambahkan tetes demi tetes ke dalam larutan yang mengandung ion-ion golongan IIA, maka ion yang akan mengendap paling awal adalah
- | | |
|--------------|--------------|
| A. Ba^{2+} | D. Mg^{2+} |
| B. Be^{2+} | E. Ca^{2+} |
| C. Sr^{2+} | |
24. Pasangan senyawa alkali tanah berikut, yang keduanya sukar larut dalam air adalah
- | | |
|-----------------------------|------------------------------|
| A. $MgSO_4$ dan $Ba(OH)_2$ | D. $Mg(OH)_2$ dan $Sr(OH)_2$ |
| B. $Mg(OH)_2$ dan $CaCrO_4$ | E. $MgCO_3$ dan $BaSO_4$ |
| C. CaC_2O_4 dan $MgCrO_4$ | |
25. Basa alkali tanah yang paling mudah larut dan mempunyai sifat basa kuat adalah
- | | |
|---------------|---------------|
| A. $Be(OH)_2$ | D. $Sr(OH)_2$ |
| B. $Mg(OH)_2$ | E. $Ba(OH)_2$ |
| C. $Ca(OH)_2$ | |
26. Senyawa $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ digunakan sebagai
- | | |
|-------------------|-----------------------------|
| A. batu tahan api | D. fluks pada industri baja |
| B. obat urus-urus | E. pengawet makanan |
| C. gips | |

27. Mineral dan sumber logam kalsium di alam adalah
- A. barit
 - B. magnesit
 - C. dolomit
 - D. selestit
 - E. pirit
28. Pasangan garam alkali tanah yang menyebabkan kesadahan sementara pada air adalah
- A. CaSO_4 dan MgCl_2
 - B. CaCl_2 dan MgSO_4
 - C. $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ dan MgCl_2
 - D. $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ dan $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$
 - E. CaCl_2 dan $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$
29. Beberapa senyawa alkali:
- (1) NaHCO_3
 - (2) NaNO_2
 - (3) NaOCl
- Kegunaan senyawa tersebut secara berurutan adalah
- A. penyedap, pengawet buah, pemutih
 - B. pengembang, pengawet daging, pemutih
 - C. pengembang, pengawet buah, pemutih
 - D. penyedap, pengawet daging, pemutih
 - E. pemutih, pengawet daging, penyedap
30. Senyawa magnesium yang digunakan untuk menetralkan kelebihan asam, lambung adalah
- A. magnesium klorida
 - B. magnesium sulfat
 - C. magnesium karbonat
 - D. magnesium kromat
 - E. magnesium hidroksida



Kimia (bahasa Arab: kimiya atau bahasa Yunani: khemeia, "perubahan benda/zat") adalah ilmu tentang komposisi, struktur, dan sifat zat atau materi.

HALOGEN DAN GAS MULIA

18

A. HALOGEN (GOLONGAN VIIIA)

Para ahli kimia menggunakan istilah gas mulia untuk menandai suatu golongan unsur tertentu yang bersifat stabil atau sukar bereaksi. Golongan unsur tersebut adalah golongan VIIIA yang meliputi Helium (He), Neon (Ne), Argon (Ar), Krypton (Kr), Xenon (Xe), dan Radon (Rn).

Sejarah penemuan masing-masing unsur tersebut dimulai pada tahun 1892, saat John Rayleigh (1842-1919) dari Inggris menyatakan bahwa gas nitrogen yang diperoleh dari udara lebih berat daripada gas nitrogen yang diperoleh dari penguraian amonia. Akhirnya, Rayleigh berkesimpulan bahwa gas nitrogen tersebut tercampur dengan suatu gas lain yang lebih berat.

Dua tahun kemudian, William Ramsay (1852-1916) berhasil menemukan gas yang dicurigai oleh Rayleigh yaitu argon (bahasa Yunani, argos = malas). Selanjutnya Ramsay pada tahun 1895 menemukan gas helium (bahasa Yunani, helios = matahari) yang memiliki spektrum yang sama dengan garis-garis tertentu dalam spektrum matahari.

Akhirnya pada tahun 1898, Ramsay menemukan gas neon (neos = baru), krypton (kryptos = tersembunyi), dan xenon (xenos = asing). Unsur gas mulia yang terakhir ditemukan adalah radon yang ditemukan oleh Friedrich E. Dorn pada tahun 1900 sebagai hasil peluruhan dari radium.

a. Keberadaan Gas Mulia

Unsur-unsur gas mulia berada di udara dalam jumlah yang relatif kecil. Unsur argon merupakan unsur gas mulia yang terbanyak yang tersedia di udara, yakni sebanyak 9.340 bpj atau 0,934%. Keberadaan gas mulia yang lain di udara dapat dilihat pada tabel 18.1.

Tabel 18.1. Keberadaan unsur-unsur gas mulia di udara

Gas Mulia	Lambang	Keberadaan (bpj volume)
Helium	He	5,24
Neon	Ne	18,2
Argon	Ar	9340
Kripton	Kr	1,14
Xenon	Xe	0.087
Radon	Rn	-

b. Sifat-sifat Gas Mulia

Unsur-unsur gas mulia merupakan gas yang *monoatomik, tidak berwarna, tidak berasa, tidak berbau, dan sedikit larut dalam air, kecuali helium dan neon bersifat tidak melarut dalam air*. Sifat-sifat yang lain dari unsur gas mulia dapat dilihat pada tabel 18.2.

Unsur-unsur gas mulia dikelompokkan ke dalam golongan VIIIA karena memiliki delapan elektron valensi (kecuali helium dua elektron valensi).

1. Dengan delapan elektron valensi maka gas mulia tidak berkecenderungan untuk menangkap atau melepaskan elektron (sudah stabil) sehingga tak ada satupun senyawa alami dari gas mulia.
2. Kestabilan gas mulia tersebut ditunjang pula oleh data energi ionisasi yang besar dan afinitas elektron yang kecil. Harga energi ionisasi yang besar berarti unsur-unsur sukar untuk melepaskan elektron, sedangkan afinitas elektron yang kecil berarti unsur-unsur tersebut kecil kecenderungannya untuk menangkap elektron.

Tabel 18.2. Beberapa data fisis gas mulia

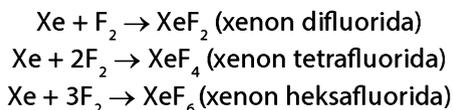
	He	He	He	He	He	He
Nomor atom	2	10	18	36	54	86
Massa atom	4	20	40	84	131	222
Konfigurasi elektron	1s ²	2s ² 2p ⁶	3s ² 3p ⁶	4s ² 4p ⁶	5s ² 5p ⁶	6s ² 6p ⁶
Jari-jari atom (A _o)	0,50	0,65	0,95	1,10	1,30	1,45
Energi ionisasi (kJ/mol)	2640	2080	1520	1350	1170	1040
Afinitas elektron (kJ/mol)	-48	-120	-96	-96	-77	-
Rapatan (g/L)	0,178	0,900	1,78	3,73	5,89	9,73
Titik leleh (°C)	-272,2	-248,6	-189,4	-157,2	-111,8	-71
Titik didih (°C)	-268,9	-246,0	-185,9	-153,4	-108,1	-62
Energi ikatan H-X (kJ/mol)	562	431	366	299	366	299
Titik leleh (°C)	-220	-101	-7	144	-7	144
Titik didih (°C)	-188	-35	59	184	59	184

Namun demikian, pada tahun 1962 Neil Bartlett, berhasil mensintesis senyawa xenon yang stabil yaitu XePtF₆. Keberhasilan ini tentu saja mendorong ahli kimia lainnya untuk mensintesis senyawa gas mulia yang lain. Akhirnya, berhasil disintesis senyawa-senyawa dari krypton, xenon, dan radon yang bersenyawa dengan unsur-unsur yang sangat elektronegatif, yaitu fluor dan oksigen. Sementara itu, helium, neon, dan argon sangat sukar bereaksi dan belum berhasil disintesis senyawa-senyawanya.

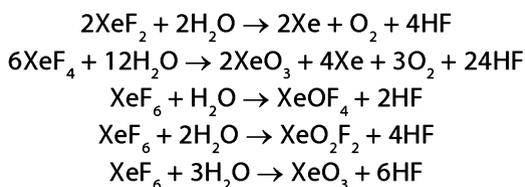
Dapat dikatakan bahwa *kereaktifan gas mulia bertambah besar dengan pertambahan jari-jari atom dari atas ke bawah dalam sistem periodik*. Dengan bertambahnya jari-jari atom maka daya tarik inti terhadap elektron kulit terluar berkurang sehingga elektron tersebut makin mudah ditarik oleh atom lain.

c. Senyawa-Senyawa Gas Mulia

Jika campuran gas xenon dan gas fluor berlebih dipanaskan sampai suhu 400°C pada tekanan 6 atm selama satu jam, maka terjadi reaksi sebagai berikut:



Adapun sifat-sifat fisis dari XeF_2 , XeF_4 , dan XeF_6 merupakan zat padat tak berwarna dengan titik lebur masing-masing 140°C , 114°C , dan 50°C . Sifat kimia ketiga senyawa tersebut adalah dapat mengalami reaksi hidrolisis menghasilkan HF dengan persamaan reaksi:



Meskipun xenon oktafluorida, XeF_8 tidak dikenal, namun xenon dapat memiliki bilangan oksidasi +8, yaitu pada XeO_2F_4 , XeO_3F_2 , dan XeO_4 . Di antara garam-garam xenon yang terpenting adalah natrium xenat (NaHXeO_4) dan natrium perxenat (Na_4XeO_6).

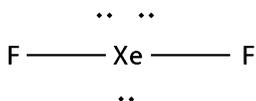
Kripton kurang reaktif dibandingkan dengan xenon, jika dicampurkan langsung dengan fluor hanya menghasilkan KrF_2 . Sedangkan radon karena bersifat radioaktif dengan waktu paruh empat hari, maka senyawa yang dibentuknya sangat terbatas.

1. Struktur Senyawa Xenon

Dalam pendugaan bentuk molekul dari senyawa xenon, yaitu XeF_2 , XeF_4 , dan XeF_6 dapat dilakukan pendekatan melalui teori tolakan pasangan elektron. Menurut teori tersebut bahwa geometri molekul dapat diramalkan berdasarkan adanya gaya tolak menolak elektrostatik pasangan-pasangan elektron pada kulit luar atom pusat. Oleh karena adanya gaya tolak menolak, maka pasangan-pasangan elektron tersebut akan mengambil susunan sedemikian rupa sehingga berada pada tingkat energi potensial yang terendah.

- **Xenon difluorida (XeF_2)**

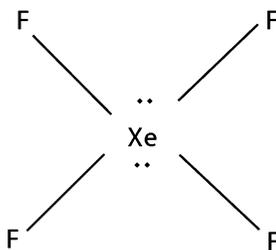
Bila kita menata elektron-elektron di sekitar Xe pada XeF_2 , maka akan didapatkan lima pasang elektron di sekitar Xe yang terdiri dari tiga pasang elektron bebas dan dua pasang elektron terikat. Menurut teori tolakan pasangan elektron, molekul XeF_2 bertipe AX_2E_3 yang berbentuk linier, seperti ditunjukkan pada gambar 18.1.



Gambar 18.1. Struktur molekul XeF_2 .

- **Xenon tetrafluorida (XeF_4)**

Pada penataan elektron pada XeF_4 terdapat enam pasang elektron di sekitar Xe yang terdiri dari dua pasang elektron bebas dan empat pasang elektron terikat. Menurut teori tolakan pasangan elektron, molekul XeF_4 bertipe AX_4E_2 yang berbentuk segiempat planar, seperti ditunjukkan pada gambar 18.2.

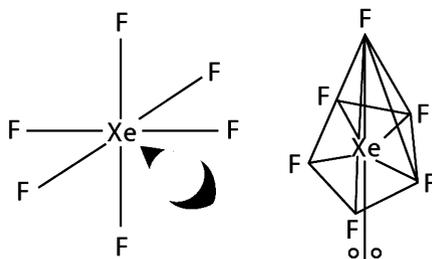


Gambar 18.2. Struktur molekul XeF_4

- **Xenon heksafluorida (XeF_6)**

Pada penataan elektron XeF_6 terdapat enam pasang elektron di sekitar Xe yang merupakan pasangan elektron terikat dan satu pasang elektron bebas. Sampai sekarang bentuk molekul

XeF_6 masih diperdebatkan, tetapi diduga bentuk molekulnya octahedral yang terdistorsi atau secara teori adalah segilima bipiramida.



Gambar 18.3. Struktur molekul XeF_6

d. Kegunaan Gas Mulia

1. Helium

- Helium digunakan untuk mengisi balon udara karena sifatnya yang ringan dan tidak mudah terbakar.
- Campuran 80 persen helium dan 20 persen oksigen digunakan pada tabung oksigen para penyelam di dalam air.
- Dalam bentuk cairannya helium digunakan sebagai zat pendingin (*refrigerant*) pada reaktor nuklir.
- Pada penyepuhan logam dan pada pembuatan kristal silikon dan germanium, gas helium digunakan untuk membentuk atmosfer yang inert agar tidak terjadi oksidasi.

2. Neon

- Gas neon digunakan sebagai pengisi lampu hias yang menghasilkan warna merah. Selain itu neon cair digunakan sebagai zat pendingin (*refrigerant*).

3. Argon

- Gas argon digunakan sebagai pengisi bola lampu listrik agar filamen kawat tungsten tidak mudah rusak karena sifat gas argon yang tidak bereaksi dengan tungsten yang panas.

- Gas argon digunakan untuk membentuk atmosfer yang inert untuk mencegah terjadinya reaksi oksidasi pada penyepuhan logam dan pada pembuatan kristal silikon dan germanium.
4. Krypton
 - Krypton digunakan bersama-sama dengan argon sebagai pengisi lampu fluoresensi (lampu tabung).
 - Krypton dipakai untuk menetapkan standar panjang satu meter yang didefinisikan sebagai 1.650.763,73 kali panjang gelombang garis ungu merah pada spektrum atom krypton.
 5. Xenon
 - Xenon yang mempunyai sifat anestetika (pamati rasa) digunakan sebagai pembius orang yang akan dibedah.
 6. Radon
 - Gas radon yang bersifat radioaktif digunakan dalam terapi radiasi bagi penderita kanker.

B. HALOGEN (GOLONGAN VIIA)

Dalam sistem periodik unsur-unsur halogen adalah unsur-unsur golongan VIIA. Nama halogen sendiri berkaitan dengan sifat unsur-unsur tersebut yang dapat bereaksi dengan unsur logam untuk membentuk garam. Golongan ini terdiri dari Fluorin (F), Klorin (Cl), Bromin (Br), Iodin (I), dan Astatin (At).

Golongan VIIA menunjukkan bahwa unsur-unsur ini memiliki tujuh elektron valensi dengan konfigurasi elektron kulit terluar $ns^2 np^5$. Konfigurasi elektron seperti ini memungkinkan unsur-unsur halogen bersifat reaktif, yakni cenderung menangkap satu elektron untuk membentuk ion bermuatan negatif satu.

a. Keberadaan di Alam

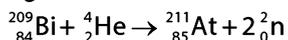
Keberadaan unsur-unsur halogen di alam dapat dilihat pada tabel 18.3. Pada tabel tersebut disajikan kelimpahan unsur fluorin, klorin, bromin, dan iodin pada kulit bumi dan air laut dalam satuan bpj (bagian per juta).

Tabel 18.3. Kelimpahan unsur-unsur halogen pada kulit bumi dan air laut

Unsur	Kelimpahan pada	
	Kulit bumi (bpj)	Air laut (bpj)
Fluorin	950	1,3
Klorin	130	18000
Bromin	0,37	65
Iodin	0,14	0,051

Oleh karena unsur-unsur halogen bersifat reaktif, maka unsur-unsur tersebut tidak dijumpai dalam keadaan bebas di alam.

1. Fluorin terdapat pada mineral fluorspar (CaF_2), kriolit (Na_3AlF_6), fluorapatit [$\text{CaF}_2 \cdot \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$].
2. Klorin terdapat dalam *rock salt* (NaCl), silvit (KCl), karnalit ($\text{MgCl}_2 \cdot \text{KCl} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), dan silvinit (KCl dan NaCl).
3. Bromin terdapat pada mineral bromo karnalit ($\text{MgBr}_2 \cdot \text{KBr} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$).
4. Iodin terdapat pada *kelp (varee)*, yakni sejenis abu yang diperoleh dari pembakaran kayu-kayu laut yang mengandung 1% I_2 sebagai senyawa iodida dari logam-logam alkali.
5. Sumber lainnya adalah caliche (NaNO_3) yang mengandung iodin dalam senyawaan natrium iodat.
6. Astatin merupakan unsur radioaktif yang mempunyai waktu paruh 3×10^{-4} detik sampai dengan 8,3 jam sehingga keberadaannya di alam sangat terbatas. Salah satu reaksi inti yang dapat menghasilkan astatin adalah:



b. Sifat-sifat halogen

Beberapa data sifat-sifat fisis unsur-unsur halogen dapat dilihat pada tabel di bawah ini. Berdasarkan data fisis unsur-unsur halogen, maka dapat dicatat beberapa sifat penting, yaitu:

1. Dalam bentuk unsur, halogen terdapat dalam molekul diatomik (X_2). Hal ini terjadi karena masing-masing atom halogen memperpasangkan satu elektron di kulit terluarnya untuk membentuk konfigurasi oktet.
2. Energi ikatan X_2 menurun dari Cl_2 sampai dengan I_2 yang berarti kestabilan ikatannya menurun dari Cl_2 sampai I_2 . Adapun energi ikatan F_2 yang relatif kecil (155 kJ/mol) menunjukkan kereaktifan molekul tersebut yang ikatannya cenderung mudah putus.

Tabel 18.4. Beberapa data fisis unsur-unsur halogen

Sifat	Fluorin	Klorin	Bromin	Iodin
Nomor atom	9	17	35	53
Konfigurasi elektron	[He] $2s^2 2p^5$	[Ne] $3s^2 3p^5$	[Ar] $3d^{10} 4s^2 4p^5$	[Kr] $4d^{10} 5s^2 5p^5$
Jari-jari kovalen (Å)	0,64	0,99	1,14	1,33
Jari-jari ion X^- (Å)	1,19	1,67	1,82	2,06
Energi ionisasi tingkat I (kJ/mol)	1681	1251	1140	1008
Afinitas elektron (kJ/mol)	-328	-349	-325	-295
Keelektronegatifan (Pauling)	4,0	3,0	2,8	2,5
Potensial reduksi standar, E° (volt)	2,87	1,36	1,06	0,54
Energi ikatan X-X (kJ/mol)	155	242	193	151
Energi ikatan H-X (kJ/mol)	562	431	366	299
Titik leleh ($^\circ\text{C}$)	-220	-101	-7	144
Titik didih ($^\circ\text{C}$)	-188	-35	59	184

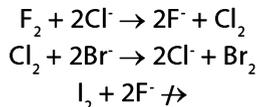
Molekul-molekul F_2 , Cl_2 , Br_2 , dan I_2 merupakan molekul-molekul yang bersifat nonpolar. Oleh karena itu, gaya tarik menarik antarmolekulnya merupakan gaya dispersi (gaya London).

Telah diketahui bahwa semakin besar massa molekul relatif (M_r), maka gaya dispersi antar molekul semakin kuat. Dengan demikian titik leleh dan titik didih dari fluorin sampai dengan iodin semakin rendah. F_2 dan Cl_2 berwujud gas, Br_2 berwujud cair, dan I_2 berwujud padat.

Keberadaan unsur-unsur halogen dapat dikenali dari bau dan warnanya. Unsur-unsur tersebut berbau merangsang, terutama brom (bromos = pesing) dan memiliki warna-warna yang khas.

1. Fluorin berwarna kuning muda.
2. Klorin berwarna kuning kehijau-hijauan.
3. Bromin berwarna coklat kemerah-merahan.
4. Iodin dalam keadaan padat berwarna hitam dan uapnya berwarna ungu.

Daya pengoksidasi (oksidator halogen) menurun dari atas ke bawah, dengan urutan $F_2 > Cl_2 > Br_2 > I_2$. Dengan keteraturan tersebut maka X_2 atas dapat mengoksidasi X' bawah. Perhatikan beberapa contoh berikut:



Sebaliknya, semakin ke bawah maka daya reduksi (reduktor) semakin kuat, dengan urutan $F^- < Cl^- < Br^- < I^-$.

Oleh karena masing-masing unsur halogen memiliki tujuh elektron valensi, maka diperlukan satu elektron lagi untuk memenuhi kaidah oktet. Hal ini dapat dicapai melalui ikatan ion bila unsur halogen bersenyawa dengan unsur logam dan ikatan kovalen bila unsur halogen bersenyawa dengan unsur non logam.

Semua halogen memiliki bilangan oksidasi -1. Oleh karena fluorin merupakan unsur yang paling elektronegatif, maka -1 adalah satu-satunya bilangan oksidasi yang dimilikinya.

Halogen yang lain dapat memiliki bilangan oksidasi +1 sampai dengan +7, bila berikatan dengan unsur yang lebih elektronegatif.

Contoh, pada Cl_2O bilangan oksidasi $\text{Cl} = +1$ dan bilangan oksidasi $\text{O} = -2$. Selain itu, klorin, bromin, dan iodin dapat membentuk senyawa-senyawa oksihalogen, sebagai berikut:

Tabel 18.5. Senyawa-senyawa oksihalogen

Ion oksihalogen	Nama	Biloks
XO^-	Hipohalit	+1
XO_2^-	Halit	+3
XO_3^-	Halat	+5
XO_4^-	Perhalat	+7

Kekuatan asam-asam oksihalogen mengikuti keteraturan sebagai berikut:

1. Semakin banyak atom oksigen, maka asam tersebut semakin kuat. Contoh: $\text{HClO} < \text{HClO}_2 < \text{HClO}_3 < \text{HClO}_4$.
2. Untuk jumlah atom oksigen yang sama, maka semakin elektronegatif unsur halogennya, maka asam tersebut semakin kuat. Contoh: $\text{HClO} > \text{HBrO} > \text{HIO}$.

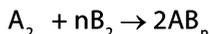
Antarunsur halogen dapat membentuk senyawa. Ada empat tipe senyawa antarhalogen, yaitu:

1. Tipe AB , contoh: ClF , BrF , BrCl , dan IBr .
2. Tipe AB_3 , contoh: ClF_3 , BrF_3 , dan ICl_3 .
3. Tipe AB_5 , contoh: BrF_5 , dan IF_5 .
4. Tipe AB_7 , contoh IF_7 .

Catatan: A = halogen yang kurang elektronegatif.

B = halogen yang lebih elektronegatif.

Keempat tipe senyawa antar halogen tersebut terbentuk melalui persamaan reaksi umum sebagai berikut:



Dengan: $n = 1, 3, 5$ dan 7 .

B_2 = unsur halogen yang lebih elektronegatif.

Klorin, bromin dan iodin dapat bereaksi dengan basa dan mengalami reaksi disproporsionasi (auto-redoks). Contoh:

1. Pada suhu kamar:

$$\text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{NaOH}(\text{aq}) \rightarrow \text{NaCl}(\text{aq}) + \text{NaClO}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$$
2. Bila larutan NaOH dipanaskan:

$$\text{Cl}_2(\text{g}) + 6\text{NaOH}(\text{aq}) \rightarrow 5\text{NaCl}(\text{aq}) + \text{NaClO}_3(\text{aq}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{l})$$
 Halogen dapat membentuk asam-asam halida (HX), yaitu HF, HCl, HBr, dan HI dengan sifat-sifat sebagai berikut:
 1. Asam-asam halida tersebut mudah mengembun bersama uap air sehingga asam tersebut berasap di udara.
 2. Asam-asam halida merupakan reduktor dengan urutan kekuatan:

$$\text{HF} < \text{HCl} < \text{HBr} < \text{HI}$$
 3. Asam-asam halida bersifat reaktif dengan urutan kereaktifan:

$$\text{HI} < \text{HBr} < \text{HCl} < \text{HF}$$
 4. Di antara asam halida tersebut HF merupakan asam lemah dan yang lainnya merupakan asam kuat. Urutan kekuatan asam:

$$\text{HF} < \text{HCl} < \text{HBr} < \text{HI}$$
 5. Urutan kenaikan titik didih asam-asam tersebut adalah:

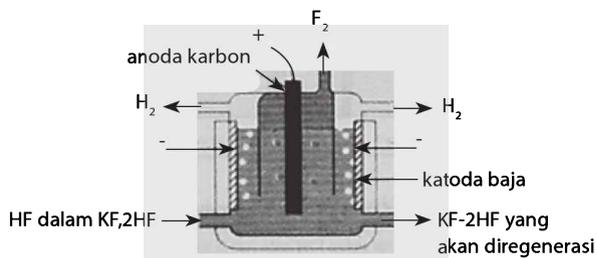
$$\text{HCl} < \text{HBr} < \text{HI} < \text{HF}$$
 HF memiliki titik didih tertinggi karena antar molekul HF terdapat ikatan hidrogen.

c. Pembuatan halogen

1. Fluorin
 Fluorin dibuat dengan cara elektrolisis campuran kalium hidrogen fluorida KHF_2 dengan HF cair dan tak berair di dalam wadah baja sebagai katoda dan batang karbon sebagai anoda. Reaksi yang terjadi adalah:

$$\text{KHF}_2 \rightarrow \text{KF} + \text{HF}_2^-$$

$$\text{HF}_2^- \rightarrow \text{H}^+ + 2\text{F}^-$$
 Katoda: $2\text{H}^+ + 2\text{e} \rightarrow \text{H}_2(\text{g})$
 Anoda: $2\text{F}^- \rightarrow \text{F}_2(\text{g}) + 2\text{e}$
 Bagan sel elektrolisis KHF_2 dengan HF cair dan tak berair ditunjukkan pada gambar berikut:



Gambar 18.4. Bagan sel elektrolisis KHF_2 dalam HF cair dan tak berair.

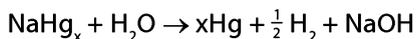
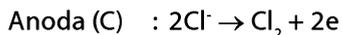
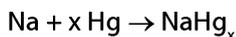
2. Fluorin

Secara komersial klorin dibuat melalui elektrolisis larutan NaCl pekat yang dilakukan dengan dua cara, yaitu dalam sel merkuri dan sel diafragma. Penggunaan larutan NaCl yang pekat adalah untuk mencegah terjadinya gas oksigen di anoda.

• Sel Merkuri

⇔ Pada sel ini digunakan merkuri cair sebagai katoda dan batang karbon sebagai anoda. Dalam sel ini merkuri dibuat mengalir dan larutan Na dalam merkuri yang membentuk amalgam NaHg_x selanjutnya direaksikan dengan air untuk menghasilkan NaOH dan H_2 .

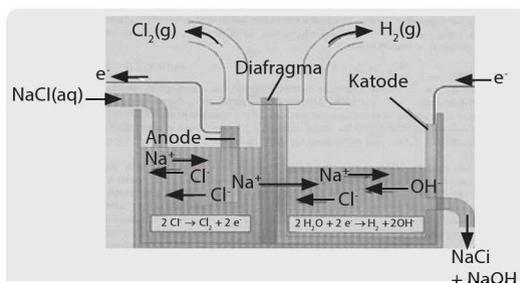
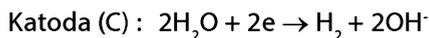
⇔ Reaksi yang terjadi selama elektrolisis adalah:



• Sel diafragma

⇔ Pada sel diafragma katoda dan anoda terbuat dari batang karbon. Ruangan anoda dan katoda dipisahkan oleh diafragma yang berporus, yaitu diafragma asbes.

⇔ Reaksi-reaksi yang terjadi pada masing-masing elektroda adalah:



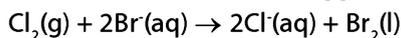
Gambar 18.5. Sel diafragma.

Pembuatan klorin di laboratorium dapat dilakukan melalui reaksi-reaksi berikut:

- $\text{MnO}_2(\text{s}) + 4\text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{MnCl}_2(\text{aq}) + \text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$
- $2\text{KMnO}_4(\text{aq}) + 16\text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow 2\text{MnCl}_2(\text{aq}) + 2\text{KCl}(\text{aq}) + 5\text{Cl}_2(\text{g}) + 8\text{H}_2\text{O}(\text{l})$
- $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7(\text{aq}) + 14\text{HCl} \rightarrow 2\text{CrCl}_3(\text{aq}) + 2\text{NaCl}(\text{aq}) + 3\text{Cl}_2(\text{g}) + 7\text{H}_2\text{O}(\text{l})$

3. Bromin

Secara industri bromin dibuat dengan cara mengoksidasi ion Br^- dalam air laut dengan gas klor. Mula-mula air laut diasamkan sampai pH 3,5 dengan tujuan untuk mencegah terjadinya reaksi hidrolisis terhadap Br_2 . Selanjutnya campuran udara dan Cl_2 dialirkan melalui larutan tersebut hingga terjadi reaksi:

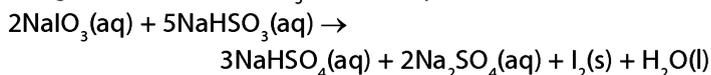


Pembuatan bromin di laboratorium dapat dilakukan melalui reaksi-reaksi berikut:

- $\text{MnO}_2(\text{s}) + 4\text{HBr}(\text{aq}) \rightarrow \text{MnBr}_2(\text{aq}) + \text{Br}_2(\text{l}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$
- $2\text{KMnO}_4(\text{aq}) + 16\text{HBr}(\text{aq}) \rightarrow 2\text{MnBr}_2(\text{aq}) + 2\text{KBr}(\text{aq}) + 5\text{Br}_2(\text{l}) + 8\text{H}_2\text{O}(\text{l})$

4. Iodin

Dalam skala industri iodin dibuat dengan cara mereduksi NaIO_3 dengan reduktor NaHSO_3 , menurut persamaan reaksi:



d. Penggunaan halogen

1. Fluorin dan senyawa fluorin

- Fluorin digunakan untuk membuat polimer teflon (politetra fluoro etena) yang memiliki monomer CF_2CF_2 . Teflon merupakan polimer yang tahan terhadap bahan kimia dan digunakan sebagai isolator listrik.
- Gas freon (CF_2Cl_2) digunakan sebagai cairan pendingin (*refrigerant*) pada lemari es dan AC (*Air Conditioner*). Juga digunakan sebagai gas pendorong pada bahan-bahan semprot.
- Natrium fluorida (NaF) digunakan sebagai bahan pengawet kayu yang dapat mencegah kerusakan kayu dari serangan serangga.
- Asam fluorida (HF) digunakan untuk mengukir (mengetsa) kaca melalui reaksi:



2. Klorin dan senyawa klorin

- Klorin digunakan untuk membuat monomer vinil klorida, CH_2CHCl yang merupakan monomer dari poli vinil klorida sebagai bahan paralon.
- Dikloro Difenil Trikloroetana (DDT) digunakan sebagai insektisida.
- Natrium hipoklorit (NaClO) digunakan sebagai bahan pemutih.
- Kloroform (CHCl_3) digunakan sebagai pelarut senyawa-senyawa nonpolar dan sebagai obat bius pada proses pembedahan.

3. Bromin dan senyawa bromin
 - Etilen bromida ($C_2H_4Br_2$) digunakan sebagai aditif pada bensin untuk mengikat Pb dalam bentuk $PbBr_2$ sehingga Pb tidak mengendap di dalam silinder.
 - Perak bromida ($AgBr$) digunakan pada film fotografi karena $AgBr$ bersifat sensitif terhadap cahaya. Pada proses penyinaran $AgBr$ terurai menjadi Ag yang dapat menghitamkan film dan Br_2 .

$$2AgBr(s) \rightarrow 2Ag(s) + Br_2(l)$$
 - Natrium bromida ($NaBr$) dalam dunia kedokteran digunakan sebagai obat penenang syaraf.
 - Metil bromida (CH_3Br) digunakan sebagai zat pemadam kebakaran.

4. Iodin dan senyawa iodin
 - Larutan iodin dalam alkohol digunakan sebagai antiseptik pada luka.
 - Natrium iodida (NaI) yang dicampurkan pada garam dapur berguna untuk menghindari penyakit gondok.
 - Iodoform (CHI_3) berguna sebagai desinfektan.
 - Perak iodida (AgI) digunakan bersama-sama dengan perak bromida ($AgBr$) dalam bidang film fotografi.

CONTOH SOAL DAN PEMBAHASAN

1. Berapa gram gas xenon yang terkandung dalam 2,2 kg xenon heksafluoro platinat ($XePtF_6$)! (A_r Pt = 195, Xe = 131, F = 19)

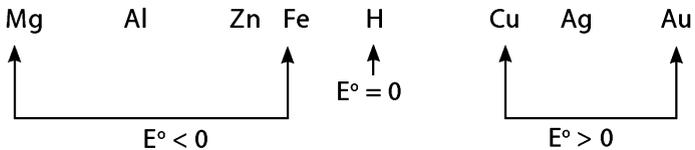
Pembahasan:

$$M_r XePtF_6 = 131 + 195 + 6(19) = 440$$

$$\text{Massa Xe} = \frac{A_r Xe}{M_r XePtF_6} \times \text{Massa } XePtF_6$$

Jawaban: B (1, 3)

Sifat korosif HCl terjadi pada logam yang memiliki $E^\circ < 0$, yaitu logam yang terletak sebelah kiri deret Volta.



5. Di antara asam oksihalogen di bawah ini yang akan memberikan jumlah proton paling sedikit jika dilarutkan dalam air dengan konsentrasi yang sama adalah
- A. HBrO_4
 - B. HBrO_3
 - C. HBrO_2
 - D. HBrO
 - E. Semua sama karena merupakan asam monobasis

Jawaban: D

Dalam asam-asam oksidasi dengan unsur halogen sama, makin banyak jumlah atom oksigen maka sifat asam makin kuat (makin banyak proton yang dilepas).

6. Di antara senyawa haloalkana berikut:
- (1) CCl_4
 - (2) CCl_2F_2
 - (3) CHI_3
 - (4) CF_3CHBrCl
 - (5) $(-\text{C}_2\text{F}_4)_n$

Pasangan senyawa haloalkana yang berguna sebagai obat bius dan anti lengket adalah

- A. 1 dan 2
- B. 2 dan 3
- C. 2 dan 4
- D. 3 dan 4
- E. 4 dan 5

Jawaban: E

- (1) $\text{CCl}_4 \Rightarrow$ zat yang digunakan pada *dry-clean*
- (2) $\text{CCl}_2\text{F}_2 \Rightarrow$ zat refrigeran, aerosol, AC, foam
- (3) $\text{CHI}_3 \Rightarrow$ zat antiseptik untuk mengobati luka
- (4) $\text{CF}_3\text{CHBrCl} \Rightarrow$ halotan (zat anestesi)
- (5) $(-\text{C}_2\text{F}_4)_n \Rightarrow$ monomer dari polimer teflon (bahan anti lengket)

LATIHAN SOAL 18

1. Susunan elektron yang merupakan susunan elektron gas mulia adalah
 - A. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$
 - B. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$
 - C. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2$
 - D. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^1 4s^2$
 - E. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6$
2. Pernyataan yang *tidak benar* dari unsur-unsur gas mulia adalah
 - A. sukar bereaksi dengan unsur lain, *kecuali* xenon
 - B. memiliki 8 elektron valensi, *kecuali* helium
 - C. kelimpahan argon terbanyak di udara
 - D. radon dapat diperoleh dari penyulingan udara cair
 - E. bersifat monoatomik, tidak berwarna, tidak berasa, dan tidak berbau
3. Pasangan unsur gas mulia berikut yang senyawanya telah dapat disintesis adalah

A. neon dan xenon	D. argon dan kripton
B. helium dan argon	E. neon dan radon
C. xenon dan kripton	
4. Sifat gas mulia di bawah ini yang cenderung berkurang dengan naiknya nomor atom adalah

- A. titik didih
B. volume atom
C. energi ionisasi
- D. titik leleh
E. kerapatan
5. Di antara unsur gas mulia berikut yang memiliki kerapatan terbesar adalah
- A. Ar
B. Ne
C. Kr
- D. Xe
E. He
6. Di antara unsur gas mulia berikut yang memiliki titik didih terendah adalah
- A. He
B. Ar
C. Ne
- D. Kr
E. Xe
7. Gas mulia yang diperoleh dari reaksi peluruhan radioaktif adalah
- A. Ar
B. Xe
C. Ne
- D. Rn
E. He
8. Unsur-unsur gas mulia mudah berikatan kimia dengan
- A. F
B. O
C. F dan O
- D. F dan S
E. Semua unsur
9. Xenon adalah unsur gas mulia yang paling banyak membentuk senyawa karena
- A. memiliki energi ionisasi yang rendah
B. memiliki energi ionisasi yang tinggi
C. afinitas elektron sama dengan nol
D. keelektronegatifan sama dengan nol
E. keberadaannya terbanyak di atmosfer
10. Dalam molekul XeF_2 , Xe mengalami hibridisasi
- A. sp^3d^2
B. sp^3d
C. sp^2
- D. sp^3
E. sp^3d^3

11. Bentuk molekul XeF_4 adalah
- A. oktahedral
B. segitiga datar
C. segiempat datar
D. linier
E. pentagonal bipiramidal
12. Kegunaan gas mulia dalam kehidupan sehari-hari cukup banyak, misalnya xenon digunakan untuk
- A. pemati rasa pada pembedahan
B. terapi penyakit kanker
C. campuran dengan nitrogen untuk menyelam
D. atmosfer inert pada waktu mengelas logam (mencegah perkaratan)
E. pengisi balon pada alat transportasi udara
13. Sebanyak 100 gram suatu senyawa yang terdiri dari unsur Xe dan F yang mengandung 77,5 gram Xenon. Jika $A_r \text{Xe} = 131$ dan $A_r \text{F} = 19$, maka rumus senyawa tersebut adalah
- A. XeF_6
B. XeF_5
C. XeF_4
D. XeF_3
E. XeF_2
14. Diantara sifat-sifat di bawah ini yang *bukan* sifat unsur halogen adalah
- A. mempunyai keelektronegatifan yang lebih besar dari golongan lain
B. dapat membentuk garam dengan semua unsur logam
C. dalam keadaan bebas membentuk molekul diatomik
D. mempunyai energi ionisasi yang sangat rendah
E. titik didih makin besar dengan bertambahnya nomor atom
15. Unsur halogen yang paling elektronegatif adalah
- A. F
B. Cl
C. Br
D. I
E. At

16. Unsur halogen yang memiliki afinitas elektron terbesar adalah
- A. F
B. Cl
C. Br
D. I
E. At
17. Pernyataan yang *benar* mengenai kekuatan asam golongan halogen di bawah ini adalah
- A. $\text{HF} > \text{HCl}$
B. $\text{HBr} > \text{HI}$
C. $\text{HIO} > \text{HClO}$
D. $\text{HBrO} > \text{HOBrO}_2$
E. $\text{HOClO}_2 > \text{HOClO}$
18. Titik didih larutan asam halida yang makin menurun adalah
- A. $\text{HF} \rightarrow \text{HCl} \rightarrow \text{HBr} \rightarrow \text{HI}$
B. $\text{HF} \rightarrow \text{HBr} \rightarrow \text{HCl} \rightarrow \text{HI}$
C. $\text{HF} \rightarrow \text{HI} \rightarrow \text{HBr} \rightarrow \text{HCl}$
D. $\text{HCl} \rightarrow \text{HBr} \rightarrow \text{HI} \rightarrow \text{HF}$
E. $\text{HCl} \rightarrow \text{HI} \rightarrow \text{HBr} \rightarrow \text{HF}$
19. Diantara reaksi berikut yang dapat berlangsung adalah
- A. $\text{Cl}_2 + \text{KBr}$
B. $\text{I}_2 + \text{KCl}$
C. $\text{Br}_2 + \text{KF}$
D. $\text{Cl}_2 + \text{KF}$
E. $\text{I}_2 + \text{KBr}$
20. Semua pernyataan tentang hidrogen halida di bawah ini benar, *kecuali*
- A. kekuatan asam $\text{HI} > \text{HBr} > \text{HCl} > \text{HF}$
B. HBr dapat dibuat dengan mereaksikan PBr_3 dengan air
C. Energi ikatan bertambah dari HI ke HF
D. HI dapat dibuat dari reaksi KI dengan H_2SO_4 pekat
E. HF merupakan asam lemah
21. Untuk menentukan kadar air brom, maka 25 ml larutan ini dimasukkan ke dalam larutan KI berlebihan, kemudian dititrasi dengan larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1 M sebanyak 40 ml. Reaksi yang terjadi:
- $$\text{Br}_2(\text{aq}) + 2\text{I}^-(\text{aq}) \rightarrow 2\text{Br}^-(\text{aq}) + \text{I}_2(\text{s})$$
- $$\text{I}_2(\text{s}) + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-}(\text{aq}) \rightarrow 2\text{I}^-(\text{aq}) + \text{S}_4\text{O}_6^{2-}(\text{aq})$$
- Jika $A_r \text{ Br} = 80$, maka kadar brom dalam gram/Liter adalah ($A_r \text{ Br} = 80$)

- A. 3,2
B. 6,4
C. 12,8
D. 19,2
E. 25,6

22. Unsur fluor diperoleh melalui elektrolisis KHF_2 cair berdasarkan reaksi: $\text{HF}_2^- \rightarrow \frac{1}{2} \text{F}_2 + \text{HF} + \text{e}$
Jika kuat arus yang masuk 20 ampere selama 1930 detik, maka volume gas fluor yang diperoleh pada STP adalah

- A. 4,48 liter
B. 3,36 liter
C. 2,24 liter
D. 1,12 liter
E. 0,56 liter

23. Diantara ion-ion berikut yang *tidak* dapat mengalami reaksi disproporsionasi adalah

- A. ClO_4^-
B. ClO_3^-
C. ClO_2^-
D. ClO^-
E. Salah semua

24. Pernyataan yang *benar* tentang unsur-unsur halogen adalah

- A. I_2 adalah zat padat yang mudah menyublim
B. Cl_2 bersifat tidak larut dalam air
C. Br_2 bersifat lebih reaktif daripada Cl_2
D. Cl_2 adalah oksidator terkuat
E. semua unsur halogen berwujud padat pada suhu kamar

25. Di antara pernyataan berikut yang *tidak benar* tentang halogen adalah

- A. unsur yang paling reaktif adalah fluor
B. oksidator terkuat adalah iod
C. unsur yang paling elektronegatif adalah fluor
D. unsur yang berwujud cair pada suhu kamar adalah brom
E. reduktor terkuat adalah I^-

26. Diantara hidrogen halida berikut yang berwujud cair pada suhu kamar adalah
- A. HF
B. HCl
C. HBr
D. HI
E. semuanya
27. Diantara reaksi berikut yang *tidak* dapat digunakan untuk membuat asam halida adalah
- A. $2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{pekat}) \rightarrow 2\text{HCl} + 2\text{NaHSO}_4$
B. $\text{NaHSO}_4 + \text{NaCl} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{HCl}$
C. $2\text{KBr} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{pekat}) \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{HBr}$
D. $\text{CaF}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{pekat}) \rightarrow \text{CaSO}_4 + 2\text{HF}$
E. $\text{H}_3\text{PO}_4 + 3\text{KBr} \rightarrow \text{K}_3\text{PO}_4 + 3\text{HBr}$
28. Di antara asam oksida berikut yang terkuat adalah
- A. $\text{ClO}_3(\text{OH})$
B. $\text{ClO}_2(\text{OH})$
C. $\text{SO}(\text{OH})_2$
D. $\text{SO}_2(\text{OH})_2$
E. $\text{PO}(\text{OH})_3$
29. Hidrogen fluorida berupa cairan, berbeda dengan hidrogen halida lainnya karena
- A. ukuran atom fluor yang kecil
B. HF merupakan asam terlemah diantara asam halida
C. antar molekul HF terdapat ikatan hidrogen
D. F_2 merupakan unsur yang sangat reaktif
E. F_2 merupakan oksidator terkuat
30. Di antara asam oksida berikut yang terkuat adalah
- A. HClO
B. HBrO
C. HIO
D. HClO_2
E. HBr



Kimia (bahasa Arab: kimiya atau bahasa Yunani: khemeia, "perubahan benda/zat") adalah ilmu tentang komposisi, struktur, dan sifat zat atau materi.

UNSUR PERIODE KETIGA

19

Periode ketiga ditempati oleh delapan unsur yaitu $_{11}\text{Na}$, $_{12}\text{Mg}$, $_{13}\text{Al}$, $_{14}\text{Si}$, $_{15}\text{P}$, $_{16}\text{S}$, $_{17}\text{Cl}$, $_{18}\text{Ar}$. Dalam bab ini akan sedikit dibahas sifat-sifat, senyawa-senyawa yang dapat dibentuk, pengolahan serta penggunaan unsur-unsur periode ketiga.

A. SIFAT-SIFAT UNSUR PERIODE KETIGA

a. Sifat atomik

Sifat atomik adalah sifat yang berhubungan dengan struktur atom yang mencakup jari-jari, energi ionisasi, oksidator/reduktor, logam/nonlogam, dan asam/basa.

Tabel 19.1. Sifat-sifat unsur periode ketiga

Unsur/sifat	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
Nomor atom	11	12	13	14	15	16	17	18
Elektron valensi	$3s^1$	$3s^2$	$3s^2 3p^1$	$3s^2 3p^2$	$3s^2 3p^3$	$3s^2 3p^4$	$3s^2 3p^5$	$3s^2 3p^6$
Jari-jari atom ($^{\circ}\text{A}$)	1,90	1,60	1,43	1,11	1,06	1,02	0,99	0,94
Energi ionisasi (kJ/mol)	495,9	738,1	577,9	786,3	1012	999,5	1251	1521

Keelektro negatifan	0,9	1,2	1,5	1,8	2,1	2,5	3,0	-
Titik leleh (°C)	97,8	650	660	1410	44,2	119	-101	-189,4
Titik didih (°C)	892	1170	2450	2680	280	445	-34,7	-185,8

b. Jari-jari atom

Unsur-unsur yang berada dalam satu periode menunjukkan unsur-unsur tersebut elektron terluarnya terletak pada kulit yang sama. Jari-jari atom adalah jarak dari inti sampai dengan elektron terluar. Oleh karena itu jari-jari atom dalam satu periode tidak ditentukan oleh jumlah elektron pada kulit terluar, tetapi ditentukan oleh tarikan inti atom dan banyaknya kulit yang diisi oleh suatu atom. Jumlah elektron yang dimiliki oleh atom-atom yang berada dalam satu periode tidak begitu mempengaruhi jari-jari atom. Hal ini dikarenakan elektron terluar pada atom-atom tersebut berada pada kulit yang sama, sehingga dalam satu periode yang berpengaruh adalah efek tarikan dari inti.

Pada periode ketiga dari Na sampai Ar (masing-masing memiliki jumlah kulit yang sama) terjadi kenaikan nomor atom, yang berarti jumlah proton di inti semakin bertambah, sehingga tarikan inti akan bertambah besar dan berakibat elektron terluar dari atom lebih dekat ke inti dengan kata lain jari-jarinya semakin kecil.

Urutan jari-jari pada unsur-unsur periode tiga:



c. Energi ionisasi

Energi ionisasi adalah energi yang dibutuhkan untuk melepaskan satu elektron terluar. Dengan berkurangnya jari-jari natrium hingga argon, maka jarak elektron terluar ke inti atom akan berkurang. Akibatnya elektron terluar semakin sulit untuk dilepas dan untuk melepaskannya dibutuhkan energi yang lebih besar.

Oleh sebab itu, energi ionisasi dari natrium hingga argon cenderung bertambah. Akan tetapi, terjadi penyimpangan yang mana energi ionisasi dari Mg lebih besar dari pada Al dan energi

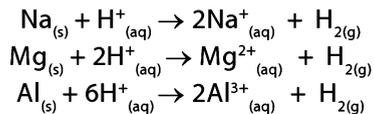
ionisasi P lebih besar dari pada S. Hal ini disebabkan magnesium memiliki konfigurasi yang seluruh orbitalnya terisi penuh (keadaan yang stabil). Fosfor memiliki energi ionisasi yang lebih besar daripada belerang karena pada konfigurasi dari atom fosfor memiliki subkulit p ($l = 1$) yang terisi setengah penuh ($3p^3$) di mana seperti kita ketahui bahwa keadaan setengah penuh akan mengalami kestabilan.

Urutan energi ionisasi:



d. Logam dan nonlogam

Natrium, magnesium, dan aluminium merupakan unsur-unsur logam karena dapat menghantarkan listrik dan panas dengan baik. Umumnya logam-logam yang aktif dapat larut dalam asam-asam non oksidator membentuk kation dan gas.



Silikon bersifat metaloid yang artinya zat peralihan antara logam dan nonlogam. Unsur ini merupakan suatu bahan semikonduktor, sedangkan fosfor, belerang, dan klorin merupakan unsur-unsur nonlogam dan tidak dapat menghantarkan listrik. Dengan demikian, urutan sifat logam cenderung berkurang dari kiri kanan.

e. Reduktor dan oksidator

Dalam suatu reaksi redoks zat-zat reduktor akan melepaskan elektron sedangkan zat-zat oksidator akan mengambil elektron. Unsur-unsur logam memiliki kemampuan untuk membentuk ion positif (kation), di mana ketika membentuk kation tersebut unsur logam akan melepaskan elektron. Contoh: $\text{Na} \rightarrow \text{Na}^+ + e^-$

Unsur-unsur non logam memiliki kemampuan untuk membentuk anion (-ida) dan dalam pembentukannya akan menangkap atau mengambil elektron. Contoh: $\text{Cl} + e^- \rightarrow \text{Cl}^-$

Dari uraian di atas, dapat disimpulkan bahwa unsur logam merupakan reduktor yang baik sedangkan unsur nonlogam merupakan oksidator yang baik. Oleh sebab itu, urutan reduktor

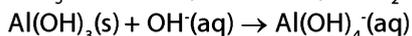
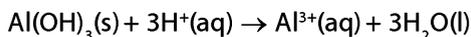
dari natrium sampai klorin cenderung berkurang sedangkan urutan oksidator cenderung bertambah.

f. Asam dan Basa

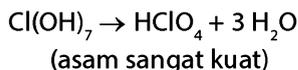
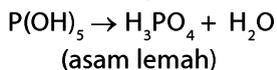
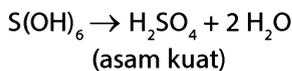
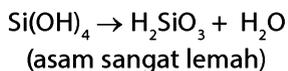
Berdasarkan teori Arrhenius bahwa senyawa basa adalah senyawa yang dapat melepaskan ion OH^- dalam air. Secara umum senyawa basa dinyatakan sebagai $\text{M}(\text{OH})_x$ dengan x adalah bilangan oksidasi maksimum dari suatu atom, contohnya: NaOH , $\text{Mg}(\text{OH})_2$, $\text{Al}(\text{OH})_3$, $\text{Si}(\text{OH})_4$, $\text{P}(\text{OH})_5$, $\text{S}(\text{OH})_6$, $\text{Cl}(\text{OH})_7$.

Kekuatan basa ditentukan oleh kemudahan suatu senyawa untuk melepaskan ion OH^- dan kekuatan tersebut dipengaruhi oleh jari-jari atom yang mengikat OH^- tersebut.

1. Jika jari-jari atom semakin kecil maka ikatan antara atom dengan OH^- akan semakin pendek sehingga sulit untuk melepaskan OH^- .
2. Jari-jari atom dari Na ke Cl cenderung berkurang, akibatnya sifat basa berkurang dari Na ke Cl.
 - NaOH merupakan basa kuat dan mudah larut dalam air, $\text{Mg}(\text{OH})_2$ merupakan basa lemah dan sukar larut dalam air, sedangkan $\text{Al}(\text{OH})_3$ memiliki sifat *amfoter* karena dapat larut dalam larutan asam dan basa.



3. $\text{Si}(\text{OH})_4$, $\text{P}(\text{OH})_5$, $\text{S}(\text{OH})_6$, dan $\text{Cl}(\text{OH})_7$ merupakan hidroksida yang tidak stabil dan akan cenderung membentuk asam.



- Sifat asam dari Na ke Cl bertambah sedangkan sifat basanya berkurang.

g. Sifat fisis

Sifat-sifat fisis tidak bergantung pada struktur atom atau kereaktifan kimia suatu atom. Diantara sifat fisis adalah titik leleh dan kerapatan.

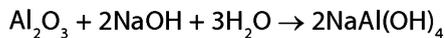
1. Seperti yang telah dibahas sebelumnya, sifat logam dari Na ke Al cenderung menurun tetapi kerapatan dari Na ke Al justru meningkat. Hal ini dapat dijelaskan karena dari Na ke Al mengalami penambahan elektron valensi. Akibatnya semakin banyak aliran elektron untuk membentuk suatu ikatan logam sehingga ikatan logam dari Na ke Al bertambah kuat dan titik lelehnya meningkat.
2. Di antara delapan unsur-unsur perioda tiga, yang memiliki kerapatan dan titik leleh terbesar adalah Si. Silikon dapat membentuk struktur raksasa tiga dimensi yang mana satu atom Si dapat berikatan dengan empat atom Si lainnya secara kovalen.

B. PENGOLAHAN DAN KEGUNAAN UNSUR-UNSUR PERIODE KETIGA

Pada kali ini akan dibahas pengolahan dan kegunaan dari Al, Si, S, dan P.

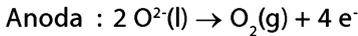
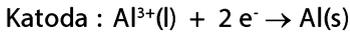
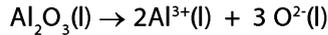
a. Aluminium (Al)

Aluminium merupakan salah satu unsur terbesar pembentuk kerak bumi bersama silikon dan oksigen (aluminium silikat). Mineral yang cukup penting dalam pengolahan Al adalah bauksit ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) dan kriolit (Na_3AlF_6). Untuk mendapatkan logam Al maka bauksit yang didapat dilarutkan dalam larutan NaOH. Hal ini bertujuan untuk memisahkan Al_2O_3 dari pengotor dalam bauksit. Hal ini terjadi karena pengotor bersifat tidak melarut dalam NaOH lalu pengotor tersebut dapat disaring. Tahap ini biasa disebut dengan proses Bayer.



Larutan aluminium yang telah murni diendapkan kembali dengan gas CO_2 lalu dipanaskan sehingga terbentuk Al_2O_3 yang murni. Kemudian Al_2O_3 yang murni dielektrolisis dalam bentuk lelehan dan biasanya dicampur dengan lelehan kriolit yang berfungsi untuk menurunkan titik leleh dari Al_2O_3 . Elektroda yang

digunakan adalah grafit dan aluminium terendapkan di katoda. Tahap elektrolisis ini dikenal dengan proses Hall.

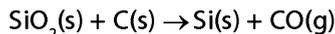


Aluminium sering digunakan sebagai logam pelindung terhadap karat karena dapat membentuk Al_2O_3 yang bertindak sebagai lapisan pelindung. Sifat aluminium yang kuat dan ringan juga dimanfaatkan untuk membuat badan pesawat, alat-alat/perkakas rumah tangga, dan sebagainya. Dalam bentuk senyawa, aluminium juga memiliki kegunaan antara lain tawas ($\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$) untuk mengadsorpsi kotoran dalam air dan pembuatan kertas.

b. Silikon (Si)

Silikon dapat ditemukan dalam bentuk senyawa silikat (campuran beberapa oksida logam) dan silika/kuarsa (SiO_2). Mineral yang paling mudah diolah adalah kuarsa dibandingkan silikat, karena sudah tidak mengandung oksida-oksida logam lain (Al_2O_3 , K_2O) sehingga tidak perlu proses yang panjang untuk memisahkan dari pengotor-pengotor.

Silikon murni dapat dibuat dengan reduksi silika dengan karbon pada suhu di atas 3000°C .



Silikon sering digunakan dalam proses pembuatan transistor dan chip komputer.

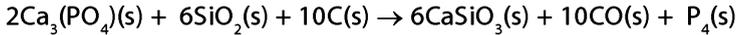
c. Fosfor (P)

Molekul fosfor dalam keadaan bebas berupa P_4 . Pada suhu biasa fosfor mempunyai beberapa bentuk alotrof, yang terpenting adalah fosfor putih dan fosfor merah. Fosfor putih memiliki titik leleh yang lebih rendah daripada fosfor merah serta memiliki sifat toksik dan kereaktifan yang lebih besar daripada fosfor merah.

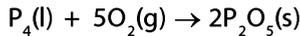
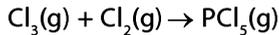
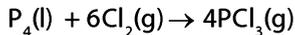
Selain fosfor putih dan merah, juga terdapat fosfor hitam yang dibuat dengan memanaskan fosfor putih pada tekanan tinggi. Fosfor hitam tidak stabil dan bisa berubah menjadi fosfor merah.



Mineral yang terpenting dalam pengolahan fosfor adalah batuan fosfat atau fluorapatit ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaF}_2$). Unsur fosfor diproduksi dari bahan fosfat yang dipanaskan dengan silika dan kokas dalam tanur listrik.

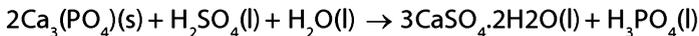


Senyawa fosfor yang penting adalah senyawa-senyawa fosfor halogen dan fosfor oksida, antara lain adalah PCl_3 , PCl_5 , P_2O_5 .

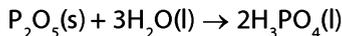


PCl_3 dapat bereaksi dengan oksigen menghasilkan fosforil klorida (POCl_3) yang digunakan sebagai komponen dalam zat pemadam api

Senyawa yang penting lainnya adalah asam fosfat (H_3PO_4) yang dibuat dengan cara mereaksikan batu fosfat dengan asam sulfat.



Selain itu, asam fosfat dapat dibuat dari P_2O_5 yang dilarutkan dalam air.



Garam-garam fosfat dengan sulfat biasanya sering digunakan untuk pupuk super fosfat $\text{Ca}(\text{H}_2(\text{PO}_4)_2$ dan CaSO_4) yang dibuat dari batu fosfat dengan H_2SO_4 pekat.

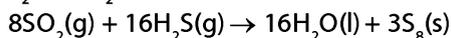


Untuk menghasilkan $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ yang lebih banyak maka batu fosfat dicampur dengan asam fosfat pekat dan akan membentuk pupuk TSP (*Triple Super Phosphat*).

d. Belerang (S)

Belerang terdapat dalam dua bentuk *alotrop* yaitu belerang rombik (berwarna kuning, titik leleh $112,8^\circ\text{C}$) dan belerang monoklin (titik leleh $119,3^\circ\text{C}$). Pada suhu diatas $95,6^\circ\text{C}$, belerang rombik tidak stabil dan berubah menjadi belerang monoklin dan meleleh pada suhu $112,8^\circ\text{C}$. Satuan struktur kedua bentuk alotrop dalam adalah S_8 .

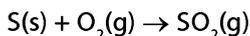
Unsur dan senyawa belerang paling banyak ditemukan pada daerah vulkanik, yang mana unsur belerang didapat dari hasil reaksi antara gas SO_2 dan H_2S .



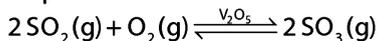
Senyawa belerang yang penting adalah asam sulfat. Pembuatan asam sulfat terdapat 2 cara yaitu proses bilik timbal dan proses kontak. Pada proses kontak akan dihasilkan H_2SO_4 58% sedangkan pada proses bilik timbal 80%.

1. Proses Kontak

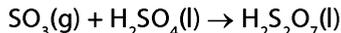
- Proses ini diawali dengan pembakaran belerang menjadi SO_2 .



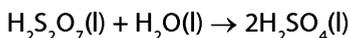
- SO_2 yang terbentuk dioksidasi lebih lanjut akan menghasilkan SO_3 . Tahap pembentukan SO_3 ini berjalan agak lambat, oleh sebab itu perlu ditambahkan katalisator V_2O_5 .



- Selanjutnya gas SO_3 yang terbentuk dialirkan ke asam sulfat pekat sehingga terbentuk asam piro-sulfat ($\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$).



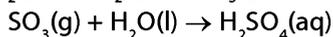
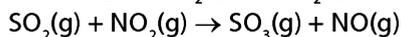
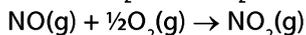
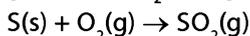
- Asam sulfat dengan kadar 98% akan didapat setelah $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$ yang terbentuk ditambahkan air.



2. Proses Kamar Timbal

Yang membedakan antara proses kontak dengan kamar timbal adalah tahap SO_2 menjadi SO_3 .

- Jika pada proses kontak digunakan katalis V_2O_5 maka pada proses ini digunakan NO_2 sebagai katalis.



- Asam sulfat merupakan asam kuat yang bersifat korosif, higroskopis, dan dapat menarik air. Kegunaan H_2SO_4 antara lain sebagai bahan pembuat pupuk fosfat, deterjen, cat/pigmen, dan untuk melarutkan logam-logam.

CONTOH SOAL DAN PEMBAHASAN

1. Tabel berikut berisi data sifat fisik dan sifat kimia unsur tak dikenal :

Unsur/Sifat	K	K	M
Wujud pada suhu kamar	Padat	Gas	Padat
Sifat asam/basa	Basa	Asam	Amfoter
Potensial reduksi (volt)	-2,71	+1,36	-1,66
Keelektronegatifan	1,0	2,9	1,5

Urutan ketiga logam tersebut berdasarkan kenaikan nomor atomnya adalah

- A. K – L – M
 B. K – M – L
 C. L – K – M
 D. L – M – K
 E. M – K – L

Jawaban: B

Unsur/Sifat	K = Na	L = Cl	M = Al
Wujud pada suhu kamar	Padat	Gas	Padat
Sifat asam/basa	Basa	Asam	Amfoter
Potensial reduksi (volt)	-2,71	+1,36	-1,66
Keelektronegatifan	1,0	2,9	1,5

2. Hidroksida dari unsur periode 3 yang bersifat asam adalah

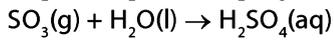
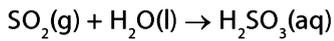
- A. $L(OH)_6$ dan $L(OH)_7$
 B. $L(OH)$ dan $L(OH)_2$
 C. $L(OH)$ dan $L(OH)_7$
 D. $L(OH)_3$ dan $L(OH)_4$
 E. $L(OH)_3$ dan $L(OH)_6$

Jawaban: A

5. Hujan asam disebabkan oleh
- A. fotoasosiasi gas NO_2
 - B. reaksi S dengan uap air
 - C. penguraian gas SO_2 menjadi S dan O_2
 - D. reaksi gas H_2S dengan uap air
 - E. reaksi gas SO_2 dan SO_3 dengan uap air

Jawaban: E

Hujan asam terjadi karena terjadinya reaksi gas SO_2 dan SO_3 dengan air hujan sebagai berikut:



LATIHAN SOAL 19

1. Beberapa pernyataan tentang sifat periode ketiga dari Na ke Cl adalah sebagai berikut:
 1. Sifat pereduksi bertambah
 2. Jari-jari atom bertambah besar
 3. Afinitas elektron bertambah
 4. Sifat logam berkurang
 5. Sifat keelektronegatifan bertambahPernyataan yang benar adalah
 - A. (1), (2), (3)
 - B. (2), (3), (4)
 - C. (3), (4), (5)
 - D. (1), (3), (5)
 - E. (2), (4), (5)
2. Diberikan beberapa sifat unsur periode ketiga:
 1. Sifat logam bertambah, sifat bukan logam berkurang.
 2. Sifat pengoksidasi bertambah dan sifat pereduksi berkurang.
 3. Sifat asam berkurang dan sifat basa bertambah.
 4. Titik leleh dan titik didih bertambah.
 5. Sifat basa berkurang dan sifat asam bertambah.Sifat unsur periode ketiga yang paling tepat dari kiri ke kanan sepanjang periode adalah
 - A. (1) dan (4)
 - B. (2) dan (3)
 - C. (3) dan (4)
 - D. (4) dan (5)
 - E. (2) dan (5)

3. Unsur periode ketiga yang bersifat amfoter adalah
 - A. Al
 - B. Cl
 - C. P
 - D. Mg
 - E. Si

4. Unsur periode ketiga yang bersifat metaloid adalah
 - A. aluminium
 - B. klorin
 - C. posfor
 - D. magnesium
 - E. silikon

5. Di antara unsur-unsur di bawah ini yang memiliki energi ionisasi pertama tertinggi adalah
 - A. Si
 - B. S
 - C. Al
 - D. P
 - E. Cl

6. Unsur periode ketiga yang bersifat amfoter, oksidator kuat, dan reduktor kuat secara berurutan adalah
 - A. Mg, Na, Cl
 - B. Al, Cl, Na
 - C. Mg, S, Al
 - D. Al, Si, P
 - E. Na, Mg, Al

7. Pasangan unsur periode ketiga yang terdapat bebas di alam adalah
 - A. Al dan Mg
 - B. Ar dan Na
 - C. Cl dan P
 - D. Si dan Cl
 - E. S dan Ar

8. Perhatikan data sifat fisik dan sifat kimia tiga buah unsur tak dikenal berikut ini!

Unsur	Titik didih	Daya hantar listrik	M = Al	M = Al
K	(°C)	Tidak menghantarkan	Asam	Gas
L	280	Menghantarkan	Basa	Padat
M	2.470	Tidak Menghantarkan	Amfoter	Padat

Urutan unsur-unsur periode ketiga tersebut dari kiri ke kanan adalah

- A. K-L-M
- B. K-M-L
- C. L-K-M
- D. L-M-K
- E. M-L-K

9. Unsur logam periode ketiga yang terbanyak dalam kerak bumi adalah

- A. natrium
- B. magnesium
- C. aluminium
- D. seng
- E. besi

10. Unsur-unsur P, Q, dan R terletak pada periode ketiga. Oksida unsur P dapat bereaksi dengan asam kuat maupun dengan basa kuat. Oksida unsur Q dalam air dapat memerahkan lakmus biru. Unsur R dapat bereaksi dengan air menghasilkan gas hidrogen. Susunan unsur-unsur tersebut dalam sistem periodik dari kiri ke kanan adalah

- A. R, P, Q
- B. R, Q, P
- C. P, R, Q
- D. P, Q, R
- E. Q, P, R

11. Oksida asam dari asam perklorat adalah

- A. Cl_2O_3
- B. Cl_2O_5
- C. Cl_2O_7
- D. Cl_2O
- E. Cl_2O_4

12. Urutan daya pereduksi unsur periode ketiga dari yang kuat ke yang lemah adalah

- A. Na – Mg – Al
- B. Mg – Na – Al
- C. Na – Al – Mg
- D. Mg – Al – Na
- E. Al – Mg – Na

13. Unsur yang merupakan oksidator terkuat adalah

- A. Cl
- B. P
- C. Mg
- D. Na
- E. Si

14. Pernyataan yang *benar* tentang oksida-oksida unsur periode ketiga adalah
- Na_2O , MgO , Al_2O_3 , adalah oksida basa
 - Na_2O , MgO , Al_2O_3 , dan SiO_2 adalah oksida basa
 - Na_2O dan MgO adalah oksida basa, dan Al_2O_3 adalah oksida amfoter
 - P_2O_5 adalah amfoter dan SO_3 adalah basa
 - MgO , SiO_2 , dan P_2O_5 adalah oksida amfoter
15. Hidroksida yang merupakan asam kuat adalah
- $\text{PO}(\text{OH})_3$
 - $\text{Si}(\text{OH})_4$
 - $\text{Al}(\text{OH})_3$
 - $\text{SO}_2(\text{OH})_2$
 - NaOH
16. Pasangan hidroksida yang bersifat asam adalah
- $\text{Si}(\text{OH})_4$ dan $\text{Mg}(\text{OH})_2$
 - $\text{Si}(\text{OH})_4$ dan $\text{P}(\text{OH})_5$
 - $\text{Mg}(\text{OH})_2$ dan $\text{Al}(\text{OH})_3$
 - $\text{S}(\text{OH})_6$ dan $\text{Mg}(\text{OH})_2$
 - NaOH dan $\text{S}(\text{OH})_6$
17. Unsur-unsur periode ketiga terdiri dari: Na, Mg, Al, Si, P, S, Cl, dan Ar. Atas dasar konfigurasi elektronnya maka dapat dikatakan bahwa
- Na, Mg, Al dapat berperan sebagai oksidator
 - Energi ionisasi pertama Ar paling besar
 - Si adalah logam kuat
 - Na paling sukar bereaksi
 - P, S, dan Cl cenderung membentuk basa
18. Jika ke dalam larutan AlCl_3 ditambahkan larutan KOH setetes demi setetes, maka
- terbentuk endapan $\text{Al}(\text{OH})_3$ yang tidak larut lagi
 - terbentuk endapan $\text{Al}(\text{OH})_3$ yang stabil
 - terbentuk endapan $\text{Al}(\text{OH})_3$ yang kemudian larut lagi
 - terjadi kekeruhan pada campuran
 - tidak dapat terjadi reaksi

19. Logam Al mudah bereaksi dengan oksigen tetapi tidak mudah mengalami korosi seperti besi. Hal ini disebabkan
- logam Al kurang reaktif dibandingkan dengan besi
 - sifat reduktor Al lebih lemah dibandingkan dengan Fe
 - logam aluminium bersifat amfoter
 - logam aluminium dapat membentuk lapisan tipis Al_2O_3 yang tersusun rapat
 - logam Aluminium lebih sukar teroksidasi dibandingkan dengan besi
20. Belerang dapat ditemukan dalam pelbagai bentuk pada suhu kamar. Bentuk-bentuk ini terkenal sebagai
- isotop
 - alotrop
 - isomer
 - homolog
 - polimer
21. Diketahui beberapa senyawa:
- | | |
|-------------|----------------|
| (1) Kriolit | (3) Bauksit |
| (2) Kaporit | (4) Kalkopirit |
- Pasangan senyawa yang mengandung aluminium adalah
- (1) dan (3)
 - (1) dan (4)
 - (2) dan (3)
 - (2) dan (4)
 - (3) dan (4)
22. Di antara pasangan oksida berikut yang berturut-turut bersifat sebagai oksida basa, asam, dan amfoter adalah
- Al_2O_3 , SiO_2 , dan P_4O_{10}
 - MgO , Al_2O_3 , dan P_4O_{10}
 - MgO , P_4O_{10} , dan Al_2O_3
 - Na_2O , MgO , dan Al_2O_3
 - Na_2O , MgO , dan SO_3
23. Unsur periode ketiga yang bereaksi kuat dengan air sehingga harus disimpan dalam minyak adalah
- Na
 - Al
 - P
 - Cl
 - Ar

24. Nama bijih yang digunakan untuk pembuatan aluminium adalah
- A. pirit
B. seng blende
C. bauksit
D. fosforit
E. manganit
25. Pasangan oksidator kuat dan reduktor kuat di bawah ini adalah
- A. Cl dan Na
B. Mg dan Na
C. S dan Ar
D. Cl dan P
E. Ar dan P
26. Pernyataan yang paling tepat tentang pembuatan logam aluminium dengan proses Hall adalah
- A. elektrolisis bauksit
B. reduksi oksigen dari bauksit
C. pemisahan alumina dari bauksit dan elektrolisis Al_2O_3 dalam lelehan kriolit
D. pemisahan aluminium dari kriolit dengan cara elektrolisis
E. reduksi Al_2O_3 dengan khrom
27. Berat logam Al yang diperoleh dari elektrolisis leburan $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{C}$ bila dialirkan arus listrik dengan muatan sebesar 0,9 F (Al = 27) adalah
- A. 8,1 gram
B. 5,4 gram
C. 3,6 gram
D. 2,7 gram
E. 0,9 gram
28. Beberapa tahap reaksi pembuatan asam sulfat:
1. $\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_2$
 2. $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{SO}_3$
 3. $2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$
 4. $2\text{SO}_2 + \text{NO}_2 \rightarrow \text{SO}_3 + \text{NO}$
 5. $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_2$
- Tahap reaksi yang terjadi pada proses katalisasi bilik timbal adalah
- A. (1) dan (2)
B. (2) dan (3)
C. (3) dan (4)
D. (4) dan (5)
E. (2) dan (4)



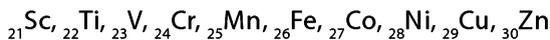
Kimia (bahasa Arab: kimiya atau bahasa Yunani: khemeia, "perubahan benda/zat") adalah ilmu tentang komposisi, struktur, dan sifat zat atau materi.

UNSUR TRANSISI PERIODE EMPAT

20

Pada pembahasan masalah tabel periodik, kita telah mengetahui bahwa unsur transisi adalah unsur-unsur yang mengisi subkulit d dan f. Unsur-unsur yang mengisi subkulit d disebut dengan transisi luar sedangkan unsur-unsur pengisi subkulit f disebut dengan transisi dalam.

Dalam tabel periodik, jika diperhatikan bahwa pada periode 4 antara unsur Golongan IIA dengan IIIA disisipkan 10 unsur yaitu:



Kesepuluh unsur tersebut merupakan unsur-unsur transisi luar periode empat dan sering disebut dengan unsur-unsur blok d atau unsur-unsur golongan B.

A. SIFAT-SIFAT KHAS UNSUR TRANSISI PERIODE KEEMPAT

Beberapa sifat unsur-unsur transisi periode keempat ditampilkan pada tabel berikut:

Tabel 20.1. Sifat-sifat unsur transisi periode keempat

Sifat/Unsur	Sc	Sc	Sc	Sc	Mn	Sc	Sc	Sc	Cu	Zn
Konfigurasi elektron	4s ²	4s ²	4s ²	4s ¹	4s ² 3d ¹⁰					
Keelektronegatifan	1,3	1,5	1,6	1,6	1,5	1,8	1,9	1,9	1,9	1,6
Energi ionisasi I (kJ/mol)	631	658	650	652	717	759	760	736	745	906

Jari-jari atom (°A)	1,62	1,47	1,34	1,30	1,35	1,26	1,25	1,24	1,28	1,38
Potensial reduksi (volt)	-2,08	-1,63	-1,2	-0,74	-1,18	-0,44	-0,28	-0,25	+0,34	-0,76
Titik leleh (°C)	1539	1668	1900	1875	1245	1536	1495	1453	1083	419,5
Titik didih (°C)	2730	3260	3450	2665	2150	3000	2900	2730	2595	906
Kerapatan (gram/cm ³)	3,0	4,51	6,1	7,19	7,43	7,86	8,9	8,9	8,96	7,14

Unsur-unsur transisi periode empat sebagian besar memiliki sifat-sifat yang hampir sama, kecuali Sc dan Zn yang memiliki sifat agak berbeda pada deret unsur transisi tersebut. Sifat-sifat khas yang dimiliki oleh unsur transisi periode empat antara lain:

1. Semua unsur transisi merupakan logam, sehingga unsur transisi memiliki kerapatan dan titik leleh yang besar serta dapat menghantarkan listrik.
 2. Sebagian besar unturnya baik dalam unsur bebas maupun dalam bentuk ion (kecuali logam Zn, ion Zn^{2+} , Sc^{3+}) bersifat paramagnetik yaitu dapat dipengaruhi oleh medan magnet.
 3. Sebagian besar dari unsur tersebut memiliki berbagai macam bilangan oksidasi kecuali Zn dan Sc yang hanya memiliki satu tingkat oksidasi yaitu Zn^{2+} , Sc^{3+} .
 4. Sebagian besar ion-ion dari unsur tersebut berwarna, kecuali Zn^{2+} , Sc^{3+} , Cu^+ (tidak berwarna/bening).
 5. Dapat membentuk senyawa/ion kompleks.
- Berikut ini adalah hal-hal yang dapat dipelajari dari unsur transisi periode keempat.

a. Sifat Magnetik

Sifat magnetik dari suatu atom, ion atau molekul ditentukan oleh struktur elektronnya. Ada dua macam sifat interaksi antara suatu zat dengan medan magnet yaitu diamagnetik dan paramagnetik. Zat paramagnetik akan tertarik oleh medan magnet sedangkan zat diamagnetik tidak. Sebagian besar unsur transisi periode 4 bersifat paramagnetik. Hal ini disebabkan adanya elektron yang tidak berpasangan.

Perkiraan momen magnetik yang disebabkan oleh spin elektron tak berpasangan ditentukan oleh rumus:

$$\mu = (n(n+2))^{1/2}$$

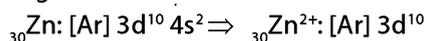
μ = momen magnetik dalam Bohr Magneton

n = jumlah elektron tak berpasangan

Tabel 20.2. Beberapa harga momen magnetik unsur transisi

Ion	Jumlah elektron tak berpasangan	Momen menurut perhitungan	Momen hasil pengamatan
V ⁴⁺	1	1,73	1,7-1,8
Cu ²⁺	1	1,73	1,7-2,2
V ³⁺	2	2,83	2,6-2,8
Ni ²⁺	2	2,83	2,8-4,0
Cr ³⁺	3	3,87	3,8
Co ³⁺	3	3,87	4,1-5,2
Fe ²⁺	4	4,90	5,1-5,5
Co ³⁺	4	4,90	5,4
Mn ²⁺	5	5,92	5,9
Fe ³⁺	5	5,92	5,9

Logam Zn dan ion Zn²⁺ bersifat diamagnetik, karena pada konfigurasi Zn dan Zn²⁺ tidak ditemukan adanya elektron tak berpasangan, begitu pula dengan ion Sc²⁺.



b. Bilangan oksidasi

Energi elektron dalam orbital 3d hampir sama besar. Akibatnya, ketika unsur-unsur membentuk ion guna menuju kestabilan unsur-unsur tersebut akan melepaskan elektron dalam jumlah yang berbeda. Oleh sebab itu unsur-unsur transisi memiliki berbagai bilangan oksidasi (biloks).

Tabel 20.3. Harga biloks unsur transisi periode 4

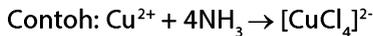
| Sc |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | | +2 | +2 | +2 | | | | | |
| +3 | +2 | +3 | +3 | +4 | +2 | +2 | +2 | +1 | +2 |
| | +3 | +4 | +6 | +7 | +3 | +3 | +3 | +2 | |

Dalam membentuk ikatan, unsur-unsur transisi dapat melepaskan seluruh elektron valensinya sehingga memiliki konfigurasi seperti gas mulia ($_{18}\text{Ar}$). Pada keadaan itu biloks yang terbentuk adalah biloks maksimum. Misalnya Mn memiliki biloks maksimum +7 karena Mn memiliki 7 elektron valensi (Gol VIIB).

c. Senyawa/Ion Kompleks

Unsur-unsur transisi memiliki kemampuan untuk membentuk senyawa/ion kompleks dengan banyak gugus yang disebut ligan. Dalam membentuk ikatan, kation dari logam-logam transisi disebut sebagai atom pusat dan bertindak sebagai asam *Lewis* sedangkan ligan akan bertindak sebagai basa *Lewis*. Ligan harus memiliki pasangan elektron bebas yang akan didonorkan kepada orbital-orbital kosong dari atom pusat.

Ikatan yang terjadi antara atom pusat dengan ligan adalah *ikatan koordinasi*. Jumlah ikatan koordinasi yang dapat dibentuk oleh atom pusat disebut dengan bilangan koordinasi.



Dalam ion $[\text{CuCl}_4]^{2-}$, Cu bertindak sebagai atom pusat dengan biloks +2 dan NH_3 sebagai ligan. Ion kompleks tersebut memiliki bilangan koordinasi 4 dan muatan dari ion tersebut adalah -2.

Berdasarkan banyaknya pasangan elektron yang akan didonorkan ke atom pusat jenis ligan terbagi atas:

1. Ligan monodentat

Ligan monodentat adalah ligan yang mendonorkan sepasang elektron untuk berikatan. Contoh: NH_3 , H_2O , Cl^- , Br^- , I^- , F^- , CN^- , OH^- , dan SCN^- .

2. Ligan bidentat

Ligan bidentat adalah ligan yang mendonorkan dua pasang elektron untuk berikatan. Contoh: NO_3^- , SO_4^{2-} , CH_3COO^- , dan etilendiamin (en).

3. Ligan polidentat

Ligan polidentat adalah ligan yang mendonorkan lebih dari dua pasang elektron untuk berikatan. Contoh: dietilentriamin, EDTA, dan tripiridin.

Tata nama senyawa/ion kompleks

Secara umum tata nama dari suatu *ion kompleks* adalah sebagai berikut:

Ion – Jumlah ligan – Nama ligan – Nama atom pusat – Biloks atom pusat

Namun jika senyawa kompleks tersebut dalam bentuk garam maka tata namanya adalah nama kation dahulu setelah itu nama anionnya. Misalnya $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4\text{SO}_4$, merupakan garam yang terdiri dari kation $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}$ dan anion SO_4^{2-} , maka nama dari garam tersebut adalah dahulukan nama $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}$ kemudian dilanjutkan dengan nama SO_4^{2-} .

Jumlah ligan

Untuk menyatakan banyaknya ligan digunakan awalan Yunani. Perhatikan tabel berikut.

Tabel 20.4. Awalan jumlah ligan

Jumlah ligan	Awalan
1	-
2	di (bis)
3	tri (tris)
4	tetra (tetrakis)
5	penta (pentakis)
6	heksa (heksakis)

Catatan: yang ditanda kurung jarang digunakan

Nama Ligan

Berdasarkan muatannya ligan terdiri atas ligan netral (tidak bermuatan) dan ligan negatif (anion). Ligan-ligan netral memiliki nama yang khusus.

NH_3 : amin NO : nitrosil

H_2O : aqua CO : karbonil

Ligan-ligan negatif memiliki nama seperti biasa tetapi diberi akhiran o.

OH^- : hidrokso SO_4^{2-} : sulfato F^- : fluoro

CN^- : siano SCN^- : tiosianato CO_3^{2-} : karbonato

Br^- : bromo NO_2^- : nitrito

Cl^- : kloro NO_3^- : nitrato

Jika terdapat suatu ion kompleks yang memiliki lebih dari satu ligan maka urutan penamaan ligan berdasarkan abjadnya. Misalnya: pada ion $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_4\text{Cl}_2]^-$, maka urutan penamaan ligan adalah dahulukan menyebutkan ligan aqua baru kemudian ligan kloro.

Atom pusat

Ion kompleks dapat berupa kation maupun anion dan dalam membedakannya dapat dilihat dari penamaan atom pusatnya. Untuk kompleks kation cara penulisan atom pusatnya adalah nama logam itu sendiri. Untuk kompleks anion cara penulisan atom pusatnya adalah nama logam ditambah akhiran -at. Contoh: $\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6^{3+}$ atom pusat ditulis ferrum dan FeCl_6^{3-} atom pusat ditulis ferrat.

Biloks atom pusat

Untuk menunjukkan tingkat oksidasi dari atom pusat maka biloks atom pusat perlu ditulis dalam bentuk angka romawi. Contoh: $\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4^{2+}$.



Ion kompleks di atas berupa kation dengan atom pusat Cu yang memiliki biloks +2 dan mengikat empat ligan H_2O maka nama ion tersebut dapat ditulis *ion tetraaqua cuprum(II)*.



d. Geometri senyawa/ion kompleks

Geometri dari suatu ion dapat ditentukan dengan teori ikatan valensi atau sering juga disebut teori hibridisasi. Teori ini telah berhasil menentukan geometri dari senyawa-senyawa kovalen dan dapat juga diterapkan dalam senyawa/ion kompleks walaupun dengan sedikit perbedaan. Bilangan koordinasi dari suatu ion kompleks berperan dalam menentukan geometri suatu ion kompleks.

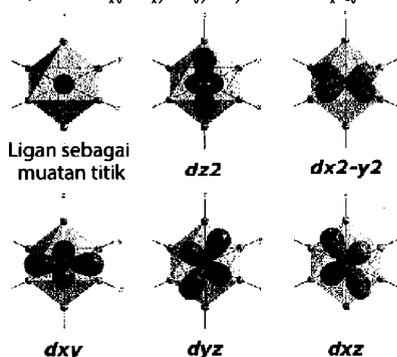
e. Warna senyawa kompleks

Suatu zat/benda menghasilkan warna bila zat/benda tersebut menyerap sejumlah energi warna tertentu (dengan panjang gelombang tertentu) dan melepaskan warna lain. Warna yang kita lihat adalah warna yang dipantulkan oleh zat/benda tersebut. Sejumlah energi yang diserap oleh suatu zat biasanya digunakan untuk melakukan transisi elektronik dalam atom-atom penyusun zat tersebut.

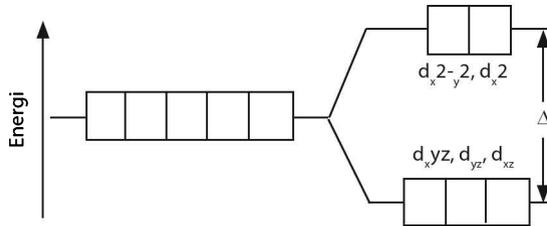
Unsur-unsur transisi dapat membentuk senyawa-senyawa berwarna karena juga dapat melakukan transisi elektronik. Seperti yang kita ketahui bahwa unsur transisi adalah unsur pengisi orbital d, dan terdapat lima jenis orbital d yaitu d_{xy} , d_{yz} , d_{zx} , d_{z^2} , dan $d_{x^2-y^2}$.

Berdasarkan Teori Medan Kristal, kelima jenis orbital tersebut memiliki tingkat energi yang sama jika atom atau kation logam unsur transisi dalam keadaan terisolasi. Namun dengan hadirnya ligan dalam pembentukan senyawa kompleks maka akan terjadi perbedaan tingkat energi antara orbital-orbital tersebut.

Pada pembentukan kompleks oktahedral, ligan-ligan dalam berkoordinasi dengan atom pusat akan menyerang melalui sumbu x, y, dan z. Hal yang terjadi adalah orbital-orbital d yang tepat berada pada sumbu x, y, dan z (d_{z^2} , dan $d_{x^2-y^2}$) akan mengalami efek tolakan (ligan membawa muatan negatif dan orbital juga bermuatan negatif) yang lebih besar dari pada orbital-orbital yang berada di antara sumbu (d_{xy} , d_{xz} , dan d_{yz}). Hal ini membuat tingkat energi dari orbital d_{z^2} , dan $d_{x^2-y^2}$ menjadi meningkat dan lebih besar dibandingkan orbital d_{xy} , d_{xz} , d_{yz} , dan terdapat selisih energi antar orbital-orbital tersebut yang dilambangkan dengan Δ .

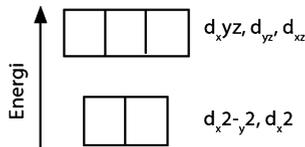


Gambar 20.1. Pembentukan kompleks oktahedral.
sumber bouman.chem.georgetown.edu



Gambar 20.2. Tingkat energi pembentukan kompleks oktahedral.

Senyawa kompleks dapat berwarna jika terdapat elektron pada salah satu d_{xy} , d_{xz} , atau d_{yz} yang mengalami eksitasi ke orbital d_{z^2} , atau $d_{x^2-y^2}$ dengan cara menyerap energi radiasi sinar tampak sebesar Δ .



Gambar 20.3. Tingkat energi pembentukan kompleks tetrahedral.

Pada sistem kompleks tetrahedral berlaku keadaan sebaliknya. Di mana ligan-ligan menyerang melalui daerah antara sumbu x, y, dan z. Kemudian, membuat orbital-orbital yang berada di antara sumbu tersebut memiliki tingkat energi yang lebih besar daripada orbital-orbital yang berada pada sumbu.

B. SIFAT-SIFAT KHAS UNSUR TRANSISI PERIODE KEEMPAT

Beberapa mineral yang mengandung unsur-unsur transisi periode keempat disajikan pada tabel di bawah ini:

Tabel 20.6. Mineral bijih logam unsur-unsur transisi periode keempat

Unsur	Mineral	Rumus kimia
Skandium	Jarang ditemukan	-
Titanium	Rutile	TiO_2
	Ilmenit	FeTiO_3
Vanadium	Karnotit	$\text{K}_2(\text{VO}_2)_2(\text{VO}_4)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$
	Vanadit	$\text{Pb}_3(\text{PO}_4)_2$

Kromium	Kromit	$\text{Cr}_2\text{O}_3 \cdot \text{FeO}$
Mangan	Pirolusit	MnO_2
	Hematit	Fe_2O_3
Besi	Magnetit	Fe_3O_4
	Limonit	$\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$
	Siderit	FeCO_3
	Pirit	FeS_2
	Ilmetit	FeTiO_3
Kobalt	Kobaltit	CoAsS
	Smaltit	CoAs_2
Nikel	Pentlandit	$(\text{FeNi})\text{S}$
	Milerit	NiS
Tembaga	Kalkopirit	CuFeS_2
	Malakit	$\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$
Seng	Glance	Cu_2S
	Seng blende	ZnS

Ciri-ciri unsur transisi periode empat antara lain:

a. Skandium

1. Merupakan logam transisi yang lunak.
2. Mudah terbakar.
3. Memiliki sifat amfoter.
4. Paduan aluminium-skandium dipakai untuk pesawat dan peralatan olahraga.

b. Titanium

1. Merupakan logam transisi yang berwarna putih metalik keperakan.
2. Logam Ti diperoleh melalui reaksi:

$$\text{TiCl}_4(\text{l}) + \text{Mg}(\text{l}) \rightarrow \text{Ti}(\text{l}) + 2\text{MgCl}_2(\text{g})$$
3. Memiliki kekuatan seperti baja namun 45% lebih ringan.
4. Titanium bersifat amfoter dan tidak tembus cahaya.
5. Titanium murni tidak larut dalam air namun dapat larut dalam asam konsentrasi tinggi.

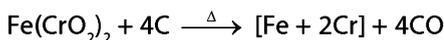
- Penggunaan TiO_2 sebagai pigmen putih, bahan pemutih kertas, kaca, dan keramik.

c. Vanadium

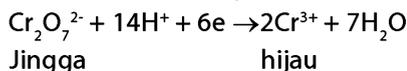
- Merupakan logam lunak berwarna putih keabuan dan dapat ditempa.
- Tahan terhadap korosi karena mampu membentuk lapisan oksida.
- Oksida yang terpenting adalah V_2O_5 yang digunakan sebagai katalisator dalam produksi asam sulfat dengan proses kontak.

d. Kromium

- Penggunaan untuk pembuatan baja tahan karat, melalui reaksi:



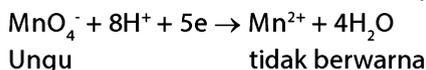
- $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ adalah oksidator dalam suasana asam, digunakan dalam analisis kuantitatif untuk mengetahui jumlah zat yang dioksidasi misal: Fe^{2+} , H_2S , $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$, dan lain-lain. Ion $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ dalam suasana asam akan tereduksi menjadi Cr^{3+} .



- $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot \text{H}_2\text{O}$ dipakai untuk menyamak kulit.

e. Mangan

- Merupakan logam yang sangat keras, sulit meleleh, dan mudah teroksidasi.
- Mangan murni bersifat reaktif dan akan terbakar di udara jika berwujud serbuk.
- Banyak digunakan pada industri baja
- KMnO_4 merupakan oksidator kuat dalam suasana asam digunakan dalam analisis kuantitatif untuk mengetahui jumlah zat yang dioksidasi misal: Fe^{2+} , H_2S , $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$.
- Ion MnO_4^- dalam suasana asam tereduksi menjadi Mn^{2+} .



f. Nikel

1. Merupakan logam keras berwarna putih keperakan, dapat ditempa dan tahan terhadap korosi.
2. Merupakan konduktor panas dan listrik yang baik.
3. Nikel digunakan dalam logam campuran seperti monel, terdiri atas 60% Ni dan 40% Cu serta nikrom, terdiri atas 60% Ni, 25% Fe, dan 15% Cr.
4. Serbuk nikel digunakan sebagai katalisator dalam reaksi adisi hidrogen dalam industri margarin atau mentega.

g. Kobalt

1. Merupakan logam yang keras.
2. Bersifat feromagnetik sehingga dapat dibuat magnet.
3. Isotopnya yang radioaktif digunakan dalam terapi kanker.
4. Paduan logam kobalt adalah alnico, yaitu paduan dari aluminium, nikel, dan kobalt.

b. Seng

1. Seng merupakan logam ringan yang kilapnya berwarna putih kebiruan.
2. Penggunaan seng adalah sebagai pelapis besi untuk mencegah besi berkarat karena seng di udara lembab membentuk seng karbonat basa $[Zn_2(OH)_2CO_3]$ yang berupa lapisan tipis di permukaan logam seng.

i. Besi

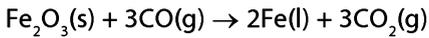
1. Merupakan logam keras berwarna putih yang dapat ditempa.
2. Besi murni mudah teroksidasi dalam udara lembab membentuk karat.

Pengolahan Besi

Besi diolah dalam tanur dengan bahan dasar bijih besi sebagai hematite (Fe_2O_3), kokas sebagai reduktor, dan batu kapur sebagai pengikat zat pengotor. Reaksi yang terjadi secara bertahap dimulai dari puncak tanur dengan suhu rendah sampai bagian bawah tanur dengan suhu tinggi:

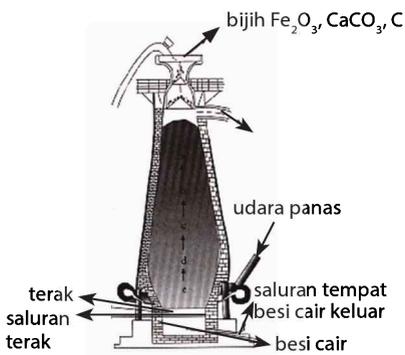
1. $3\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{CO} \rightarrow 2\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{CO}_2$ (250°C)
2. $\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{CO} \rightarrow 3\text{FeO} + \text{CO}_2$ (600°C)
3. $\text{FeO} + \text{CO} \rightarrow \text{Fe} + \text{CO}_2$ (1000°C)
4. $\text{CO}_2 + \text{C} \rightarrow 2\text{CO}$ (1300°C)
5. $\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$ (2000°C)

Reaksi keseluruhan dapat dituliskan sebagai berikut:



Pada pengolahan ini besi yang dihasilkan berupa besi kasar.

- 250°C
- A. $3\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{CO} \rightarrow 2\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{CO}_2$
 \uparrow
- 600°C
- B. $\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{CO} \rightarrow 3\text{FeO} + \text{CO}_2$
 \uparrow
- 1000°C
- C. $\text{FeO} + \text{CO} \rightarrow 2\text{Fe} + \text{CO}_2$
 \uparrow
- 1.300°C
- D. $\text{CO} + \text{C} \rightarrow 2\text{CO}_2$
 \uparrow
- 2.000°C
- E. $\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$



Gambar 20.4. Pengolahan besi dengan tanur tinggi

Pembuatan Baja

Baja adalah besi yang mengandung campuran 0,05–1,5 % karbon. Untuk mengubah besi kasar menjadi baja, beberapa proses harus dilakukan, yaitu:

- a. Menurunkan kadar karbon.
- b. Menghilangkan pengotor
- c. Menambahkan logam-logam seperti Ni atau Cr sesuai dengan jenis baja yang diinginkan.

Tabel 20.7. Beberapa jenis baja, komposisi, sifat dan penggunaannya

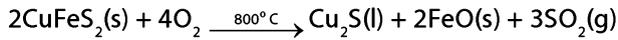
Nama	Komposisi	Sifat Khas	Pengunaan
Baja mangan	10 – 18 % Mn	Keras, kuat, dan awet	Rel kereta api, lapis baja kendaraan perang, mesin penghancur batu.
Baja silikon	1 – 5 % Si	Keras, kuat, sifat magnetnya kuat	Magnet.
Durion	12 – 15 % Si	Tahan karat, tahan asam	Pipa, ketel, dan kondensor.
Invar	36 % Ni	Koefisien muai rendah	Alat pengukur (meteran).
Baja krom-vanadium	1- 10 % Cr 0,15 % V	Kuat, tahan terhadap tekanan/beban	As kendaraan.
Baja tahan karat	14 – 18 % Cr 7 – 9 % Ni	Tahan karat	Alat-alat potong, perkakas dapur, dan alat-alat lain.

j. Tembaga

1. Merupakan logam berwarna kemerahan yang mudah ditempa.
2. Merupakan konduktor listrik dan panas yang baik.
3. Paduan Cu-Sn disebut perunggu dan paduan Cu-Zn disebut kuningan.

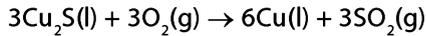
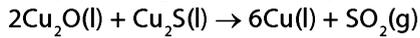
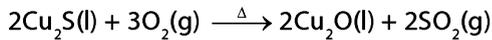
Pengolahan Tembaga

Pengolahan bijih tembaga dimulai dengan proses flotasi (pemisahan bijih tembaga murni dari zat pengotor).



Selanjutnya Cu_2S dan FeSiO_3 dipisahkan.

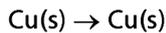
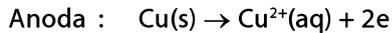
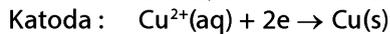
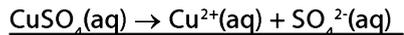
Tahap selanjutnya adalah oksidasi Cu_2S dengan udara panas, melalui reaksi:



Pada tahap reaksi oksidasi tersebut dihasilkan 98%-99% tembaga tidak murni. Tembaga yang tidak murni ini disebut tembaga lepuh, yaitu tembaga yang mengandung gelembung gas SO_2 bebas.

Proses pemurnian tembaga lepuh dilakukan melalui elektrolisis dengan ketentuan:

- Elektrolit: larutan CuSO_4 .
- Anoda: lempeng tembaga tidak murni.
- Katoda: tembaga murni.
- Reaksi yang terjadi pada elektrolisis sebagai berikut:



(anoda) (katoda)

CONTOH SOAL DAN PEMBAHASAN

1. Ion-ion berikut yang dapat membentuk kompleks dengan NH_3 adalah
- (1) Zn^{2+}
 - (2) Ag^+
 - (3) Ni^{2+}
 - (4) Ca^{2+}

Jawaban: A (1, 2, 3)

Ion yang dapat membentuk kompleks dengan NH_3 adalah ion-ion dari unsur transisi. Ion unsur transisi adalah Zn^{2+} , Ag^+ , dan Ni^{2+} , sedangkan Ca^{2+} merupakan ion unsur alkali tanah.

2. Ion kompleks yang terdiri atas:
- a. Fe mempunyai biloks +2
 - b. Ligan CN^-
 - c. Bilangan koordinasi 6

Rumus ion kompleks yang benar adalah

- | | |
|----------------------------------|----------------------------------|
| A. $\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$ | D. $\text{Fe}(\text{CN})_6^{2-}$ |
| B. $\text{Fe}(\text{CN})_6^{2+}$ | E. $\text{Fe}(\text{CN})_4^{2-}$ |
| C. $\text{Fe}(\text{CN})_6^{4+}$ | |

Jawaban: A

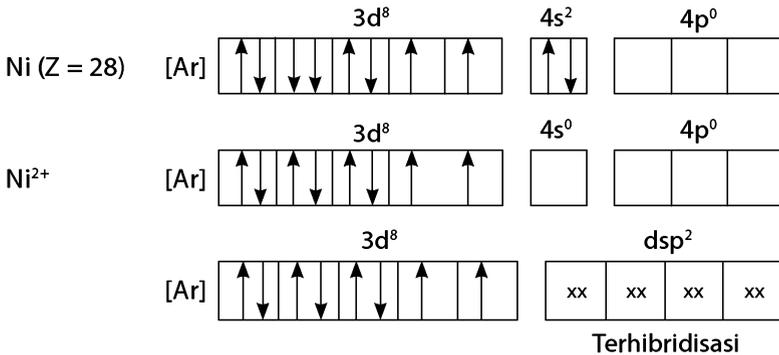
Muatan ion kompleks = bilok atom pusat + muatan ligan
 $= 2 + 6(-1) = 4-$

Jadi ion kompleks tersebut adalah $\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$

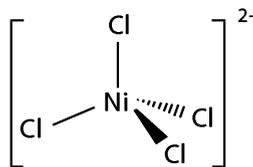
3. Tentukan geometri, hibridisasi, dan sifat magnet dari ion NiCl_4^{2-} !

Pembahasan:

Dari ion kompleks tersebut diketahui bahwa kation atom pusatnya adalah Ni^{2+} , dan dalam pembentukan kompleks biasanya melibatkan orbital-orbital yang masih kosong.

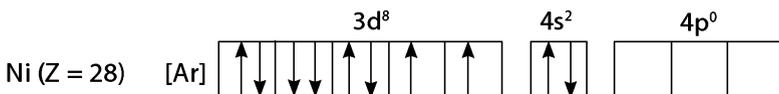


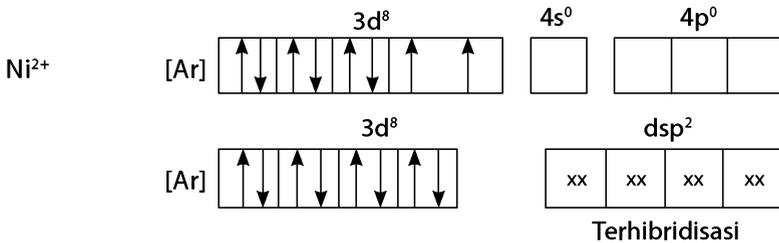
Ligan yang akan mengisi orbital-orbital kosong dari atom pusat adalah 4 ligan Cl⁻ yang merupakan ligan lemah, sehingga tidak dapat mendesak elektron tak berpasangan menjadi berpasangan. Oleh sebab itu Cl⁻ akan mengisi 1 orbital s dan 3 orbital p yang kemudian terhibridisasi menjadi sp³ dengan geometri tetrahedral. Ion kompleks tersebut bersifat paramagnetik karena terdapat 2 elektron tak berpasangan pada orbital 3d.



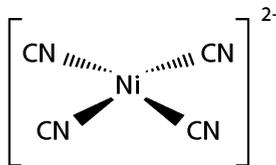
4. Tentukan geometri, hibridisasi, dan sifat magnet dari ion Ni(CN)₄²⁻!

Pembahasan:



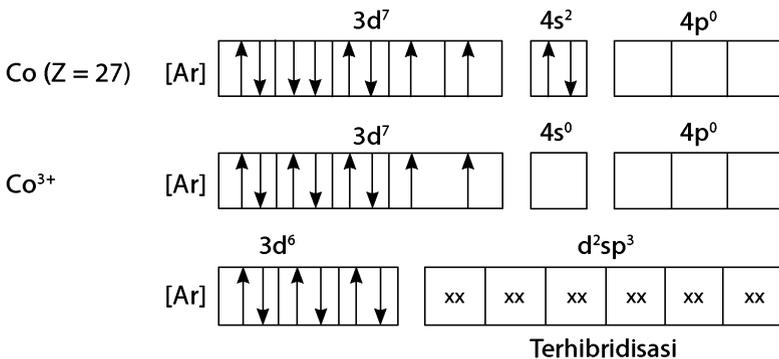


Pada pembentukan ion $\text{Ni}(\text{CN})_4^{2-}$, ligan CN^- yang akan mendonorkan pasangan elektronnya ke orbital kosong dari atom pusat merupakan ligan kuat. Ligan CN^- dapat mendesak 2 elektron tak berpasangan pada sub kulit 3d menjadi berpasangan dan akibatnya terdapat 1 orbital 3d yang kosong. Orbital tersebut bersama dengan 1 orbital 4s dan 2 orbital 4p yang akan digunakan untuk berkoordinasi dengan ligan dan terhibridisasi menjadi dsp^2 , bergeometri segi empat datar serta bersifat diamagnetik (tidak ada elektron tak berpasangan).

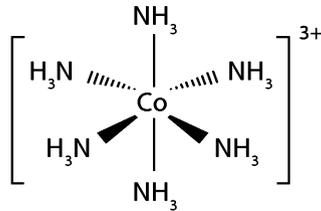


5. Tentukan geometri, hibridisasi, dan sifat magnet dari ion $\text{Co}(\text{NH}_3)_6^{3+}$!

Pembahasan:



Pembentukan kompleks $\text{Co}(\text{NH}_3)_6^{3+}$ terjadi pendesakan elektron tak berpasangan menjadi berpasangan oleh ligan NH_3 (ligan kuat). Oleh sebab itu terdapat 2 orbital kosong pada subkulit 3d yang bersama 1 orbital 4s dan 3 orbital 4p akan dipakai untuk berkoordinasi dengan 6 ligan NH_3 membentuk hibridisasi d^2sp^3 . Geometri yang terjadi adalah oktahedral dan bersifat diamagnetik.



LATIHAN SOAL 20

1. Unsur-unsur transisi periode empat berdasarkan konfigurasi elektronnya menempati
 - A. blok s
 - B. blok p
 - C. blok d
 - D. blok f
 - E. blok g
2. Dibandingkan unsur logam golongan utama, unsur transisi mempunyai
 - A. titik lebur lebih rendah
 - B. titik didih lebih rendah
 - C. daya hantar listrik lebih besar
 - D. ikatan logam lebih lemah
 - E. bilangan oksidasi hanya satu saja
3. Unsur transisi periode empat yang elektron valensinya hanya satu adalah
 - A. Zn dan Sc
 - B. Cr dan Mn
 - C. Fe dan Zn
 - D. Cu dan Co
 - E. Sc dan Ti
4. Diketahui beberapa sifat sebagai berikut:
 - (1) Ikatan logam kuat
 - (2) Titik didih rendah
 - (3) Mempunyai beberapa bilangan oksidasi
 - (4) Senyawanya umumnya berwarna
 - (5) Dapat membentuk senyawa kompleks

Di antara pernyataan tersebut yang merupakan sifat unsur transisi adalah

- A. 1, 3, 4, 5
- B. 1, 2, 3, 4
- C. 2, 3, 4, 5
- D. 1, 2, 4, 5
- E. 1, 2

5. Berdasarkan konfigurasi elektronnya, Zn dianggap bukan logam transisi, karena
 - A. mempunyai subkulit 3d yang terisi penuh elektron
 - B. membentuk ion kompleks
 - C. bersifat amfoter
 - D. tidak bersifat logam
 - E. senyawanya tidak berwarna

6. Pada umumnya unsur transisi bersifat paramagnetik. Hal ini disebabkan
 - A. semua unsur transisi bersifat logam
 - B. elektron pada unsur transisi bebas bergerak
 - C. semua subkulit d terisi penuh elektron yang berpasangan
 - D. adanya elektron-elektron tak berpasangan pada subkulit d
 - E. adanya perpindahan elektron dari subkulit d ke subkulit s

7. Unsur transisi periode empat mempunyai beberapa bilangan oksidasi. Hal ini disebabkan oleh
 - A. subkulit 3d-nya terisi penuh
 - B. elektron yang dapat dilepaskan pada pembentukan ion positif adalah elektron dari orbital 3d dan 4s
 - C. subkulit 3d-nya setengah penuh
 - D. energi elektron 4s dan 3d hanya berbeda sedikit
 - E. adanya orbital-orbital kosong pada subkulit d

8. Diketahui sebagai warna ion transisi sebagai berikut:

Unsur	Bilangan oksidasi					
	+2	+3	+4	+5	+6	+7
Cr	Biru	Hijau	-	-	Jingga	-
Mn	Merah muda	-	-	-	Hijau	Ungu
Co	Merah muda	Hijau	-	-	-	-

Warna senyawa berikut: KMnO_4 , CoCl_2 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ adalah

- A. ungu, merah muda, jingga
- B. merah muda, biru, hijau
- C. jingga, hijau, ungu
- D. merah muda, biru, jingga
- E. ungu, biru, merah muda

9. Tembaga mempunyai nomor atom 29 dengan konfigurasi elektron $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 3d^{10}$. Elektron valensi dan kulit valensi unsur tersebut adalah

- A. 1, s
- B. 17, s p d
- C. 11, s d
- D. 9, s p s
- E. 10, d

10. Urutan yang benar pada proses pengolahan tembaga dari bijih tembaga adalah

- A. reduksi-pemekatan-pemanggangan-elektrolisis
- B. pemekatan-pemanggangan-reduksi-elektrolisis
- C. elektrolisis-reduksi-pemekatan-pemanggangan
- D. pemanggangan-elektrolisis-reduksi-pemekatan
- E. pemekatan-elektrolisis-pemanggangan-reduksi

11. Reaksi yang berlangsung dalam tanur tinggi untuk memisahkan besi dari bijihnya adalah

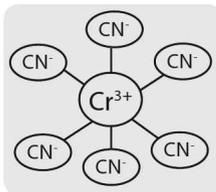
- A. $\text{C(s)} + \text{FeO} \rightarrow \text{Fe(s)} + \text{CO(g)}$
- B. $\text{CO(g)} + \text{Fe}_2\text{O}_3\text{(s)} \rightarrow \text{Fe(s)} + \text{CO}_2\text{(g)} + \text{O}_2\text{(g)}$
- C. $\text{CO(g)} + \text{Fe}_3\text{O}_4\text{(s)} \rightarrow 3\text{Fe(s)} + \text{CO}_2\text{(g)} + \frac{3}{2}\text{O}_2\text{(g)}$
- D. $3\text{C(s)} + \text{Fe}_2\text{O}_3\text{(s)} \rightarrow \text{Fe(s)} + 3\text{CO(g)}$
- E. $\text{CO(g)} + \text{Fe}_2\text{O}_3\text{(s)} \rightarrow 2\text{Fe(s)} + 3\text{CO}_2\text{(g)}$

12. Beberapa reaksi yang terjadi pada proses pengolahan bijih besi pada tanur tinggi:

- 1. $\text{CaO} + \text{SiO}_2 \rightarrow \text{CaSiO}_3$
- 2. $\text{CO}_2 + \text{C} \rightarrow 2\text{CO}$
- 3. $3\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{CO} \rightarrow 2\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{CO}_2$
- 4. $\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{CO} \rightarrow 3\text{FeO} + \text{CO}_2$
- 5. $\text{FeO} + \text{CO} \rightarrow \text{Fe} + \text{CO}_2$

Proses reaksi reduksi hematit dan magnetit berturut-turut adalah

18. Nama ion kompleks $[\text{Fe}(\text{OH})_2(\text{H}_2\text{O})_4]^+$ adalah ion
- tetraaquadihidroksobesi(III)
 - tetraaquadihidroksobesi(II)
 - tetraaquadihidroksoferat(II)
 - tetraaquadihidroksoferat(III)
 - dihidroksotetraaquadobesi(II)
19. Rumus kimia ion tetraamindiklorokobalt(III) adalah
- $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2]^{3+}$
 - $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2]^+$
 - $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2]^{2+}$
 - $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2]^-$
 - $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2]^{2-}$
20. Senyawa kompleks $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2]\text{Cl}$ mempunyai nama
- tetraamintrikloro kobalt(III)
 - tetraamindiklorokobaltat(III)
 - tetraamindiklorokobalt(III) klorida
 - diklorotetraaminkobalt(III) klorida
 - tetraamindiklorokobaltat(III) klorida
21. Nama senyawa kompleks $\text{Na}[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_2\text{Cl}_4]$ adalah
- natrium diaquotetraklorokrom(II)
 - natriumdiaquotetraklorokrom(II)
 - natrium diaquotetraklorida kromat(III)
 - natrium diaquotetraklorida kromat(II)
 - natrium diaquotetrakloro kromat(III)
22. Rumus ion kompleks yang sesuai dengan bentuk molekul di samping adalah
- $\text{Cr}(\text{CN})_6^-$
 - $\text{Cr}(\text{CN})_6^{2-}$
 - $\text{Cr}(\text{CN})_6^{2+}$
 - $\text{Cr}(\text{CN})_6^{3-}$
 - $\text{Cr}(\text{CN})_6^{3+}$



23. Rumus molekul ion kompleks yang tersusun dari besi dengan biloks +2, dua ligan tiosulfato dan empat ligan siano adalah
- A. $[\text{Fe}(\text{S}_2\text{O}_3)(\text{CN})_4]^{6-}$ D. $[\text{Fe}(\text{S}_2\text{O}_3)_2(\text{CN})_4]^{5-}$
 B. $[\text{Fe}(\text{S}_2\text{O}_3)_2(\text{CN})_4]^{6-}$ E. $[\text{Fe}(\text{S}_2\text{O}_3)_2(\text{CN})_4]^{3-}$
 C. $[\text{Fe}(\text{S}_2\text{O}_3)_2(\text{CN})_4]^{5-}$
24. Suatu ion kompleks atom pusatnya Fe^{2+} dengan dua ligan molekul air dan empat ligan $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ adalah
- A. $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_2(\text{S}_2\text{O}_3)_4]^{6-}$ D. $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_2(\text{S}_2\text{O}_3)_4]^{2+}$
 B. $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_2(\text{S}_2\text{O}_3)_4]^{4+}$ E. $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_2(\text{S}_2\text{O}_3)_4]^+$
 C. $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_2(\text{S}_2\text{O}_3)_4]^{2-}$
25. Suatu ion kompleks terbentuk dari ion Co^{3+} , empat ligan NH_3 dan dua ligan Cl^- , mempunyai muatan ion
- A. 2- D. 2+
 B. 1+ E. 6+
 C. 3+
26. Diketahui suatu ion kompleks tersusun atas ion V^{3+} dengan ligan SO_4^{2-} dan sisanya NH_3 . Rumus ion kompleks yang terbentuk adalah
- A. $[\text{V}(\text{NH}_3)_5\text{SO}_4]^+$ D. $[\text{VSO}_4(\text{NH}_3)]^-$
 B. $[\text{VSO}_4(\text{NH}_3)]^{2+}$ E. $[\text{V}(\text{NH}_3)_5\text{SO}_4]^{2-}$
 C. $[\text{V}(\text{NH}_3)_5\text{SO}_4]^{2+}$
27. Molekul hibrida sp^3 terdapat dalam senyawa
- A. $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}$ D. $\text{Zn}(\text{NH}_3)_4\text{SO}_4$
 B. $\text{K}_2[\text{Ni}(\text{CN})_4]$ E. Na_3CoF_6
 C. $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$
28. Bentuk geometri ion $\text{Ni}(\text{CN})_4^{2-}$ adalah
- A. linear D. oktahedron
 B. tetrahedron E. trigonal
 C. segi empat datar

29. Bentuk geometri ion $\text{Co}(\text{NH}_3)_6^{2+}$ adalah
- A. linear
 - B. tetrahedron
 - C. segi empat datar
 - D. oktahedron
 - E. trigonal
30. Senyawa kompleks yang terdiri dari atom pusat Cu dengan nomor atom 29, tiga molekul NH_3 dan 2 ion Cl^- sebagai ligan dan anion. Bentuk molekulnya adalah
- A. linier
 - B. tetrahedral
 - C. bujur sangkar
 - D. segitiga bipiramida
 - E. oktahedral



KIMIA RADIOAKTIF

21

A. SEJARAH SINGKAT

- Pada tahun 1895, Wilhelm Konrad Rontgen (1845–1923) menemukan sinar-X.
- Pada tahun 1896, Henry Becquerel (1852–1908) dari Prancis menemukan garam uranil sulfat ($K_2UO_2(SO_4)_2$) mengeluarkan sinar secara spontan. Sinar tersebut disebut sinar radioaktif dan gejala dari pemancaran sinar ini dengan spontan disebut gejala keradioaktifan.
- Pada tahun 1898, Pierre Curie dan Marie Curie berhasil memisahkan dua isotop radioaktif (radioisotop) radium (Ra) dan polonium (Po). Kedua isotop tersebut bersifat radioaktif, oleh karenanya disebut isotop radioaktif atau radioisotop.
- Pada tahun 1898, Paul Villard menemukan sinar γ .
- Pada tahun 1899, Ernest Rutherford menemukan sinar α dan β .

B. SIFAT-SIFAT SINAR DAN PARTIKEL RADIOAKTIF

Sinar radioaktif yang dipancarkan oleh suatu isotop radioaktif memiliki sifat-sifat, yaitu:

- Dapat menembus lempeng logam yang tipis.
- Dapat menghitamkan pelat film yang terbungkus oleh kertas hitam.

- c. Dalam medan magnet terurai menjadi tiga berkas, yaitu sinar alfa (α), sinar beta (β), dan sinar gamma (γ).

Beberapa karakteristik sinar α :

- Merupakan inti atom helium.
- Berlambang ${}^4_2\text{He}$ atau ${}^4_2\alpha$.
- Dalam medan listrik dibelokkan ke kutub negatif, jadi sinar alfa bermuatan positif.
- Berdaya tembus kecil.
- Dapat mengionkan benda-benda yang dilaluinya.

Beberapa karakteristik sinar β :

- Merupakan pancaran elektron dengan kecepatan mendekati kecepatan cahaya.
- Berlambang ${}^0_1\text{e}$ atau ${}^0_{-1}\beta$.
- Dalam medan listrik dibelokkan ke kutub positif, jadi sinar beta bermuatan negatif.
- Berdaya tembus lebih besar daripada sinar alfa.
- Dapat mengionkan benda-benda yang dilaluinya, tetapi daya pengionnya lebih rendah daripada sinar alfa.

Beberapa karakteristik sinar γ :

- Merupakan gelombang elektromagnetik dengan panjang gelombang yang pendek.
- Berlambang ${}^0_0\gamma$.
- Tidak terpengaruh oleh medan listrik dan medan magnet.
- Berdaya tembus sangat besar.
- dapat mengionkan benda-benda yang dilaluinya, tetapi daya pengionnya lebih rendah daripada sinar alfa dan sinar beta.

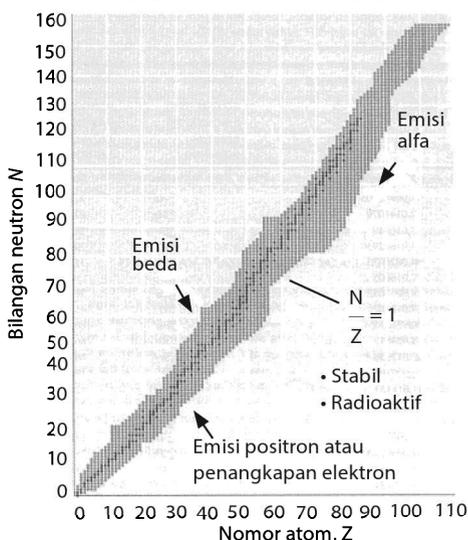
Beberapa sinar atau partikel lain yang dapat dipancarkan oleh isotop radioaktif adalah sebagai berikut:

- Neutron berlambang ${}^1_0\text{n}$ merupakan partikel.
- Proton berlambang ${}^1_1\text{p}$ atau ${}^1_1\text{H}$ merupakan partikel.
- Positron berlambang ${}^0_{+1}\text{e}$ merupakan partikel.

C. STABILITAS INTI

Partikel-partikel di dalam inti atom (proton dan neutron) dipersatukan oleh gaya inti yang menyebabkan ikatan diantara partikel-partikel inti sangat kuat dan menjadikan inti stabil. Di samping gaya inti terdapat pula gaya tolak elektrostatis diantara proton-proton dalam inti yang arah kerjanya berlawanan dengan gaya inti. Apabila gaya tolak antar proton tidak dapat dimbangi oleh gaya inti akan menjadikan suatu inti atom tidak stabil. Dengan demikian stabilitas inti ditentukan oleh perbandingan antara neutron dengan proton ($\frac{n}{p}$).

Hasil pengamatan terhadap nuklida-nuklida menunjukkan bahwa nuklida dengan nomor atom 1 sampai dengan 20 bersifat stabil apabila harga $\frac{n}{p}$ nya bernilai satu. Unsur-unsur yang bernomor atom lebih dari 20 bersifat stabil apabila $\frac{n}{p}$ lebih besar dari satu. Dari pita kestabilan terlihat bahwa harga $\frac{n}{p}$ nuklida stabil berkisar antara 1 sampai dengan 1,6. Nuklida-nuklida dengan nomor atom lebih besar dari 83 bersifat tidak stabil.



Gambar 21.1. Grafik Kestabilan

D. PELURUHAN

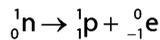
Peluruhan adalah peristiwa nuklida radioaktif memancarkan sinar/partikel radioaktif hingga berubah menjadi nuklida stabil/lebih stabil. Peluruhan radioaktif bersifat spontan karena secara termodinamika dalam proses tersebut terjadi perubahan energi ΔE yang besar. Perubahan energi bebas ΔG pada dasarnya sama dengan ΔE . Dengan demikian kriteria termodinamika untuk reaksi peluruhan spontan disederhanakan menjadi: $\Delta E < 0$ atau $\Delta m < 0$.

Peluruhan inti radioaktif dibedakan atas peluruhan inti ringan dan peluruhan inti berat. Peluruhan inti ringan terbagi atas inti ringan dengan harga $\frac{n}{p}$ di atas pita kestabilan dan inti ringan dengan harga $\frac{n}{p}$ di bawah pita kestabilan.

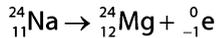
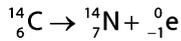
a. Inti ringan dengan harga $\frac{n}{p}$ di atas pita kestabilan

Proses peluruhannya dilakukan dengan cara:

1. Mengubah neutron menjadi proton yang disertai dengan pemancaran sinar β .



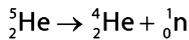
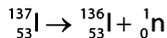
Contoh:



2. Memancarkan partikel neutron

Karena partikel neutron tidak bermuatan maka nuklida yang dihasilkan sama dengan nuklida mula-mula.

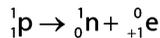
Contoh:



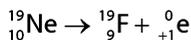
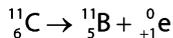
h. Inti ringan dengan $\frac{n}{p}$ di bawah pita kestabilan

Proses peluruhannya dilakukan dengan cara:

1. Mengubah proton menjadi neutron dengan disertai pemancaran positron.

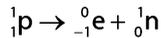


Contoh :

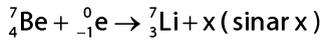


2. Penangkapan elektron dari kulit K

Proses ini terjadi akibat gaya inti terlampaui kuat sehingga sebuah elektron dari kulit K jatuh ke dalam inti dan bergabung dengan proton menjadi neutron.

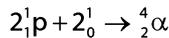


Contoh:

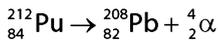
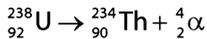


c. Peluruhan inti berat

Inti berat adalah nuklida dengan nomor atom lebih besar dari 83 dan umumnya bersifat radioaktif. Proses peluruhannya terjadi dengan pemancaran proton dan neutron bersama-sama dalam bentuk pemancaran sinar alfa.



Contoh:



E. REAKSI INTI

Reaksi inti adalah reaksi yang terjadi antara suatu inti atom dengan inti atom lain sehingga terbentuk satu atau lebih inti baru. Jenis-jenis reaksi inti meliputi:

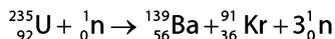
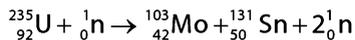
- Transmutasi inti, yaitu perubahan inti atom suatu unsur menjadi inti atom unsur lain karena inti atom tersebut ditembaki dengan partikel dasar atau inti atom lain.

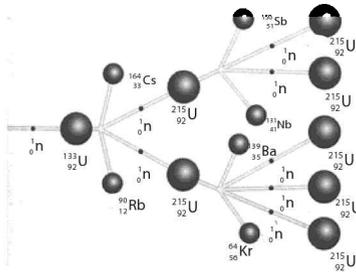
Contoh:



- Reaksi fisi, yaitu reaksi pembelahan suatu inti menjadi dua inti baru yang massanya hampir sama.

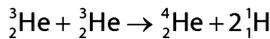
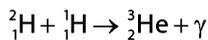
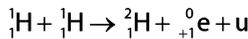
Contoh:





Gambar 21.2. Reaksi fisi

- c. Reaksi fusi, yaitu reaksi penyatuan dua inti ringan menjadi suatu inti yang lebih berat dengan melepas energi. Reaksi fusi disebut juga reaksi termonuklir karena reaksi ini memerlukan partikel berenergi kinetik yang sangat tinggi sewaktu berbenturan, yang berhubungan dengan suhu jutaan derajat, sebelum reaksinya dimulai. Pada tahun 1939 Hans Bethe dan secara sendiri-sendiri Carl Von Weizsacker, mengusulkan bahwa pada bintang normal terjadi reaksi berikut:



1. Pada reaksi pertama, dua proton dengan kecepatan tinggi berfusi membentuk deutron, dengan memancarkan satu positron dan satu neutrino yang membawa pergi (sebagai energi kinetik) tambahan energi sebesar 0,415 MeV.
2. Pada reaksi kedua, deutron berenergi tinggi bergabung dengan proton berkecepatan tinggi membentuk inti helium dengan massa tiga dan sinar gamma.
3. Reaksi ketiga, melengkapi siklus dengan membentuk inti helium normal (${}^4_2\text{He}$) dan meregenerasi dua proton. Hasil keseluruhan dari siklus ini ialah konversi inti hirogen menjadi inti helium dan prosesnya dinamakan pembakaran hidrogen.

F. DERET RADIOAKTIF

Deret radioaktif adalah deretan unsur-unsur hasil peluruhan suatu unsur radioaktif yang berakhir dengan terbentuknya unsur stabil, yaitu unsur Pb atau Bi. Telah dikenal empat deret peluruhan radioaktif, yaitu:

- Deret uranium, dimulai dari peluruhan ${}^{238}_{92}\text{U}$ berakhir pada ${}^{206}_{82}\text{Pb}$
- Deret thorium, dimulai dari peluruhan ${}^{232}_{90}\text{Th}$ berakhir pada ${}^{208}_{82}\text{Pb}$
- Deret aktinium, dimulai dari peluruhan ${}^{235}_{92}\text{U}$ berakhir pada ${}^{207}_{82}\text{Pb}$
- Deret neptunium, dimulai dari peluruhan ${}^{237}_{93}\text{Np}$ berakhir pada ${}^{209}_{83}\text{Bi}$

G. KINETIKA PELURUHAN ZAT RADIOAKTIF

Laju peluruhan zat radioaktif mengikuti persamaan laju reaksi orde pertama. Artinya laju peluruhan tersebut sebanding dengan jumlah inti yang ada. Laju peluruhan tersebut dirumuskan:

$-\frac{dN}{dt}$ sebanding dengan N

$$-\frac{dN}{dt} = k \cdot N$$

Hasil integrasinya adalah: $N_t = N_o \cdot e^{-kt}$

Dengan: N_t = jumlah inti yang ada pada saat t

N_o = jumlah inti mula-mula pada saat $t = 0$

k = tetapan peluruhan

t = waktu untuk meluruh

Tetapan peluruhan, k berhubungan dengan waktu paruh $t_{\frac{1}{2}}$, yaitu:

$$t_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln 2}{k} = \frac{0,6931}{k}$$

Dalam kinetika peluruhan zat radioaktif, laju peluruhan $\left(-\frac{dN}{dt}\right)$

diukur langsung dengan pencacah Geiger atau detektor radiasi

lainnya. Laju peluruhan ini, yaitu laju pelepasan dalam jumlah inti per satuan waktu, disebut aktivitas.

$$\text{Aktivitas} = A = -\frac{dN}{dt} = k.N$$

Hasil integrasinya adalah: $A_t = A_o \cdot e^{-kt}$

Hubungan antara aktivitas dengan jumlah inti adalah:

$$N = \frac{A}{k} = \frac{A \cdot t_{\frac{1}{2}}}{\ln 2} = \frac{A \cdot t_{\frac{1}{2}}}{0,6931}$$

H. PENGGUNAAN RADIOISOTOP

a. Sebagai perunut

1. Bidang kedokteran
 - Na-24: mendeteksi adanya gangguan peredaran darah.
 - P-32: mendeteksi penyakit mata, tumor dan hati.
 - Fe-59: mempelajari pembentukan sel darah merah.
 - Tc-99: mendeteksi kerusakan jaringan pada organ tertentu, seperti jantung, hati dan paru-paru.
 - Xe-133: mendeteksi penyakit paru-paru.
 - I-131: mendeteksi kerusakan pada kelenjar gondok, dan terapi kanker kelenjar tiroid.
 - Tl-201: akan diserap oleh jaringan yang sehat pada organ jantung.
2. Bidang ilmu kimia dan biologi
 - C-14: mempelajari mekanisme reaksi fotosintesis.
 - O-18: mempelajari reaksi esterifikasi.
 - I-131: mempelajari kesetimbangan dinamis.
3. Bidang industri
 - Untuk mendeteksi pengaruh oli dan aditif pada mesin selama mesin bekerja. Piston, ring, dan komponen lain dari mesin ditandai dengan isotop radioaktif dari logam yang sama.
 - Laju aus komponen mesin dapat dipantau dengan mengukur kadar radioisotop dalam oli yang digunakan.

4. Bidang hidrologi
 - Na-24: dipakai untuk mempelajari kecepatan aliran air sungai.
 - Na-24: dapat digunakan untuk menyelidiki kebocoran pipa di dalam tanah.

h. Sebagai sumber radiasi

- a. Bidang kedokteran
 - Radiasi digunakan untuk sterilisasi alat-alat kedokteran.
 - Co-60: pemancar gamma untuk terapi tumor/kanker.
- b. Bidang pertanian
 - Radiasi digunakan untuk pembentukan bibit unggul, pemberantasan hama, menghambat pertumbuhan tunas pada kentang dan bawang.
 - P-32: untuk pemupukan tanaman.
- c. Bidang industri
 - Radiasi digunakan untuk pemeriksaan benda tanpa merusak, mengontrol ketebalan bahan, mengawetkan bahan kayu, barang-barang seni dan meningkatkan mutu tekstil.

CONTOH SOAL DAN PEMBAHASAN

1. Tuliskan persamaan reaksi inti di bawah ini!

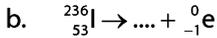
- a. Peluruhan alfa ${}_{90}^{230}\text{Th}$
- b. Peluruhan sinar beta dari ${}_{53}^{236}\text{I}$

Pembahasan:

- a. ${}_{90}^{230}\text{Th} \rightarrow \dots + {}_2^4\alpha$
 $230 = a + 4 \Leftrightarrow a = 226$
 $90 = b + 2 \Leftrightarrow b = 88$

Dengan demikian nuklida yang dimaksud adalah ${}_{88}^{226}\text{Ra}$.

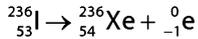




$$236 = a + 0 \Leftrightarrow a = 236$$

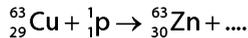
$$53 = b + -1 \Leftrightarrow b = 54$$

Dengan demikian nuklida yang dimaksud adalah ${}_{54}^{236}\text{Xe}$.



2. Lengkapi notasi reaksi transmutasi: ${}_{29}^{63}\text{Cu}(\text{p}, \dots) {}_{30}^{63}\text{Zn}$!

Pembahasan:



$$63 + 1 = a + 63 \Rightarrow a = 1$$

$$29 + 1 = b + 30 \Rightarrow b = 0$$

Partikel yang dimaksud adalah neutron, ${}_0^1\text{n}$.



3. Dalam proses peluruhan Polonium: ${}_{84}^{212}\text{Po} \rightarrow {}_{82}^{208}\text{Pb} + \text{X}$, X adalah

A. deteron

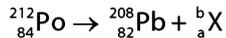
D. proton

B. neon

E. neutron

C. helium

Jawaban: C



$$84 = 82 + a \Rightarrow a = 2$$

$$212 = 208 + b \Rightarrow b = 4$$

Jadi partikel X adalah helium

4. Jika atom aluminium ditembaki dengan partikel x, akan terjadi isotop fosforus sesuai dengan reaksi: ${}_{13}^{27}\text{Al} + \text{x} \rightarrow {}_{15}^{30}\text{P} + {}_0^1\text{n}$. Dalam persamaan reaksi ini x adalah

A. partikel beta

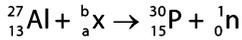
D. foton

B. partikel neutron

E. atom tritium ${}_1^3\text{H}$

C. partikel alfa

Jawaban: C



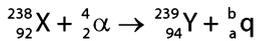
$$13 + a = 15 + 0 \Rightarrow a = 2$$

$$27 + b = 30 + 1 \Rightarrow b = 4$$

Dengan demikian x adalah partikel alfa, ${}_{2}^4\alpha$

5. Jika suatu partikel radioisotope ${}_{92}^{238}\text{X}$ ditembak dengan 1 partikel sinar α , maka akan diperoleh suatu partikel ${}_{94}^{239}\text{Y}$ dan akan memancarkan ...
- A. 2 partikel proton
 B. 3 partikel neutron
 C. 3 partikel β
 D. 4 partikel α
 E. 4 partikel positron

Jawaban: B



$$92 + 2 = 94 + a \Rightarrow a = 0$$

$$238 + 4 = 239 + b \Rightarrow b = 3$$

Dengan demikian, ${}^3_0\text{q} = 3 {}^1_0\text{n}$

6. Sebanyak 32 mg suatu nuklida radioaktif disimpan selama 200 hari. Jika massa nuklida radioaktif tersebut tinggal 4 gram, tentukan waktu paruh nuklida tersebut!

Pemahasan:

$$N_o = 32 \text{ mg}$$

$$N_t = 4 \text{ gram}$$

$$t = 200 \text{ hari}$$

$$N_t = N_o \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{t_{1/2}}}$$

$$4 = 32 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{200}{t_{1/2}}}$$

$$\frac{2}{32} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{200}{t_{1/2}}}$$

$$\left(\frac{1}{2}\right)^4 = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{200}{t_{\frac{1}{2}}}}$$

$$4 = \frac{200}{t_{\frac{1}{2}}}$$

$$t_{\frac{1}{2}} = 50.$$

Jadi, waktu paruhnya adalah 50 hari.

7. Tritium, ${}^3_1\text{H}$ meluruh dengan pemancaran beta menjadi ${}^3_2\text{He}$ dengan waktu paruh 12,26 tahun. Sampel senyawa bertritium memiliki aktivitas awal 0,833 Bq. Hitunglah jumlah inti tritium N_0 dalam sampel pada saat awal. tetapan peluruhan (k) dan aktivitas setelah 2,50 tahun!

Pembahasan:

- Ubah waktu paruh ke detik:

$$t_{\frac{1}{2}} = 12,26 \text{ tahun} \times 60 \times 24 \times 365 \text{ s tahun}^{-1} = 3,866 \times 10^8 \text{ s}$$

- Jumlah inti mula-mula adalah:

$$N_0 = \frac{A \cdot t_{\frac{1}{2}}}{0,6931} = \frac{0,833 \text{ s}^{-1} \times 3,866 \times 10^8 \text{ s}}{0,6931} = 4,65 \times 10^8 \text{ inti}$$

- Tetapan peluruhan (k) adalah:

$$k = \frac{0,6931}{t_{\frac{1}{2}}} = \frac{0,6931}{3,866 \times 10^8 \text{ s}} = 1,793 \times 10^{-9} \text{ s}^{-1}$$

- Menentukan aktivitas setelah 2,5 tahun adalah:

$$T = 2,5 \text{ tahun} \times 60 \times 24 \times 365 \text{ s tahun}^{-1} = 7,884 \times 10^7 \text{ s}$$

$$A_t = A_0 \cdot e^{-kt}$$

$$= 0,833 \text{ Bq} \times \exp(-1,793 \times 10^{-9} \text{ s}^{-1} \times 7,884 \times 10^7 \text{ s})$$

$$= 0.723 \text{ Bq}$$

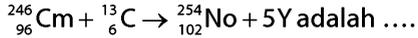
8. Suatu nuklida radioaktif sebanyak 20 mg disimpan selama 100 hari. Tentukan berapa mg massa nuklida radioaktif sekarang! (Harga tetapan peluruhan nuklida tersebut adalah $4,6 \cdot 10^{-2}$)

LATIHAN SOAL 21

1. Gejala keradioaktifan ditemukan oleh
 - A. Ernest Rutherford
 - B. Pierre Curie
 - C. Henry Becquerel
 - D. W.C. Rontgen
 - E. Paul U. Villard
2. Partikel radioaktif yang tidak bermassa tetapi bermuatan positif satu adalah
 - A. gamma
 - B. beta
 - C. positron
 - D. proton
 - E. neutron
3. Pita kestabilan adalah
 - A. diagram yang melukiskan hubungan neutron dan proton dari setiap unsur
 - B. pita yang terbentuk pada diagram neutron dan proton dari nuklida-nuklida yang stabil
 - C. pita yang terdapat pada setiap nuklida tidak stabil
 - D. pita yang terdapat pada setiap nuklida stabil
 - E. pita yang menghubungkan nuklida-nuklida stabil dan nuklida tidak stabil
4. Suatu isotop tidak stabil yang pada peta isotop terletak di bawah kurva kestabilan inti biasanya memancarkan
 - A. elektron
 - B. neutron
 - C. partikel beta
 - D. partikel alfa
 - E. positron

5. Perubahan proton menjadi neutron yang terjadi di dalam inti atom akan disertai dengan pemancaran
- A. elektron
B. proton
C. positron
D. beta
E. alfa
6. Proses yang dapat mengakibatkan kenaikan nomor atom satu satuan adalah
- A. emisi proton
B. emisi sinar beta
C. emisi sinar gamma
D. emisi sinar alfa
E. penangkapan elektron
7. Suatu unsur dikatakan bersifat radioaktif apabila
- A. dalam medan magnet dapat terurai
B. dapat memancarkan cahaya dalam gelap
C. dalam medan listrik membelok ke kutub positif
D. mempunyai isotop lebih dari dua macam
E. dapat memancarkan sinar radioaktif dengan sendirinya
8. Pada perubahan ${}^6_{14}\text{C}$ menjadi ${}^7_{14}\text{N}$ terjadi
- A. pemancaran β
B. pemancaran n
C. pemancaran α
D. pemancaran positron
E. penangkapan elektron
9. Manakah di antara reaksi berikut yang menghasilkan inti helium
- A. ${}^{82}_{214}\text{Pb} \rightarrow {}^{84}_{218}\text{Po}$
B. ${}^{13}_{24}\text{Al} \rightarrow {}^{12}_{24}\text{Mg}$
C. ${}^{90}_{230}\text{Th} \rightarrow {}^{88}_{226}\text{Ra}$
D. ${}^{83}_{214}\text{Bi} \rightarrow {}^{84}_{214}\text{Po}$
E. ${}^{92}_{239}\text{Pb} \rightarrow {}^{92}_{235}\text{Pb}$
10. Jika suatu atom ${}^{92}_{238}\text{U}$ memancarkan satu partikel beta, kemudian zat radioaktif yang dihasilkan memancarkan satu partikel alfa, maka akan dihasilkan unsur radioaktif
- A. ${}^{90}_{232}\text{Th}$
B. ${}^{91}_{232}\text{Pa}$
C. ${}^{90}_{234}\text{Th}$
D. ${}^{91}_{234}\text{Pa}$
E. ${}^{92}_{234}\text{U}$

17. Partikel yang dipancarkan (Y) pada proses:



- A. helium
- B. deuterium
- C. beta
- D. neutron
- E. proton

18. Reaksi fusi terjadi pada

- A. peristiwa transmudasi inti
- B. reaktor atom
- C. peluruhan radioaktif
- D. peledakan bom atom
- E. reaksi inti di matahari

19. Penggunaan isotop radioaktif dalam bidang kimia, *kecuali*

- A. penentuan kadar zat dalam campuran
- B. penentuan kadar pencemaran air
- C. penentuan laju reaksi
- D. penentuan mekanisme reaksi
- E. penentuan umur fosil

20. Isotop radioaktif yang digunakan untuk mempelajari mekanisme reaksi esterifikasi adalah

- A. ${}_{15}^{31}\text{P}$
- B. ${}_{6}^{14}\text{C}$
- C. ${}_{11}^{24}\text{Na}$
- D. ${}_{6}^{12}\text{C}$
- E. ${}_{8}^{18}\text{O}$

21. Radioisotop yang digunakan untuk sterilisasi alat-alat kedokteran adalah

- A. Cs-137
- B. I-131
- C. Co-60
- D. Ca-47
- E. Na-24

22. Isotop ${}_{11}^{24}\text{Na}$ merupakan isotop yang dipakai untuk mendeteksi adanya gangguan peredaran darah. Isotop ini pemancar

- A. alfa
- B. beta
- C. gamma
- D. positron
- E. proton

23. Dalam reaksi inti ${}^{14}_7\text{N} + x \rightarrow {}^{17}_8\text{O} + {}^1_1\text{H}$, x adalah ...
- A. alfa
B. beta negatif
C. gamma
D. X
E. beta positif
24. Pada proses peluruhan: ${}^{215}_{84}\text{Po} \xrightarrow{X} {}^{211}_{82}\text{Pb} \xrightarrow{Y} {}^{211}_{83}\text{Bi}$, X dan Y adalah
- A. α dan γ
B. α dan β
C. β dan α
D. γ dan α
E. β dan γ
25. Isotop ${}^{242}_{94}\text{Pu}$ memancarkan lima buah partikel α dan dua buah partikel β . Isotop yang terbentuk pada proses ini adalah
- A. ${}^{232}_{90}\text{Pu}$
B. ${}^{220}_{87}\text{Fr}$
C. ${}^{247}_{96}\text{Cm}$
D. ${}^{244}_{94}\text{Pu}$
E. ${}^{222}_{86}\text{Rn}$
26. Pasangan isotop yang digunakan untuk menyelidiki sirkulasi darah dan terapi kanker berturut-turut adalah ...
- A. ${}^{24}\text{Na}$ dan ${}^{32}\text{P}$
B. ${}^{14}\text{C}$ dan ${}^{18}\text{O}$
C. ${}^{131}\text{I}$ dan ${}^{60}\text{Co}$
D. ${}^{24}\text{Na}$ dan ${}^{60}\text{Co}$
E. ${}^{32}\text{P}$ dan ${}^{131}\text{I}$
27. Waktu paruh suatu radioisotop 20 hari. Fraksi radioaktif yang masih tersisa setelah 60 hari adalah
- A. $\frac{1}{2}$
B. $\frac{1}{3}$
C. $\frac{1}{4}$
D. $\frac{1}{6}$
E. $\frac{1}{8}$
28. Suatu zat radioaktif X meluruh 87,5% setelah disimpan 30 hari. Waktu paruh radioaktif tersebut adalah
- A. 5 hari
B. 7,5 hari
C. 10 hari
D. 12,5 hari
E. 15 hari

29. Waktu paruh Bi-210 adalah 5 hari. Jika mula-mula disimpan massanya 40 gram, setelah disimpan 15 hari massanya berkurang
- A. 5 gram
 - B. 15 gram
 - C. 20 gram
 - D. 30 gram
 - E. 35 gram
30. Suatu radioisotop massanya 8 gram tersimpan selama 40 hari. Jika waktu paruh radioisotop 10 hari, radioisotop yang masih tersisa adalah
- A. 0,5 gram
 - B. 1,5 gram
 - C. 2,0 gram
 - D. 4,0 gram
 - E. 5,0 gram



Kimia (bahasa Arab: kimiya atau bahasa Yunani: khemeia, "perubahan benda/zat") adalah ilmu tentang komposisi, struktur, dan sifat zat atau materi.

HIDROKARBON

22

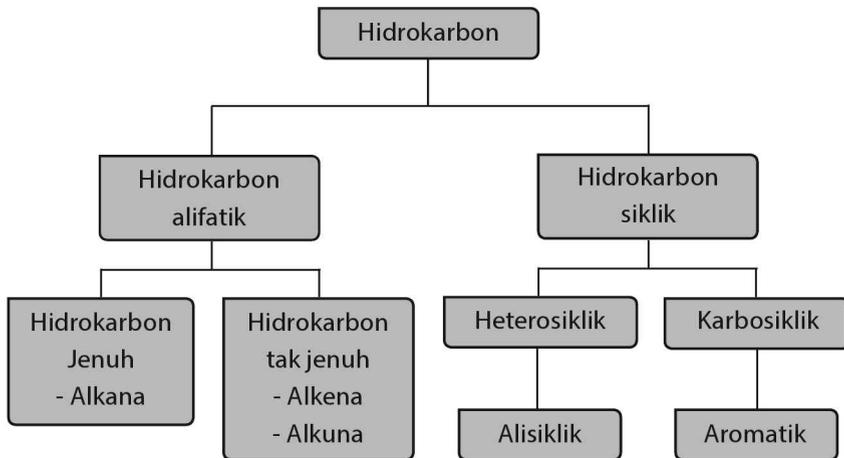
Di tahun 1850, ilmu kimia yang mempelajari tentang senyawa-senyawa yang berasal dari makhluk hidup disebut kimia organik. Akan tetapi, di sekitar tahun 1900, definisi tersebut memudar. Para ilmuwan banyak mensintesis senyawa-senyawa baru yang berasal dari makhluk hidup, namun unsur penyusunnya sama dengan senyawa yang berasal dari makhluk hidup. Oleh karena itu, kimia organik didefinisikan sebagai senyawa karbon pada waktu itu.

A. KEUNIKAN ATOM KARBON

Karbon merupakan salah satu unsur yang banyak ditemukan. Karbon dapat terikat secara kovalen dengan karbon lain dan dengan unsur-unsur lainnya. Untuk itu, karbon dijadikan sebagai sebuah studi dalam pelajaran kimia.

Atom karbon memiliki sifat-sifat sebagai berikut:

- a. Atom karbon memiliki empat elektron valensi dan membentuk empat ikatan kovalen.
- b. Atom karbon dapat membentuk ikatan tunggal, rangkap dua, atau rangkap tiga dengan atom karbon lainnya.
- c. Ikatan antaratom karbon dapat membentuk rantai lurus, bercabang, atau melingkar (siklik).



Gambar 22.1. Skema pembagian senyawa hidrokarbon.

1. Hidrokarbon alifatik adalah senyawa hidrokarbon yang rantai C-nya terbuka, baik bercabang ataupun tidak. Hidrokarbon ini terbagi atas:
 - Hidrokarbon jenuh adalah senyawa hidrokarbon yang ikatan antaratom C-nya jenuh (berikatan tunggal), contohnya etana (C_2H_6).
 - Hidrokarbon tak jenuh adalah senyawa hidrokarbon yang ikatan antaratom C-nya tidak jenuh (berikatan rangkap). Bila antar atom C berikatan rangkap dua ($H_2C = CH_2$) disebut alkena. Bila antaratom C berikatan rangkap tiga ($HC \equiv CH$) disebut alkuna.
2. Hidrokarbon siklik adalah senyawa hidrokarbon yang rantai C-nya melingkar dan lingkarannya itu mungkin juga mengikat rantai simpang.
3. Senyawa karbosiklik adalah senyawa siklik yang lingkarannya hanya terdiri atom karbon. Senyawa karbosiklik terdiri atas:
 - Senyawa alisiklik adalah senyawa karbosiklik dengan ikatan tunggal, contohnya sikloheksana (C_6H_{12}).
 - Senyawa aromatik adalah senyawa karbosiklik yang lingkarannya hanya berisi enam atom C yang ikatannya

bukan ikatan tunggal dan bukan pula ikatan rangkap, melainkan antara keduanya, contohnya benzena (C_6H_6) dan turunannya.

4. Senyawa heterosiklik adalah senyawa siklik yang pada lingkarannya selain atom C terdapat juga atom lain, misalnya atom O, S, dan N.

a. Alkana

Alkana adalah golongan senyawa hidrokarbon yang memiliki ikatan jenuh dengan rantai atom C terbuka.

1. Rumus umum Alkana

Rumus umum dan rumus molekul dari alkana adalah:



Dengan: n = jumlah atom C

R = gugus alkil

Semua senyawa alkana membentuk satu deret homolog, yaitu deret homolog alkana. Deret homolog adalah satu golongan senyawa yang suku-suku berurutannya berbeda dengan CH_2 . Adapun ciri-ciri dari suatu deret homolog adalah:

- a) Memiliki sifat kimia yang mirip.
- b) Memiliki rumus umum yang sama.
- c) Suku-suku yang berurutan berbeda CH_2 .
- d) Perbedaan massa molekul relatif (M_r) antara dua suku berurutan adalah 14.
- e) Makin panjang rantai karbon, maka makin tinggi titik didihnya. Beberapa suku alkana yang penting ditunjukkan pada tabel di bawah ini.

Tabel 22.1. Deret homolog alkana.

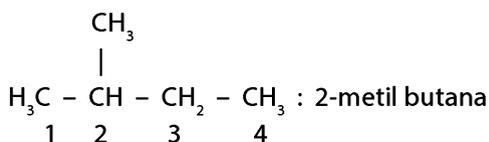
Jumlah atom karbon	Rumus molekul	Nama alkana	Jumlah atom karbon	Rumus molekul	Nama alkana
1	CH ₄	Metana	7	C ₇ H ₁₆	Heptana
2	C ₂ H ₆	Etana	8	C ₈ H ₁₈	Oktana
3	C ₃ H ₈	Propana	9	C ₉ H ₂₀	Nonana
4	C ₄ H ₁₀	Butana	10	C ₁₀ H ₂₂	Dekana
5	C ₅ H ₁₂	Pentana	11	C ₁₁ H ₂₄	Undekana
6	C ₆ H ₁₄	Heksana	12	C ₁₂ H ₂₆	Dodekana

2. Tata nama alkana

Pemberian nama alkana berdasarkan tata nama yang telah ditetapkan oleh IUPAC (*International Union of Pure and Applied Chemistry*) sebagai berikut:

- a) Jika tidak bercabang: nama alkana sesuai dengan jumlah atom C-nya dan di depannya diberi awalan n (normal).
Contoh: H₃C – CH₂ – CH₂ – CH₂ – CH₃ : n-pentana
- b) Jika bercabang gunakan peraturan berikut:
 - Tentukan nama rantai induknya.
 - » Rantai induk adalah rantai atom C dengan jumlah atom C yang terbanyak.
 - » Namailah rantai induk tersebut dengan nama alkana yang sesuai.
 - Rantai di luar rantai induk dianggap sebagai gugus alkil.
 - » Gugus alkil adalah gugus yang bersal dari alkana yang kehilangan satu atom H.
 - » Rumus umum alkil adalah: C_nH_{2n+1}.
- c) Nomori rantai induk sedemikian rupa, sehingga C yang mengikat gugus alkil bernomor urut kecil.
- d) Urutan pemberian nama:
 - Menyebutkan nomor dari atom C tempat terikatnya alkil
 - menyebutkan gugus alkil
 - Menyebutkan nama rantai utama

Contoh:



Tabel 22.2. Beberapa nama alkil.

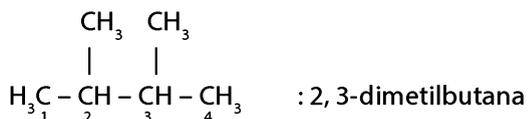
Rumus alkil	Rumus struktur	Nama alkil
$\text{H}_3\text{C}-$	$\text{H}_3\text{C}-$	Metil
C_2H_5-	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-$	Etil
C_3H_7-	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$	n-propil
	$ \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{CH}- \end{array} $	Isopropil
C_4H_9-	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$	n-butil
	$ \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_2- \end{array} $	Isobutil
	$ \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}- \end{array} $	Sek-butil
	$ \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}- \\ \\ \text{CH}_3 \end{array} $	Ters-butil

Bila terdapat dua buah gugus alkil yang sama maka nama alkil diberi awalan:

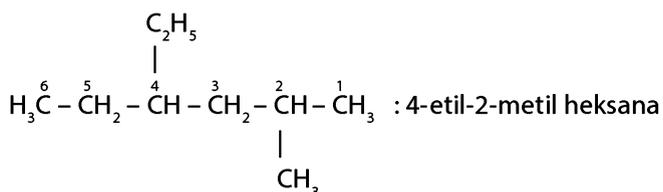
1. Di: bila terdapat dua gugus alkil yang sama.
2. Tri: bila terdapat tiga gugus alkil yang sama.

3. Tetra: bila terdapat empat gugus alkil yang sama.

Contoh:



Bila terdapat lebih dari satu gugus alkil yang berbeda, maka urutan pemberian nama alkil berdasarkan abjad. Contoh:



3. Sifat-sifat alkana

a) Sifat fisis

Untuk melihat beberapa sifat fisis alkana perhatikan tabel berikut!

Tabel 22.3. Beberapa sifat fisis alkana.

Alkana	Rumus molekul	M _r	Titik leleh (°C)	Titik leleh (°C)	Kerapatan (g/cm ³)	Fase pada 25°C
Metana	CH ₄	16	-182	-162	0,423	Gas
Etana	C ₂ H ₆	30	-183	-89	0,545	Gas
Propana	C ₃ H ₈	44	-188	-42	0,501	Gas
Butana	C ₄ H ₁₀	58	-138	-0,5	0,573	Gas
Pentana	C ₅ H ₁₂	72	-130	36	0,526	Cair
Heksana	C ₆ H ₁₄	86	-95	69	0,655	Cair
Heptana	C ₇ H ₁₆	100	-91	99	0,684	Cair

Oktana	C_8H_{18}	114	-57	126	0,699	Cair
Nonana	C_9H_{20}	128	-54	151	0,718	Cair
Dekana	$C_{10}H_{22}$	142	-30	174	0,730	Cair
Undekana	$C_{11}H_{24}$	156	-26	196	0,740	Cair

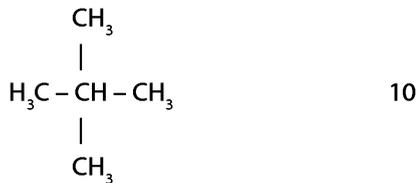
Berdasarkan tabel tersebut disimpulkan bahwa:

- Titik leleh dan titik didih alkana bertambah dengan pertambahan nilai M_r . Hal ini karena gaya antar molekul semakin kuat sehingga semakin besar energi yang dibutuhkan untuk mengatasi gaya tersebut.
- Kerapatan alkana bertambah dengan pertambahan nilai M_r . Hal ini karena gaya antar molekul semakin kuat sehingga molekul-molekul semakin rapat.

Tabel berikut menyajikan perbandingan titik didih senyawa alkana rantai lurus dengan rantai bercabang.

Tabel 22.4. Perbandingan titik didih alkana rantai lurus dengan alkana rantai bercabang.

Rumus Molekul	Rumus struktur	Titik didih ($^{\circ}C$)
	$H_3C - CH_2 - CH_2 - CH_3$	-0,5
C_4H_{10}	$\begin{array}{c} CH_3 \\ \\ H_3C - CH - CH_3 \end{array}$	-12
C_5H_{12}	$H_3C - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_3$	38
	$\begin{array}{c} CH_3 \\ \\ H_3C - CH - CH_2 - CH_3 \end{array}$	28

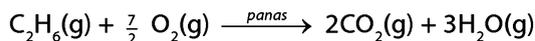


Dari tabel tersebut disimpulkan bahwa senyawa-senyawa alkana dengan M_r sama, alkana dengan rantai bercabang memiliki titik didih yang lebih rendah dibandingkan dengan senyawa dengan rantai lurus.

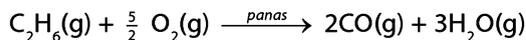
b) Sifat kimia

- Pembakaran alkana

- » Jika dibakar dengan gas oksigen berlebih, pembakaran berlangsung sempurna dengan hasil reaksi CO_2 dan H_2O

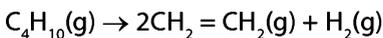


- » Jika dibakar dengan gas oksigen yang kurang, pembakaran berlangsung tidak sempurna. Sebagian alkana membentuk CO_2 dan H_2O dan sisanya membentuk CO dan H_2O .



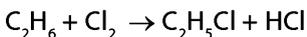
- Perengkahan alkana

Perengkahan alkana adalah reaksi peruraian alkana menjadi molekul-molekul lebih kecil seperti molekul alkana rantai lebih pendek, molekul alkena dan molekul hidrogen. Contoh:



- Reaksi substitusi alkana oleh halogen

Substitusi atom H pada alkana dengan halogen dari pereaksi X_2 ($\text{X} = \text{Cl}$ dan Br). Reaksi ini terjadi dengan bantuan cahaya ultraviolet. Contoh:



4. Sumber dan kegunaan alkana

Sumber alkana:

1. Minyak bumi yang mengandung bermacam-macam alkana yang berantai pendek sampai panjang.
2. Gas alam yang mengandung alkana rantai pendek.

Kegunaan alkana:

1. Sebagai bahan bakar untuk keperluan rumah tangga, kendaraan dan kegiatan industri.
2. Sebagai bahan baku dalam industri petrokimia.

b. Alkena

1. Rumus umum alkena

Alkena merupakan senyawa hidrokarbon tak jenuh, yang ditandai oleh adanya ikatan rangkap dua pada ikatan karbonnya. Rumus umum:



Beberapa alkena disajikan pada tabel di bawah ini.

Tabel 22.5. Rumus molekul dan nama beberapa alkena.

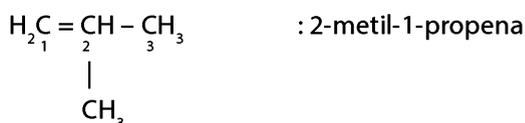
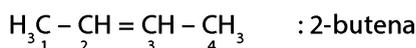
Rumus Molekul	Nama senyawa	Rumus Molekul	Nama senyawa
C_2H_4	Etena	C_7H_{14}	Heptena
C_3H_6	Propena	C_8H_{16}	Oktena
C_4H_8	Butena	C_9H_{18}	Nonena
C_5H_{10}	Pentena	$C_{10}H_{20}$	Dekena
C_6H_{12}	Heksena		

2. Tata nama alkena

Sebagaimana telah dikatakan bahwa alkena merupakan salah satu anggota hidrokarbon tidak jenuh. Ketidakterjenuhan ini dicirikan dengan adanya ikatan rangkap dua pada rantai karbonnya. Aturan tata nama alkena adalah:

- a) Akhiran ana pada alkana diganti dengan akhiran -ena.
- b) Penomoran pada atom C dimulai dari ujung sedemikian hingga atom C yang berikatan rangkap bernomor rendah.
- c) Letak ikatan dinyatakan dengan memberi nomor di depan nama alkana tersebut.

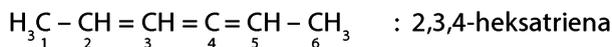
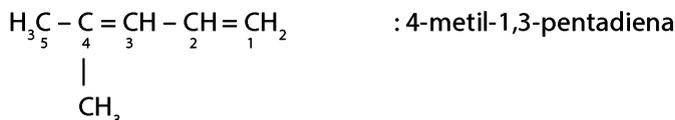
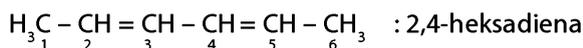
Contoh:



Bila jumlah ikatan rangkap dua lebih daripada satu, maka diberi akhiran:

- diena untuk dua ikatan rangkap dua
- triena untuk tiga ikatan rangkap dua

Contoh:



3. Tata nama alkana

a) Sifat fisis

- Titik didihnya semakin tinggi dengan bertambahnya jumlah atom C. Tiga suku pertama, yakni etena, propena, dan butena berupa gas, suku-suku berikutnya berwujud cair dan C = 18 ke atas berupa padatan.
- Bersifat nonpolar.

c. Alkana

1. Rumus umum alkana

Alkana adalah golongan senyawa hidrokarbon yang memiliki ikatan rangkap tiga pada ikatan antar atom C-nya. Rumus umum alkana adalah:



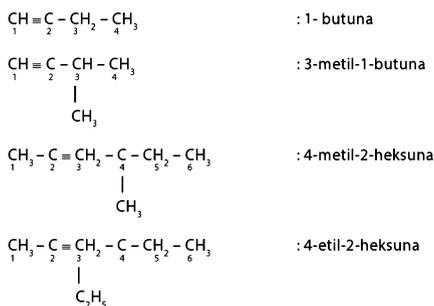
Deret homolog dari beberapa senyawa alkana ditunjukkan pada tabel di bawah ini.

Tabel 22.6. Deret homolog alkana.

Rumus Molekul	Nama alkana	Rumus molekul	Nama alkana
C_2H_2	Etuna	C_8H_{14}	Oktuna
C_3H_4	Propuna	C_9H_{16}	Nonuna
C_4H_6	Butuna	$C_{10}H_{18}$	Dekuna
C_5H_8	Pentuna	$C_{11}H_{20}$	Undekuna
C_6H_{10}	Heksuna	$C_{12}H_{22}$	Dodekuna
C_7H_{12}	Heptuna		

2. Tata nama alkana

Aturan tata nama alkana mengikuti aturan tata nama alkana, hanya saja akhiran -ena pada alkana diganti dengan akhiran -una. Aturan tata nama selanjutnya adalah sama. Contoh:



3. Tata nama alkuna

a) Sifat fisis

Titik didihnya semakin tinggi dengan bertambahnya jumlah atom C. Tiga suku pertama, yakni etuna, propuna, dan 1-butuna berupa gas.

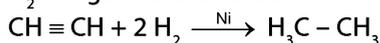
b) Sifat fisis

- Dapat dibakar

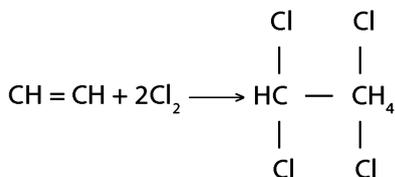


- Dapat diadisi oleh:

» H_2 dengan katalis serbuk Ni



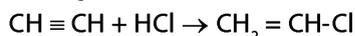
» Halogen, X_2 :



etena

1,1,2,2-tetrakloroetana

- Hidrogen halida



etuna

kloroetena

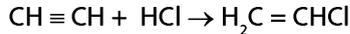


kloroetena

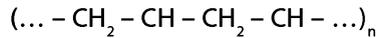
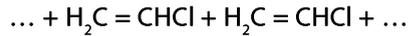
1,1-dikloroetana

- Dapat mengalami polimerisasi

Etuna dengan HCl membentuk vinil klorida, yang dapat berpolimerisasi membentuk suatu plastik polivinilklorida (PVC).

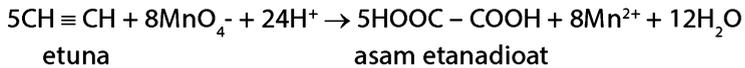


vinilklorida



polivinilklorida

- Alkana bereaksi dengan oksidator KMnO_4 dalam suasana asam

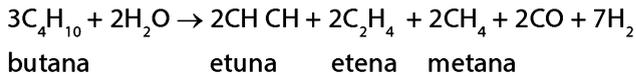


4. Sumber dan kegunaan alkuna

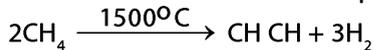
Sumber

Alkuna disintesis melalui reaksi perengkahan alkana dari gas alam dan minyak bumi.

- Perengkahan alkana dalam minyak bumi



- Pembakaran alkana tidak sempurna



- Reaksi antara kalsium karbida (CaC_2) dengan H_2O



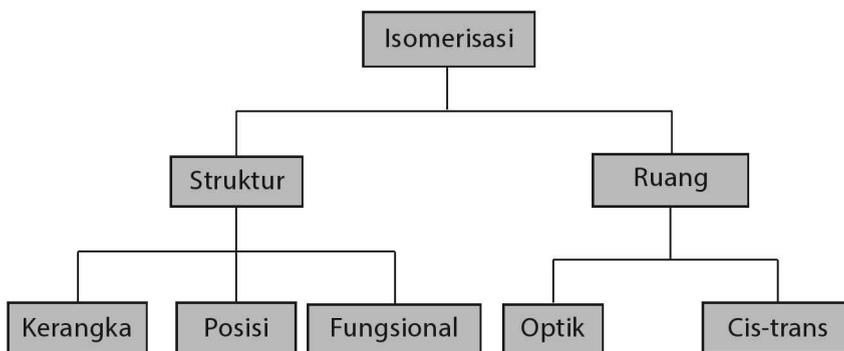
Kegunaan

Etuna digunakan pada pengelasan dan pemotongan logam. Hal ini karena pada pembakaran etuna dihasilkan suhu tinggi ($2.500\text{--}3.000^\circ\text{C}$) yang digunakan untuk melelehkan logam.

D. KEISOMERAN

Keisomeran atau isomerisasi adalah gejala yang mana suatu senyawa kimia yang rumus molekulnya sama (jumlah dan jenis atomnya sama),

memiliki sifat-sifat yang berbeda disebabkan adanya perbedaan dalam penyusunan atom-atom. Pembagian isomerisasi ditunjukkan pada gambar 22.2.



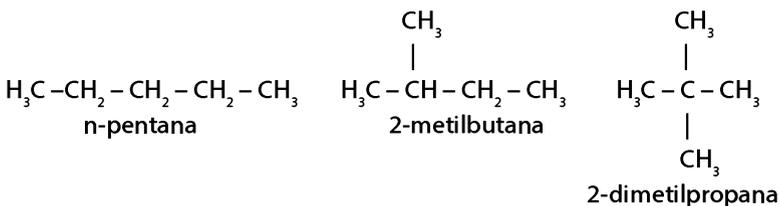
Gambar 22.2. Skematis pembagian isomerisasi.

a. Isomerisasi struktur

Isomerisasi struktur terjadi apabila suatu senyawa dengan rumus molekul yang sama memiliki sifat berbeda yang disebabkan oleh adanya perbedaan dalam struktur rantai karbonnya.

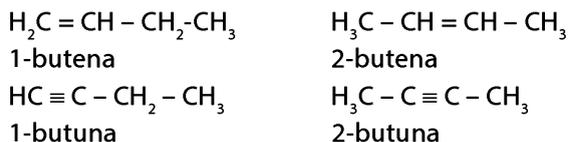
1. Isomerisasi kerangka/rantai

Isomerisasi ini terjadi karena adanya perbedaan dalam kerangka atau rantai atom karbonnya. Contoh:



2. Isomerisasi posisi

Isomerisasi ini terjadi karena adanya perbedaan posisi gugus fungsinya dari suatu senyawa. Contoh:

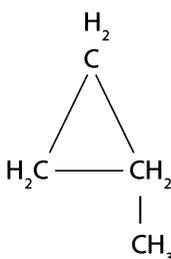
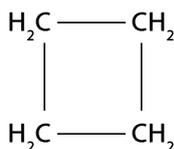
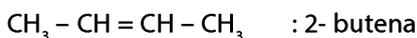
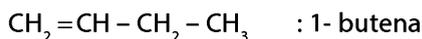


3. Isomerisasi gugus fungsi (fungsional)

Isomerisasi ini terjadi karena adanya perbedaan gugus fungsi dari senyawa karbon. Pada senyawa hidrokarbon isomerisasi ini terjadi antara senyawa alkena (bergugus fungsi $C=C$) dengan sikloalkana (rantai tertutup), keduanya memiliki rumus C_nH_{2n} . Selain itu, terjadi juga antara alkuna (bergugus fungsi $C\equiv C$) dengan alkadiena (terdapat dua buah ikatan $C=C$), keduanya berumus molekul C_nH_{2n-2} .

Contoh:

- Antara alkena dan sikloalkana dari C_4H_8



metilsiklopropana

- Antara alkuna dan alkadiena dari C_4H_6



1-butuna

2-butuna



1,2-butadiena

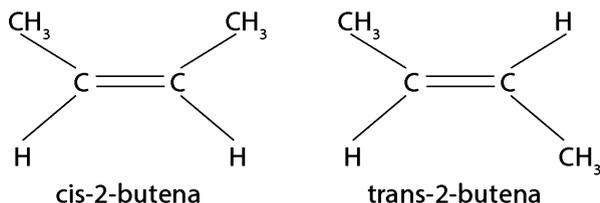
1,3-butadiena

b. Isomerisasi Ruang

Isomerisasi ruang terjadi bila senyawa-senyawa dengan rumus molekul yang sama dan gugus fungsi yang sama memiliki perbedaan dalam cara penyusunannya dalam ruang (tiga dimensi).

1. Isomerisasi cis-trans

Isomerisasi yang terjadi pada senyawa-senyawa yang memiliki ikatan rangkap dua (alkena), yang mana masing-masing atom C yang berikatan rangkap mengikat dua atom/gugus atom yang berbeda. Bila digambarkan sebagai berikut:

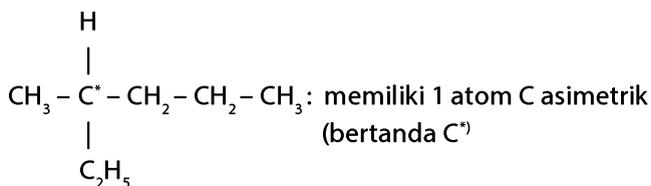


2. Isomerisasi Optik

Isomerisasi optik terjadi pada senyawa-senyawa yang bersifat optik, yaitu senyawa-senyawa yang dapat memutar bidang cahaya terpolarisasi. Bila cahaya terpolarisasi dilewatkan pada senyawa-senyawa yang bersifat optik maka bidang cahaya terpolarisasi tadi akan diputar ke arah kiri (berlawanan dengan arah jarum jam) atau ke kanan (searah dengan jarum jam).

Senyawa optik aktif yang memutar bidang cahaya terpolarisasi ke kiri disebut senyawa-senyawa levorotatori (l) dan diberi lambang (-), sedangkan yang dapat memutar bidang cahaya terpolarisasi ke kanan disebut senyawa-senyawa dekstrorotatori (d) dan diberi lambang (+).

Senyawa-senyawa yang memiliki isomer optik adalah senyawa-senyawa yang memiliki atom C asimetrik, yaitu atom C yang mengikat empat atom (gugus atom) yang berbeda-beda. Contoh:



E. MINYAK BUMI

a. Komposisi minyak bumi

Minyak bumi adalah campuran dari berbagai jenis hidrokarbon dengan sedikit senyawa nitrogen (0,01–0,9%) dan belerang (0,1–7%). Ada tiga jenis hidrokarbon yang menyusun minyak bumi, yaitu hidrokarbon alifatik, alisiklik, dan aromatik.

b. Pembentukan minyak bumi

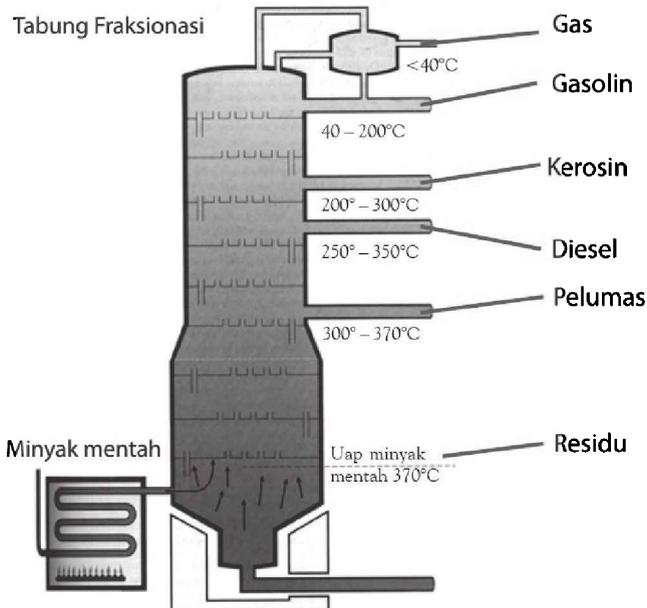
Minyak bumi terbentuk melalui proses pelapukan tumbuhan, hewan, dan jasad-jasad renik yang tertimbun di dasar laut pada bagian batuan yang berpori selama berjuta-juta tahun.

1. Sisa-sisa tumbuhan dan hewan tadi kemudian tertimbun oleh lapisan-lapisan sedimen atau lapisan kulit bumi. Setelah mengalami tekanan dari lapisan-lapisan di atasnya dan dengan adanya pengaruh suhu dalam perut bumi yang sangat tinggi, akhirnya terbentuklah minyak bumi. Minyak bumi berupa cairan kental berwarna kecoklatan dan disebut juga minyak mentah (*crude oil*).
2. Adanya lapisan kulit bumi yang berpori menyebabkan cairan minyak bumi dapat mengalir sampai kemudian terhenti dan berkumpul membentuk sumur-sumur minyak pada beberapa daerah batuan yang kedap.

c. Fraksi-fraksi minyak bumi

Pengolahan minyak bumi dilakukan di tempat-tempat pengolahan yang disebut pengilangan minyak. Adapun proses pengolahan terbagi menjadi dua tahap, yaitu:

1. Pengolahan tahap pertama (primary processing)
Tujuan pengolahan tahap pertama adalah untuk memisahkan komponen-komponen minyak bumi berdasarkan perbedaan titik didihnya.
 - Proses pemisahannya dilakukan melalui destilasi bertingkat (destilasi fraksionasi), yang ditunjukkan pada Gambar 22.4.



Gambar 22.3. Destilasi bertingkat minyak bumi.
sumber rangkumankimia.com

- Adapun fraksi hidrokarbon yang diperoleh dari minyak bumi dapat dilihat pada tabel 22.7.

Tabel 22.7. Fraksi-fraksi yang diperoleh dari minyak bumi.

Fraksi	Jumlah atom Karbon	Trayek titik didih (°C)
Gas alam (LNG)	$C_1 - C_2$	-100 sampai -88
Elpiji (LPG)	$C_3 - C_4$	-10 sampai 0
Petroleum eter	$C_5 - C_6$	20 sampai 70
Bensin	$C_7 - C_8$	70 sampai 140
Nafta	$C_9 - C_{10}$	140 sampai 180
Kerosin (minyak tanah)	$C_{11} - C_{13}$	180 sampai 250

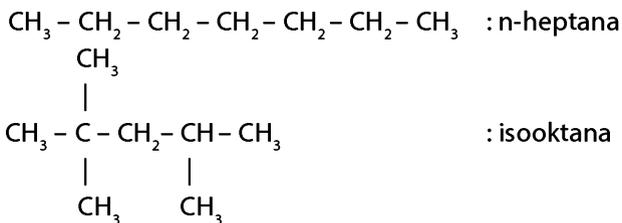
Solar	$C_{14} - C_{16}$	250 samapi 350
Minyak pelumas	$C_{17} - C_{20}$	Di atas 350
Vaselin dan lilin	$C_{21} - C_{24}$	
Aspal	$C_{26} - \text{dst.}$	

2. Pengolahan tahap kedua (*secondary processing*)

Tujuan pengolahan ini adalah untuk memperoleh berbagai jenis bahan bakar minyak dan nonbahan bakar minyak dengan jumlah yang besar dan mutu lebih baik. Pada tahap ini hasil-hasil pengolahan tahap pertama diubah strukturnya dengan cara pemecahan molekul (proses *cracking*), penggabungan molekul (proses alkilasi dan polimerisasi). Pengolahan lanjutan yang lain adalah melalui proses ekstraksi, kristalisasi, dan pembersihan produk dari kontaminan (pengotor).

d. Bilangan oktan pada bensin

Komponen utama yang terkandung pada bensin adalah n-heptana dan isooktana (2,2,4-trimetilpentana). Struktur kedua hidrokarbon tersebut adalah sebagai berikut:



Efisiensi pembakaran bensin ditandai dengan adanya suara letupan pada silinder mesin (piston), yang disebut *knocking*. Letupan timbul karena terjadi pembakaran bahan bakar terlalu cepat yang akhirnya meledak dalam silinder dan mendorong piston dengan keras.

Sifat *knocking* diukur dengan bilangan oktan, yang merupakan perbandingan antara kecenderungan memberikan ketukan suatu bensin dengan campuran n-heptana dan isooktana.

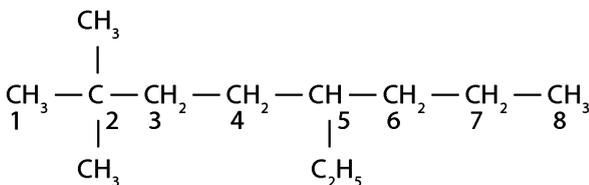
1. Pada pembakaran n-heptana memberikan ketukan sangat tinggi, maka skala bilangan oktan sama dengan nol.
2. Pembakaran isooktana tidak memberikan ketukan, maka diberi skala bilangan oktan sama dengan 100.
3. Jadi semakin tinggi bilangan oktan suatu bensin, maka semakin tinggi mutunya.

Mutu bensin dapat ditingkatkan melalui:

1. Proses pengubahan stuktur hidrokarbon dari rantai lurus menjadi rantai bercabang, melalui pemanasan pada suhu 500–600°C dan tekanan 25–50 atmosfer.
2. Penambahan bahan aditif TEL (Tetraetil Lead atau timbal tetraetil), dengan rumus $\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_5)_4$.
 - Penambahan TEL dapat meningkatkan bilangan oktan menjadi 80–90.
 - Efek negatif penambahan TEL adalah menimbulkan gas buang/debu PbBr_2 yang dapat mengakibatkan penurunan aktifitas enzim-enzim pertumbuhan.
3. Penambahan MTBE (metil tersier butil eter) yang berfungsi sama dengan TEL, tetapi bebas timbal.

CONTOH SOAL DAN PEMBAHASAN

1. Suatu senyawa alkana mempunyai rumus struktur:



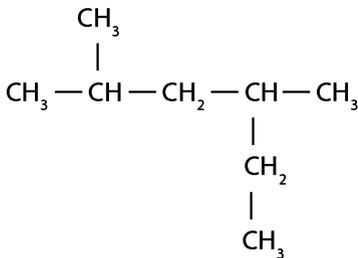
Yang merupakan atom C tersier pada struktur alkana di atas adalah

- A. 1
- B. 2
- C. 3
- D. 4
- E. 5

Jawaban: E

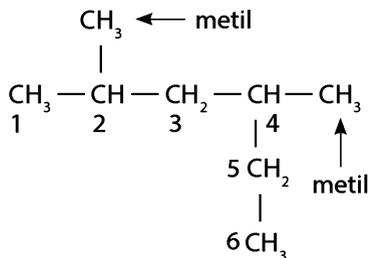
Atom C tersier adalah atom C yang mengikat langsung tiga atom C yang lain.

2. Nama senyawa dengan rumus di bawah ini menurut IUPAC adalah



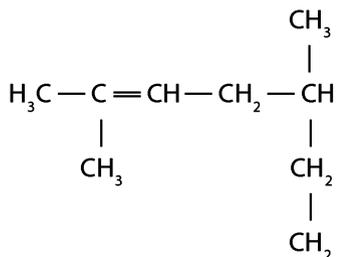
- A. 3-metil-4-isopropilbutana
- B. 4-etil-2-metilpentana
- C. 2-metil-4-etilpentana
- D. 2,4-dimetilheksana
- E. 3,5-dimetilheksana

Jawaban: D



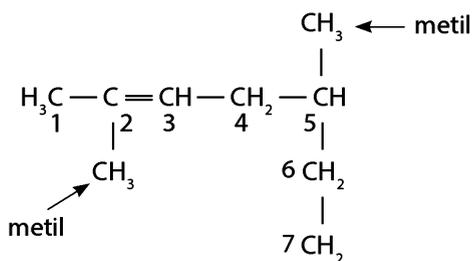
Namanya: 2,4-dimetilheksana

3. Nama yang tepat untuk senyawa berikut adalah



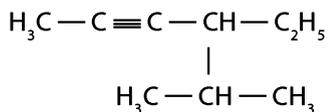
- A. 2,5-dimetil-5-etil-2-pentena D. 2,5-dimetil-2-heptena
 B. 2-metil-5-etil-2-heksena E. 3,6-dimetil-5-heptena
 C. 2-etil-5-metil-2-heksena

Jawaban: D



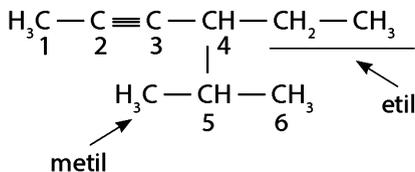
Jadi namanya: 2,5-dimetil-2-heptena

4. Nama senyawa di bawah ini adalah



- A. 4-isopropil-3-heksena D. 4-etil-5-metil-3-heptuna
 B. 4-etil-5-metil-2-heksuna E. 3-etil-2-metil-4-heptuna
 C. 3-isopropil-4-heksuna

Jawaban: B



Namanya: 4-etil-5-metil-2-heksuna

5. Isomer dari C_5H_{12} adalah

- | | |
|-------------------|-----------------------|
| A. 2-metilbutana | D. 2,2-dimetilpentana |
| B. 2-metilpentana | E. 2,2-dimetilbutana |
| C. Isobutana | |

Jawaban: A

Kedua senyawa berisomer jika rumus molekulnya sama.

- | |
|--|
| A. 2-metilbutana $\Rightarrow \sum \text{atom C} = 1 + 4 = 5$ |
| B. 2-metilpentana $\Rightarrow \sum \text{atom C} = 1 + 5 = 6$ |
| C. Isobutana $\Rightarrow \sum \text{atom C} = 4$ |
| D. 2,2-dimetilpentana $\Rightarrow \sum \text{atom C} = 2 + 5 = 7$ |
| E. 2,2-dimetilbutana $\Rightarrow \sum \text{atom C} = 2 + 4 = 6$ |

6. Di antara senyawa-senyawa berikut yang mempunyai isomer geometri adalah

1. $\text{CH}_2\text{F} - \text{CH}_2\text{F}$
2. $\text{F}_2\text{C} = \text{CCl}_2$
3. $\text{CHF}_2 - \text{CHF}_2$
4. $\text{CHF} = \text{CHF}$

Jawaban: D (4)

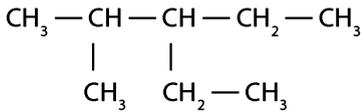
Isomer geometri terjadi pada senyawa-senyawa yang memiliki ikatan rangkap dua (alkena), dimana masing-masing atom C yang berikatan rangkap mengikat dua atom/gugus atom yang berbeda.

LATIHAN SOAL 22

1. Pernyataan di bawah ini yang *bukan* merupakan sifat umum senyawa organik adalah
 - A. kurang stabil terhadap pemanasan
 - B. umumnya bersifat nonpolar
 - C. lebih reaktif dibandingkan dengan senyawa anorganik
 - D. berikatan kovalen
 - E. lebih mudah larut dalam pelarut-pelarut nonpolar
2. Pembakaran hidrokarbon menghasilkan zat-zat berikut, kecuali

A. CO_2	D. C_2H_6
B. CO	E. CO_2 dan H_2O
C. H_2O	
3. Pernyataan di bawah ini benar, kecuali
 - A. antar atom C hanya dapat membentuk ikatan kovalen tunggal
 - B. antar sesama atom C dapat membentuk ikatan tunggal, rangkap dua, dan rangkap tiga
 - C. antar atom C dapat membentuk rantai yang panjang
 - D. atom C dapat membentuk ikatan kovalen rangkap dua dengan atom oksigen
 - E. atom C mempunyai nomor atom enam dan elektron valensi empat

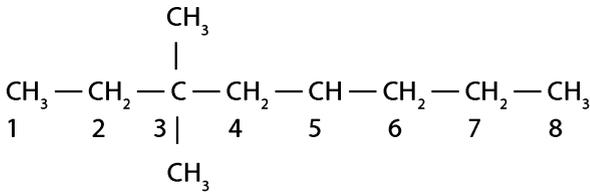
4. Dari rumus struktur zat berikut:



Dapat dikatakan bahwa pada rumus tersebut terdapat

- A. 4 atom C primer, 2 atom C sekunder, dan 1 atom C tersier
- B. 4 atom C primer, 2 atom C sekunder, dan 2 atom C tersier
- C. 3 atom C primer, 2 atom C sekunder, dan 2 atom C tersier
- D. 3 atom C primer, 1 atom C sekunder, dan 3 atom C tersier
- E. 2 atom C primer, 2 atom C sekunder, dan 4 atom C tersier

- 5.



Atom C tersier pada struktur alkana tersebut adalah atom C nomor

- A. 1
- B. 2
- C. 3
- D. 5
- E. 7

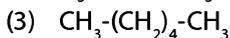
6. Dari rumus-rumus hidrokarbon berikut:



Hidrokarbon yang termasuk dalam satu deret homolog adalah

- A. (1) dan (3)
 - B. (3) dan (4)
 - C. (1) dan (2)
 - D. (2) dan (4)
 - E. (1) dan (4)
7. Di antara zat berikut yang termasuk deret homolog alkana adalah
- | | |
|------------------------------|---------------------------------|
| A. C_5H_{10} | D. $\text{C}_{10}\text{H}_{20}$ |
| B. C_5H_8 | E. C_6H_6 |
| C. C_7H_{16} | |

8. Perhatikan hidrokarbon berikut:



Senyawa alkana adalah

A. (1), (2), dan (3)

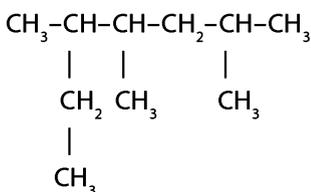
B. (1) dan (3)

C. (2) dan (4)

D. hanya (4)

E. (1) dan (4)

9. Nama untuk senyawa berikut:



adalah

A. 2-isobutil-4-metil pentana

B. 2,4-dimetil-5-etil heksana

C. 2-etil-3,5-dimetil heksana

D. 2,4,5-trimetil heptana

E. 3,4,6-trimetil heksana

10. Nama yang mungkin untuk senyawa dengan rumus molekul C_7H_{16} adalah

A. 3-metil heptana

B. 3,3-dimetil heksana

C. 2,2,3-trimetil butana

D. 2,2-dimetil butana

E. n-heksana

11. Nama yang memenuhi aturan tata nama organik adalah

A. 1,4-dimetil pentana

B. 4-etil-5-metil heptana

- C. 3,4-dimetil heksana
- D. 2,5-dimetil-5-etil heptana
- E. 1,3-dimetil heksana

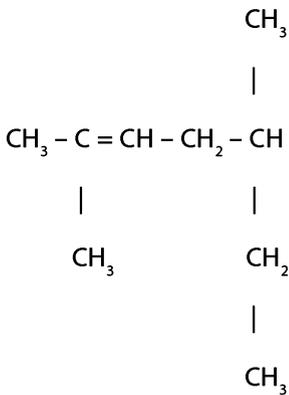
12. Terdapat lima macam rumus molekul senyawa hidrokarbon sebagai berikut:

- | | |
|-----------------|-----------------|
| (1) C_2H_4 | (4) C_4H_{10} |
| (2) C_3H_6 | (5) C_6H_{14} |
| (3) C_5H_{12} | |

Senyawa yang termasuk alkena adalah

- | | |
|----------------|----------------|
| A. (1) dan (2) | D. (3) dan (4) |
| B. (1) dan (3) | E. (4) dan (5) |
| C. (2) dan (3) | |

13. Nama untuk senyawa berikut:



adalah

- A. 2,5-dimetil-5-etil-2-pentana
- B. 2-metil-5-metil-2-heksena
- C. 2-etil-5-metil-2-heksena
- D. 2,5-dimetil-2-heptena
- E. 3,6-dimetil-5-heptena

14. Nama untuk senyawa dengan struktur berikut:



adalah

- A. 3,5-dimetil-1,5-heptena
 - B. 3,5-dimetil-2,6-heptadiena
 - C. 3,5-dimetil-1,5-heptadiena
 - D. 3,5-dimetil heptadiena
 - E. 3,5-dimetil-2,6-heptana
15. Nama yang sesuai dengan tata nama kimia karbon adalah
- A. 2-metil-2-butena
 - B. 4-etil-2-metil-2-pentena
 - C. 2-etil-2-butena
 - D. 2-etil-4,4-dimetil-2-pentena
 - E. 3-etil-2,3-dimetil-1-butena
16. Zat yang tergolong senyawa hidrokarbon tidak jenuh dan mempunyai satu ikatan rangkap tiga adalah
- A. pentana
 - B. butana
 - C. heksena
 - D. etilena
 - E. asetilena
17. Rumus empiris suatu senyawa hidrokarbon adalah CH_2 . Jika massa molekul relatif = 70, maka rumus struktur hidrokarbon itu adalah
- A. $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$
 - B. $\text{CH}_3\text{-CH=CH-CH}_2\text{-CH}_3$
 - C. $\text{CH}_3\text{=CH-CH=CH-CH}_3$
 - D. $\text{CH}_3\text{-CH}(\text{CH}_3)\text{-CH}_2\text{-CH}_3$
 - E. $\text{CH}\equiv\text{C-CH}(\text{CH}_3)\text{-CH}_3$
18. Diantara senyawa di bawah ini yang mempunyai daya adisi adalah
- A. $\text{CH}_3\text{CHCHCH}_3$
 - B. $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{C}(\text{CH}_3)_3$
 - C. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$
 - D. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)_3$
 - E. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$

19. Berubahnya alkena menjadi alkana oleh gas hidrogen merupakan
- A. eliminasi
 - B. penjumlahan
 - C. kondensasi
 - D. substitusi
 - E. hidrolisis
20. Senyawa 2,3-diklorobutana merupakan hasil reaksi adisi gas klor dari senyawa
- A. klorobutana
 - B. butil klorida
 - C. n-butana
 - D. 1-butena
 - E. 2-butena
21. Senyawa 2-kloropropana merupakan hasil penjumlahan dengan HCl terhadap senyawa
- A. propena
 - B. propuna
 - C. propana
 - D. klorobutana
 - E. 2,2-diklorobutana
22. Senyawa hidrokarbon yang paling banyak terdapat dalam minyak bumi adalah
- A. alkana dan alkuna
 - B. alkena dan sikloalkana
 - C. alkuna dan skloalkana
 - D. alkana dan sikloalkana
 - E. alkena dan alkuna
23. Pemisahan fraksi-fraksi minyak bumi yang disebut distilasi bertingkat didasarkan atas perbedaan
- A. massa jenis
 - B. massa rumus
 - C. jenuh tidaknya senyawa karbon
 - D. titik didih
 - E. ikatan kimia
24. Senyawa berikut yang tergolong gas alam adalah
- A. metana dan oktana
 - B. propana dan butena
 - C. metana dan etana
 - D. propana dan butana
 - E. etana dan etuna
25. Fraksi minyak bumi yang memiliki titik didih terendah adalah
- A. kerosin
 - B. bensin
 - C. premium
 - D. LNG
 - E. LPG

26. Fraksi minyak bumi berikut yang tersusun menurut berkurangnya titik didih adalah
- A. solar, kerosin, bensin
 - B. solar, bensin, kerosin
 - C. kerosin, solar, bensin
 - D. bensin, solar, kerosin
 - E. bensin, kerosin, solar
27. Komponen utama yang terdapat pada bensin adalah
- A. pentana dan heksana
 - B. heptana dan isooktana
 - C. propana dan butana
 - D. butana dan pentana
 - E. metana dan etana
28. Mutu bensin dinyatakan dengan angka oktan. Senyawa karbon yang mempunyai angka oktan 100 ialah
- A. bensin
 - B. n-heptana
 - C. premik
 - D. tetra etil lead
 - E. 2,2,4-trimetil pentana
29. Logam berat yang membahayakan kesehatan akibat penggunaan senyawa TEL adalah
- A. Cd
 - B. Pb
 - C. As
 - D. Hg
 - E. Zn
30. Pembakaran minyak bumi yang tidak sempurna akan menghasilkan gas yang sangat berbahaya bagi kesehatan. Gas yang dimaksud adalah
- A. CO_2
 - B. CO
 - C. NO_2
 - D. SO_2
 - E. H_2O



Kimia (bahasa Arab: kimiya atau bahasa Yunani: khemeia, "perubahan benda/zat") adalah ilmu tentang komposisi, struktur, dan sifat zat atau materi.

GUGUS FUNGSI DAN REAKSI SENYAWA KARBON

23

A. GUGUS FUNGSI

Gugus fungsi adalah atom atau kumpulan atom dengan susunan tertentu yang menentukan struktur dan sifat-sifat suatu senyawa.

Tabel 23.1. Gugus fungsi senyawa karbon.

Gugus Fungsi	Rumus struktur senyawa	Rumus molekul	Nama golongan	Nama turunan alkana
$\begin{array}{c} \\ -C-OH \\ \end{array}$	R-OH	$C_nH_{2n+2}O$	Alkohol	Alkanol
$\begin{array}{c} \quad \\ -C-O-C- \\ \quad \end{array}$	R-O-R	$C_nH_{2n+2}O$	Eter	Alkoksi alkana
$\begin{array}{c} O \\ \\ -C-H \end{array}$	$\begin{array}{c} O \\ \\ R-C-H \end{array}$	$C_nH_{2n}O$	Aldehida	Alkanal
$\begin{array}{c} O \\ \\ -C- \end{array}$	$\begin{array}{c} O \\ \\ R-C-R \end{array}$	$C_nH_{2n}O$	Keton	Alkanon

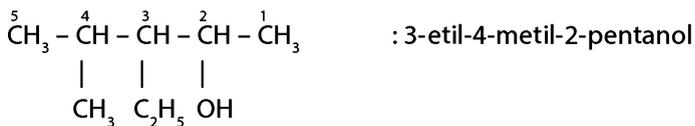
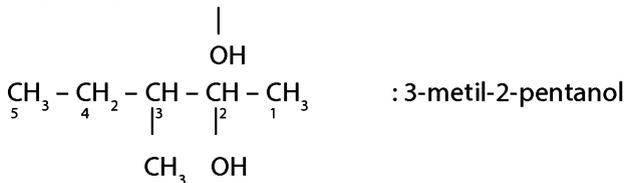
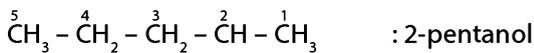
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ -\text{C}-\text{OH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{R}-\text{C}-\text{OH} \end{array}$	$\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_2$	Asam karboksilat	Asam alkanoat
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ -\text{C}-\text{O}- \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{R}-\text{C}-\text{O}-\text{R} \end{array}$	$\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_2$	Ester	Alkil alkanoat
$\begin{array}{c} \quad \\ -\text{C}=\text{C}- \\ \quad \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{R} \quad \text{R} \\ \quad \\ \text{R}-\text{C}=\text{C}-\text{R} \\ \quad \\ \text{R} \quad \text{R} \end{array}$	C_nH_{2n}	Alkena	Alkena
$-\text{CC}-$	$\text{R}-\text{CC}-\text{R}$	$\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$	Alkuna	Alkuna

a. Alkobil

1. Tata nama alkohol

- Tentukan rantai terpanjang yang mengandung gugus fungsi $-\text{OH}$.
- Berikan nomor pada rantai terpanjang dengan atom karbon yang mengikat gugus $-\text{OH}$ bernomor serendah mungkin
- Bila ada cabang, sebutkan nama-nama cabang berdasarkan abjad.

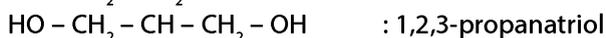
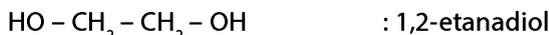
Contoh:



2. Tata nama polialkohol

Tata nama polialkohol sama dengan tata nama monoalkohol, tetapi ditambah awalan untuk menyatakan jumlah gugus -OH.

Contoh:



3. Jenis-jenis alkohol

- Alkohol Primer: bila gugus -OH terikat pada atom karbon primer (atom karbon yang mengikat satu atom karbon yang lain). Ciri-ciri:

- Ada struktur: $-\text{CH}_2 - \text{OH}$
- Nama: 1- ...ol

Contoh: 1-pentanol, 2-metil-1-heksanol.

- Alkohol sekunder: bila gugus -OH terikat pada atom karbon sekunder (atom karbon yang mengikat dua atom karbon yang lain). Ciri-ciri:

- Ada struktur: $\begin{array}{c} | \\ -\text{CH} - \text{OH} \end{array}$
- Nama: tidak ada 1-...ol atau il dan ol nomornya berbeda.

Contoh: 2-pentanol, 3 heksanol, 2-metil-3-heksanol.

- Alkohol tersier: bila gugus -OH terikat pada atom karbon tersier (atom karbon yang mengikat tiga atom karbon yang lain). Ciri-ciri:

- Ada struktur: $\begin{array}{c} | \\ -\text{CH} - \text{OH} \\ | \end{array}$
- Nama: il dan ol bernomor sama.

Contoh: 2-metil-2-heksanol, 3-metil-3-oktanol.

4. Reaksi-reaksi

- Reaksi pengenalan alkohol dengan logam natrium
$$2R - OH + 2Na \rightarrow 2R - ONa + H_2$$
- Reaksi pengenalan alkohol menggunakan fosfor trihalida
$$3R - OH + PX_3 \rightarrow 3R - X + H_3PO_3$$
- Reaksi pengenalan alkohol dengan menggunakan fosfor pentahalida.
$$R - OH + PX_5 \rightarrow R - X + HX + POX_3$$
- Reaksi untuk membedakan jenis alkohol
 - » Reaksi oksidasi
Alkohol primer $\xrightarrow{[O]}$ aldehida $\xrightarrow{[O]}$ asam karboksilat
Alkohol sekunder $\xrightarrow{[O]}$ keton
Alkohol tersier tidak dapat dioksidasi
 - » Uji Lucas
Pereaksi Lucas terdiri atas $ZnCl_2$ dalam HCl pekat. Uji ini berdasarkan reaksi antara alkohol dan HCl dengan katalisator $ZnCl_2$.
 - * Alkohol primer tidak menunjukkan terjadinya reaksi.
 - * Alkohol sekunder bereaksi dalam waktu lima menit.
 - * Alkohol tersier bereaksi cepat dengan gejala reaksi terbentuknya kabut di permukaan larutan.
- Reaksi dengan asam karboksilat menghasilkan ester dan molekul air.
$$R - OH + R - COOH \rightarrow RCOOR + H_2O$$

alkohol asam karboksilat ester air
- Reaksi alkohol dengan H_2SO_4 pekat.
 - » Pada suhu $0^\circ C$ membentuk garam oksonium.
$$R - OH + H_2SO_4 \xrightarrow{0^\circ C} ROH_2^+ + HSO_4^-$$
 - » Pada suhu ruang membentuk alkil hidrogen sulfat
$$R - OH + H - OSO_3H \xrightarrow{25^\circ C} R - OSO_3H + H_2O$$
 - » Alkil hidrogen sulfat bereaksi dengan tiga cara:
 - * Jika dipanaskan dengan H_2SO_4 berlebih terbentuk alkena. $R - OSO_3H \xrightarrow{160^\circ C} \text{alkena} + H_2O$

- * Jika dipanaskan dengan alkanol berlebih terbentuk dialkil eter. $R - OSO_3H \xrightarrow{140^\circ C} R - O - R + H_2SO_4$
- * Jika dipanaskan tanpa pereaksi lain terbentuk dialkil sulfat. $2R - OSO_3H \rightarrow R_2SO_4 + H_2SO_4$

5. Keisomeran

- Keisomeran struktur

Keisomeran struktur alkohol dimulai pada propanol, yaitu:

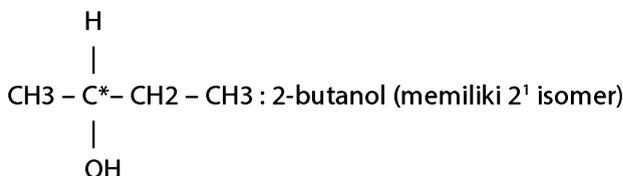


1-propanol

2-propanol

- Keisomeran optik

Keisomeran optik bercirikan bila pada suatu senyawa terdapat atom karbon asimetrik, yaitu atom karbon yang mengikat empat atom (gugus) yang berbeda. Contoh:



Keterangan: C* = atom karbon asimetrik

6. Sifat

- Tidak berwarna.
- Suku rendah berupa cairan dan dapat bercampur dengan air dalam segala perbandingan.
- Suku sedang berupa minyak.
- Suku tinggi berupa padatan.
- Titik didih naik dengan naiknya berat molekul.
- Mudah terbakar oleh udara menghasilkan CO_2 dan H_2O .
- Makin banyak gugus $-OH$, makin mudah larut dalam air.

b. Eter

- Tata nama eter

Penamaan alkil eter: nama kedua gugus alkil disebut lebih dahulu (diurutkan berdasarkan abjad), kemudian diikuti dengan kata eter. Jika kedua gugus alkil sama, digunakan awalan di.

Contoh:

$\text{CH}_3 - \text{O} - \text{CH}_3$: dimetil eter dan $\text{CH}_3 - \text{O} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$: etil metil eter

Penamaan alkoksi alkana: gugus alkil yang lebih kecil merupakan gugus alkoksi dan yang lainnya merupakan alkana. Contoh:

$\text{H}_3\text{C} - \text{O} - \text{CH}_3$: metosikmetana

$\text{H}_3\text{C} - \text{O} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$: metoksietana

$\text{H}_3\text{C} - \text{O} - \overset{2}{\text{C}}\text{H} - \overset{3}{\text{C}}\text{H}_3$: 2-metoksipropana
|
1 CH_3

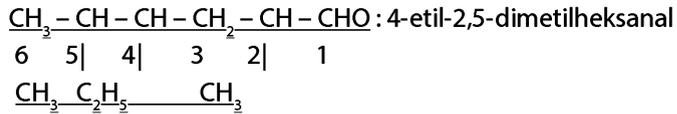
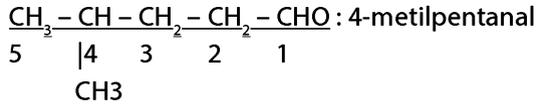
$\text{H}_3\text{C} - \text{O} - \overset{1}{\text{C}}\text{H} - \overset{2}{\text{C}}\text{H} - \overset{3}{\text{C}}\text{H}_3$: 1-metoksi-2-metilpropana
|
 CH_3

- Reaksi-reaksi
 - » Eter mudah terbakar membentuk gas karbondioksida dan uap air.
 - » Eter tidak bereaksi dengan logam natrium (logam aktif). Sifat ini digunakan untuk membedakan antara alkohol dengan eter.
 - » Eter dapat bereaksi dengan PCl_5 tetapi tidak membebaskan HCl.
$$\text{R} - \text{O} - \text{R}' + \text{PCl}_5 \rightarrow \text{R} - \text{Cl} + \text{R}' - \text{Cl} + \text{POCl}_3$$
 - » Sifat ini digunakan untuk membedakan antara alkohol dengan eter.
- Eter terurai oleh asam halida, terutama oleh HI.
 - » Jika asam halida terbatas:
$$\text{R} - \text{O} - \text{R}' + \text{HI} \rightarrow \text{R} - \text{OH} + \text{R}' - \text{I}$$
 - » Jika asam halidanya berlebihan:
$$\text{R} - \text{O} - \text{R}' + 2 \text{HI} \rightarrow \text{R} - \text{I} + \text{R}' - \text{I} + \text{H}_2\text{O}$$

- Sifat-sifat
 - Suku pertama dan kedua (metoksi metana dan etoksi etana) merupakan gas pada suhu kamar. Eter yang lain merupakan cairan dan mulai pada $(C_{17}H_{35})_2O$ merupakan padatan.
 - Memiliki bau sedap dan sukar larut dalam air.
 - Sangat mudah terbakar.
 - Memiliki titik didih lebih rendah dibandingkan dengan alkohol yang jumlah atom karbonnya sama.
- Pembuatan
 - Sintesis Williamson
 $\text{Na-alkanoat} + \text{alkil halida} \rightarrow \text{eter} + \text{Na halida}$
 $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{O} - \text{Na} + \text{CH}_3 - \text{Cl} \rightarrow \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{O} - \text{CH}_3 + \text{NaCl}$
 - Dehidrasi alkohol dengan H_2SO_4 pekat pada suhu 140°C .
 $2\text{R} - \text{OH} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{R} - \text{O} - \text{R} + \text{H}_2\text{O}$
 - $\text{R} - \text{X}$ dengan Ag_2O kering
- Kegunaan
 Salah satu senyawa eter adalah dietil eter. Senyawa ini digunakan sebagai obat pembius (anestetis dalam pembedahan), pelarut cat, lemak, dan damar.

c. Aldehida

1. Tata nama aldehida
 - Nama IUPAC
 Rantai utama adalah rantai atom karbon yang terpanjang yang mengandung gugus aldehida. Gugus aldehida selalu terdapat pada atom karbon nomor satu.
 Penomoran atom karbon dimulai dari gugus karbonil, sedangkan penulisan gugus alkil berdasarkan urutan abjad nama gugus alkil.
 Contoh:
 $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CHO}$: butanal
 $\begin{array}{cccc} 4 & 3 & 2 & 1 \end{array}$



- Nama Trivial
Akhiran -at dari asam karboksilat diganti dengan -aldehida dan kata depan asam dihilangkan.

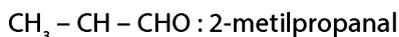
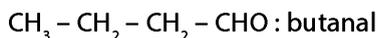
Tabel 23.2. Beberapa nama aldehida yang diturunkan dari beberapa nama asam yang bersesuaian.

Asam karboksilat		Aldehida	
Struktur	Nama	Struktur	Struktur
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{H} - \text{C} - \text{OH} \end{array}$	Asam formiat	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{H} - \text{C} - \text{H} \end{array}$	Formaldehida
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{OH} \end{array}$	Asam asetat	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{H} \end{array}$	Asetaldehida
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{C}_2\text{H}_5 - \text{C} - \text{OH} \end{array}$	Asam propionat	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{C}_2\text{H}_5 - \text{C} - \text{H} \end{array}$	Propionaldehida
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{C}_3\text{H}_7 - \text{C} - \text{OH} \end{array}$	Asam butirrat	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{C}_3\text{H}_7 - \text{C} - \text{H} \end{array}$	Butiraldehida
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{C}_4\text{H}_9 - \text{C} - \text{OH} \end{array}$	Asam valerat	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{C}_4\text{H}_9 - \text{C} - \text{H} \end{array}$	Valeraldehida

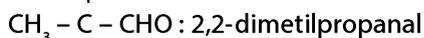
2. Keisomeran

Keisomeran struktur (rangka dan posisi) pada aldehida dimulai pada aldehida dengan empat atom karbon.

Contoh:



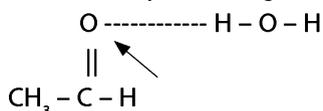
Beberapa contoh lain: isomer dari aldehida dengan rumus $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}$.



3. Sifat-sifat

- Sifat fisis

Aldehida suku rendah, kecuali HCOH merupakan gas pada temperatur ruang, merupakan cairan yang mudah menguap dan tak berwarna. Aldehida suku rendah bersifat larut dalam air karena ada ikatan hidrogen antara molekul aldehida dan molekul air. Suku-suku aldehida yang lebih tinggi yang memiliki lebih dari lima atom karbon bersifat tidak larut dalam air tetapi larut dalam pelarut organik.

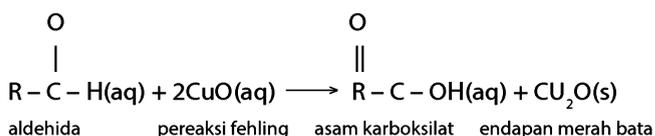


Aldehida memiliki titik didih lebih tinggi dibandingkan dengan alkana yang bersesuaian. Hal ini karena adanya gaya tarik dipol-dipol antara dua gugus karbonil yang lebih kuat daripada gaya dispersi antarmolekul alkana.

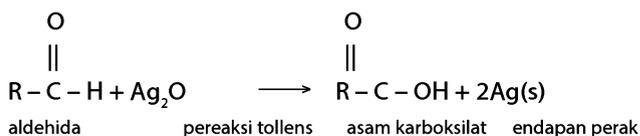
- Sifat kimia

- » Oksidasi

Pereaksi Fehling merupakan campuran larutan Fehling A (larutan CuSO_4) dan larutan Fehling B (larutan NaOH dalam larutan kalium-natrium tartrat) yang dicampur dalam jumlah yang sama. Larutan Fehling merupakan ion kompleks Cu^{2+} dalam suasana basa dan dalam persamaan reaksi ditulis CuO(aq) . Aldehida dengan pereaksi Fehling dapat bereaksi menghasilkan endapan merah bata, yaitu Cu_2O .

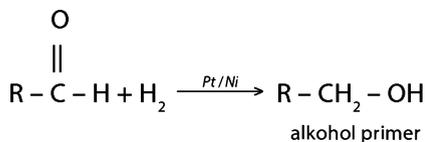


Pereaksi Tollen's merupakan campuran larutan AgNO_3 dan larutan NH_3 . Pereaksi Tollen's merupakan kompleks ion Ag^+ dan amoniak dan dalam persamaan reaksi ditulis $\text{Ag}_2\text{O(aq)}$. Senyawa aldehida dengan pereaksi Tollen's dapat membentuk cermin perak yang merupakan endapan Ag .

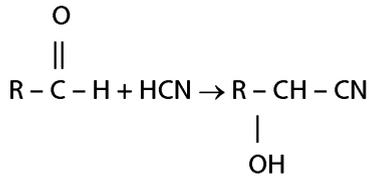


- » Adisi

- Dengan H_2 (katalis Pt atau Ni)

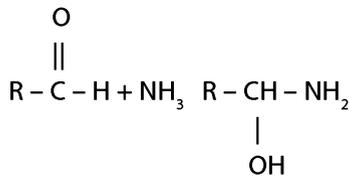


- Dengan HCN



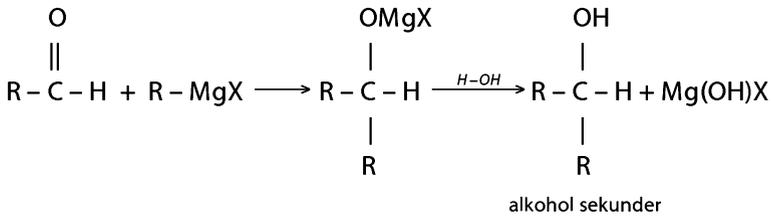
aldehida sianohidrin aldehidasianohidrol

- Dengan NH₃



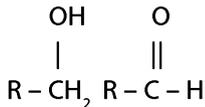
aldehida amonia

- Dengan pereaksi Grignard

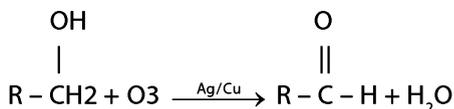


4. Pembuatan

Oksidasi alkohol primer dengan oksidator KMnO₄ + H₂SO₄ atau K₂Cr₂O₇ + H₂SO₄.



Catatan: agar tidak terbentuk asam karboksilat maka alkohol primernya berlebihan (bersisa) atau jumlah oksidatornya terbatas. Di dalam skala industri aldehida dibuat dengan mengoksidasi alkohol primer dengan oksidator gas oksigen dengan katalisator perak atau tembaga.



5. Kegunaan

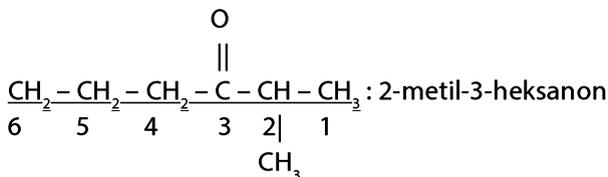
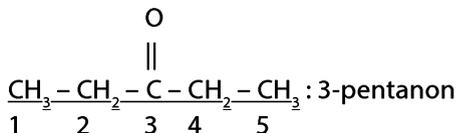
- Formalin (larutan 30–40% metanal dalam air) digunakan untuk sterilisasi alat-alat kedokteran karena efektif untuk membunuh kuman, jamur, dan virus.
- Formalin digunakan pula untuk mengawetkan spesimen biologi dan mayat.
- Metanal + fenol $\xrightarrow{\text{Polimerisasi}}$ bakelit (plastik).
- Asetaldehida sebagai bahan baku untuk membuat asam asetat, aseton, dan etil asetat.

d. Keton

1. Tata nama keton

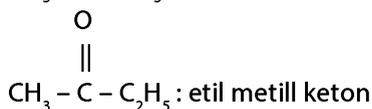
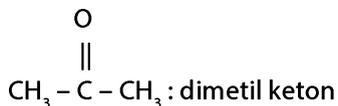
- Nama IUPAC

Rantai utama adalah rantai atom karbon yang terpanjang yang mengandung gugus karbonil. Penomoran atom karbon diusahakan agar gugus karbonil, mendapat nomor sekecil mungkin sedangkan penulisan gugus alkil berdasarkan urutan abjad nama gugus alkil. Contoh:



- Nama Trivial

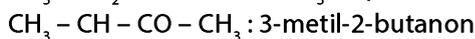
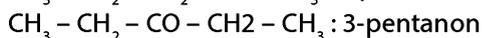
Namanya adalah dengan mengurutkan alkil-alkil keton. Bila gugus alkilnya sama maka disebut dialkil keton. Contoh:



2. Keisomeran

- Keisomeran rangka dan posisi

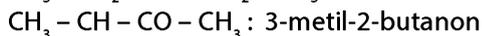
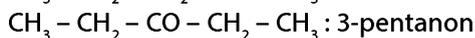
Keisomeran struktur (rangka dan posisi) dari keton dimulai dari pentanon, $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}$.



- Keisomeran fungsional keton dan aldehida

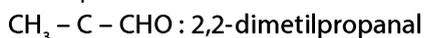
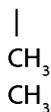
Oleh karena rumus umum molekul keton dan aldehida sama, maka keduanya berisomer fungsional. Contoh: Tuliskan semua isomer struktur dari $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}$.

Keton:



Aldehida:





3. Sifat-sifat

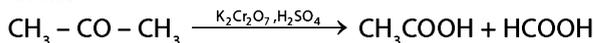
- Sifat fisis

- » Keton bersuku rendah merupakan cairan, dapat larut dalam air dan berbau segar.
- » Keton dengan jumlah atom karbon lebih dari lima bersifat tidak larut dalam air tetapi larut dalam pelarut organik.
- » Keton memiliki titik didih yang lebih tinggi dibandingkan dengan alkana yang bersesuaian. Hal ini karena terdapat gaya tarik dipol-dipol antara dua gugus karbonil.

- Sifat kimia

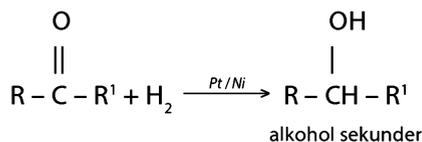
- » Dengan katalisator sedang seperti pereaksi Tollen's dan pereaksi Fehling, keton tidak dapat dioksidasi menjadi asam karboksilat. Akan tetapi, dengan oksidator kuat seperti KMnO_4 basa, $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ asam, dan larutan HNO_3 pekat keton dapat dioksidasi menjadi asam karboksilat.

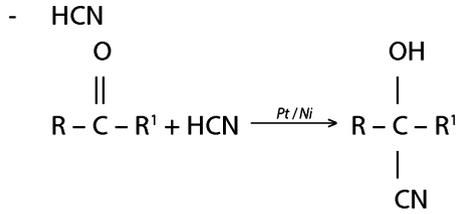
Contoh:



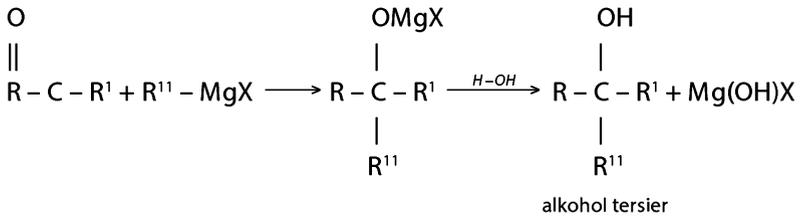
- » Dapat diadisi oleh:

- Gas H_2 dengan katalis Pt atau Ni





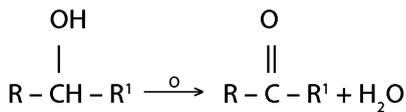
- Pereaksi Grignard



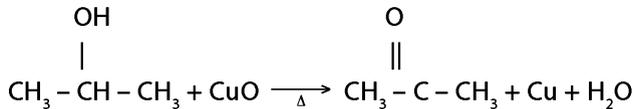
- Tidak dapat diadisi oleh NH_3

4. Pembuatan

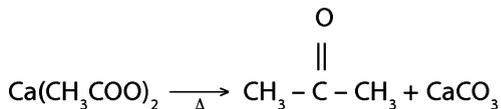
Keton dibuat melalui reaksi oksidasi alkohol sekunder dengan osidator $\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4$ atau $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4$.



Di dalam industri, aseton dibuat dengan cara mengalirkan uap isopropanol ke dalam tembaga(II) oksida dan dipanaskan.



Cara lain membuat aseton adalah dengan memanaskan kalsium asetat.



5. Kegunaan

- Aseton digunakan sebagai pelarut lilin, plastik, dan cat.
- Dalam industri kimia aseton adalah bahan baku pembuatan iodoform (CHI_3) dan kloroform (CHCl_3).
 - » $\text{CH}_3 - \text{CO} - \text{CH}_3 \xrightarrow{3\text{I}_2} \text{CH}_3 - \text{CO} - \text{Cl}_3 + 3\text{HI}$
 - » $\text{CH}_3 - \text{CO} - \text{Cl}_3 + \text{NaO} - \text{H} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{CHI}_3$
(iodoform)
- Iodoform digunakan sebagai obat luka (desinfektan)
 - » $\text{CH}_3 - \text{CO} - \text{CH}_3 \xrightarrow{3\text{Cl}_2} \text{CH}_3 - \text{CO} - \text{CCl}_3 + 3\text{HCl}$
 - » $\text{CH}_3 - \text{CO} - \text{CCl}_3 + \text{NaO} - \text{H} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{CHCl}_3$
(kloroform)
- Kloroform pada mulanya digunakan sebagai obat bius. Oleh karena menyebabkan kerusakan hati, ginjal, dan jantung maka tidak digunakan lagi sebagai obat bius.

e. Asam karboksilat

1. Tata nama asam karboksilat

- Nama IUPAC

Rantai utama adalah rantai atom karbon yang terpanjang yang mengandung gugus karboksilat. Gugus karboksilat selalu terdapat pada atom karbon nomor satu. Penomoran atom karbon dimulai dari gugus karboksilat, sedangkan penulisan gugus alkil berdasarkan urutan abjad nama gugus alkil.

Contoh:

$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{COOH}$: asam butanoat

4 3 2 1

$\begin{array}{c} 5 \quad 4 \quad 3 \quad 2 \quad 1 \\ \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{COOH} \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$: asam-4-metil-pentanoat

- Nama Trivial

Beberapa nama trivial asam karboksilat ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 23.3. Beberapa nama trivial asam karboksilat.

Jumlah atom karbon	Struktur	Nama IUPAC	Struktur
1	$\text{H} - \text{COOH}$	Asam metanoat	Asam formiat
2	$\text{CH}_3 - \text{COOH}$	Asam etanoat	Asam asetat
3	$\text{C}_2\text{H}_5 - \text{COOH}$	Asam propanoat	Asam propionat
4	$\text{C}_3\text{H}_7 - \text{COOH}$	Asam butanoat	Asam butirrat
5	$\text{C}_4\text{H}_9 - \text{COOH}$	Asam pentanoat	Asam valerat
6	$\text{C}_5\text{H}_{11} - \text{COOH}$	Asam heksanoat	Asam kaproat
7	$\text{C}_6\text{H}_{13} - \text{COOH}$	Asam heptanoat	Asam enantat

2. Keisomeran

Keisomeran struktur (rantai dan posisi) pada asam karboksilat dimulai pada asam karboksilat dengan empat atom karbon.

$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{COOH}$: asam butanoat

$\text{CH}_3 - \text{CH} - \text{COOH}$: asam 2-metilpropanoat

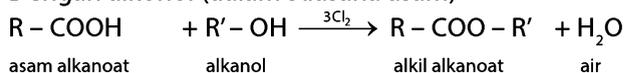


3. Sifat-sifat

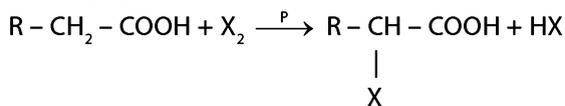
- Asam karboksilat yang memiliki satu sampai empat atom karbon berbentuk cair.
- Asam karboksilat yang memiliki lima sampai lima belas atom karbon berbentuk minyak.
- Asam karboksilat yang memiliki enam belas atom karbon dan seterusnya berbentuk padat.
- Makin banyak jumlah atom karbonnya maka titik didih makin tinggi.
- Asam karboksilat yang memiliki satu sampai empat atom karbon bersifat mudah larut dalam air, sedangkan sisanya sukar larut dalam air.
- Asam karboksilat merupakan asam lemah. Makin panjang rantai atom karbonnya maka sifat asam makin lemah.
- Asam karboksilat tidak dapat dioksidasi kecuali asam metanoat.

4. Reaksi-reaksi

- Dengan alkohol (dalam suasana asam)



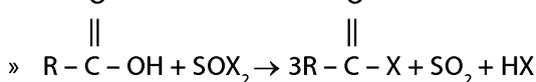
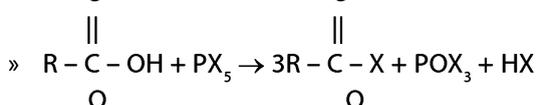
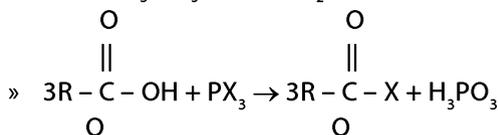
- Dengan halogen (Cl_2 atau Br_2) dengan katalisator (Fe , I_2 , P) dan sinar matahari terjadi reaksi substitusi atom H pada atom karbon α .



asam propanoat

asam 2-kloropropanoat

- Dengan PX_3 , PX_5 , dan SOX_2 menghasilkan alkanooil halida



5. Pembuatan

- Oksidasi alkanal dengan $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4$ atau $\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4$.



- Alkanooil halida + KOH panas.



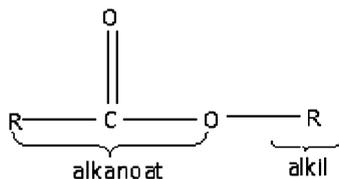
6. Kegunaan

- Asam metanoat untuk menggumpalkan lateks dalam industri karet.
- Asam asetat untuk menggumpalkan lateks.
- Asam asetat untuk membuat sutra selulosa asetat.

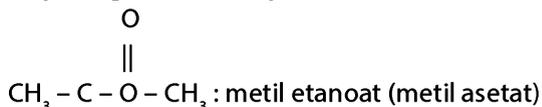
f. Ester

1. Tata nama ester

Menurut IUPAC, nama ester adalah alkil alkanoat. Nama alkil merupakan gugus R' yang menempel pada atom O sedangkan alkanoat dari sisanya.

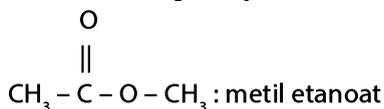
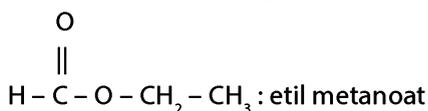


Contoh:



2. Keisomeran

Keisomeran struktur (rantai dan posisi) pada ester dimulai dari ester yang memiliki tiga atom karbon.

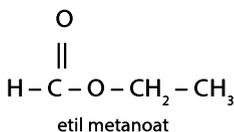
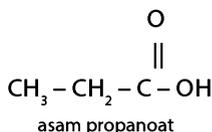


Oleh karena ester memiliki rumus molekul yang sama dengan asam karboksilat maka keduanya berisomer fungsional.

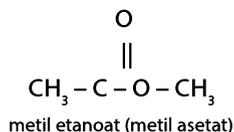
Contoh:

Semua isomer struktur dari $C_3H_6O_2$ adalah:

asam karboksilat



ester

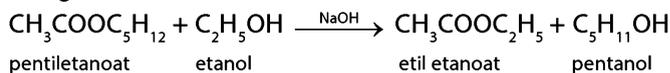


3. Sifat-sifat

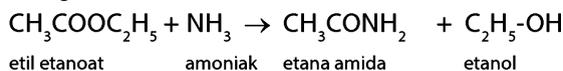
- Ester dari asam-asam alkanoat suku rendah merupakan cairan jernih, sedikit larut dalam air dan berbau buah-buahan.
- Ester dari asam-asam alkanoat suku tinggi merupakan minyak, lemak, atau lilin.
- Berdasarkan susunannya ester terbagi atas:
 - » Sari buah-buahan, yaitu ester dari asam alkanoat suku rendah atau tengah.
 - » Lemak atau minyak, yaitu ester dari gliserol dan asam lemak suku tengah atau tinggi.
 - » Lilin (wax), yaitu ester dari alkanol suku tinggi dan asam alkanoat suku tinggi.
- Ester bersifat netral, tidak bereaksi dengan logam natrium, dan tidak bereaksi dengan PCl_3 .

4. Reaksi-reaksi

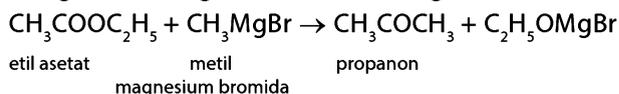
- Dengan alkohol (alkoholisis)



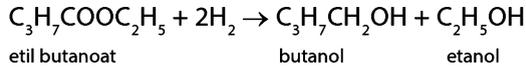
- Dengan amoniak (amonolisis)



- Dengan alkil magnesium halida (RMgX)



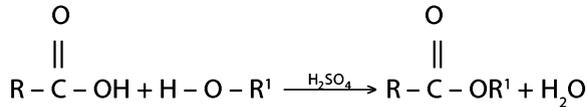
- Dapat direduksi oleh $\text{Na} + \text{etanol}$



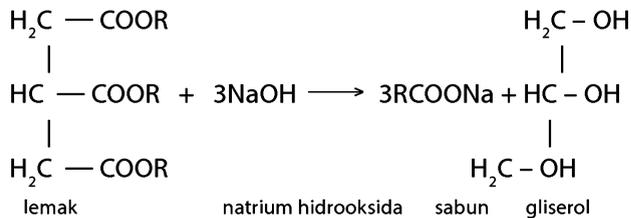
5. Pembuatan

- Pembuatan ester (esterifikasi)

Pembuatan ester dari asam karboksilat dan alkohol dikenal dengan nama reaksi esterifikasi. Katalis yang digunakan adalah H_2SO_4 .



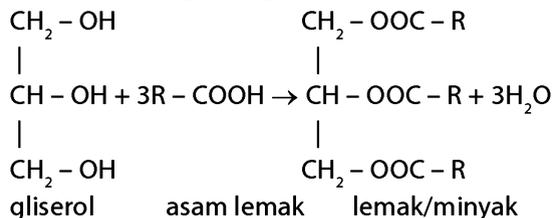
- Penyabunan (saponifikasi)



Catatan: selain NaOH dapat digunakan KOH.

- Pembuatan minyak dan Lemak

Lemak dan minyak merupakan senyawa ester trigliserida, yaitu ester asam lemak (asam karboksilat dengan rantai karbon panjang) dan gliserol.



Perbedaan antara minyak dan lemak ada adalah lemak berwujud padat dan banyak mengandung asam lemak jenuh. Sedangkan minyak berwujud cair karena banyak mengandung

asam lemak tidak jenuh. Beberapa contoh asam lemak jenuh dan asam lemak tidak jenuh dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 22.4. Beberapa asam lemak jenuh dan asam lemak tidak jenuh

Nama	Rumus molekul	Rumus struktur	Titik leleh (°C)
Asam laurat	$C_{11}H_{23}COOH$	$CH_3(CH_2)_{10} - COOH$	44
Asam miristat	$C_{13}H_{27}COOH$	$CH_3(CH_2)_{12} - COOH$	54
Asam palmitat	$C_{15}H_{31}COOH$	$CH_3(CH_2)_{14} - COOH$	63
Asam stearat	$C_{17}H_{35}COOH$	$CH_3(CH_2)_{16} - COOH$	70
Asam oleat	$C_{17}H_{33}COOH$	$CH_3(CH_2)_7CH = CH(CH_2)_7 - COOH$	16
Asam linoleat	$C_{17}H_{31}COOH$	$CH_3(CH_2)_4CH = CHCH_2CH = CH(CH_2)_7 - COOH$	-5
Asam linolenat	$C_{17}H_{29}COOH$	$CH_3CH_2CH = CHCH_2CH = CHCH_2CH = CH(CH_2)_7COOH$	-11

B. REAKSI SENYAWA KARBON

Dalam reaksi senyawa karbon terjadi pemutusan dan pembentukan ikatan. Secara umum proses pemutusan ikatan terbagi menjadi dua yaitu pemutusan homolitik dan heterolitik.

- ❖ Pemutusan homolitik merupakan pemutusan ikatan yang menghasilkan 2 radikal. Contoh:



Urutan kestabilan radikal bebas adalah:

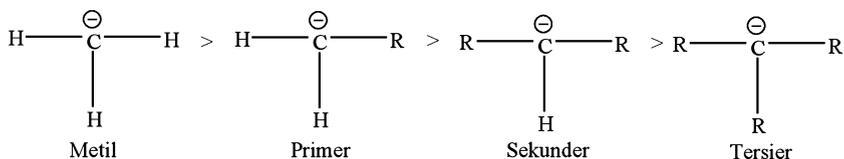
Benzil > alil > tersier > sekunder > primer > metil.

- ❖ Pemutusan heterolitik merupakan pemutusan ikatan yang menghasilkan anion dan kation. Pada senyawa karbon ada dua kemungkinan terbentuknya ion karbon, yaitu karbanion (ion karbon yang bermuatan negatif - C⁻) dan karbokation (ion karbon bermuatan positif - C⁺). Contoh:

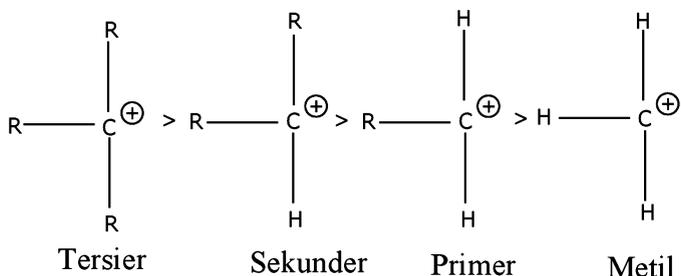


Laju reaksi dan kelimpahan produk yang terbentuk dari suatu reaksi organik ditentukan oleh kestabilan zat intermediet (zat antara).

Untuk karbanion, urutan kestabilannya adalah karbanion primer (muatan negatif terletak pada atom C primer), karbanion sekunder (muatan negatif pada atom C sekunder), yang diikuti oleh karbanion tersier (muatan negatif terletak pada atom C tersier).



Untuk karbokation, urutan kestabilannya adalah karbokation tersier (muatan positif terletak pada atom C tersier), karbokation sekunder, dan karbokation primer.



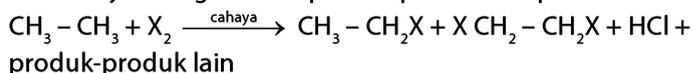
a. Reaksi substitusi

Reaksi substitusi merupakan suatu reaksi dimana satu atom, ion, atau gugus dalam suatu senyawa digantikan oleh atom, ion, atau gugus lain. Umumnya reaksi substitusi terjadi pada senyawa jenuh (semua ikatan C – C merupakan ikatan tunggal), tetapi tidak menutup kemungkinan dapat terjadi pada senyawa tidak jenuh (ikatan C – C merupakan ikatan rangkap dua atau tiga).

1. Penggantian Atom Hidrogen dengan Atom Halogen

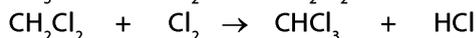
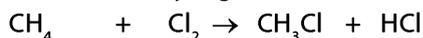
- umumnya reaksi halogenasi terjadi dengan bantuan cahaya ultraviolet (yang dilambangkan dengan $h\nu$).

- Reaksi halogenasi sering berjalan secara eksplosif, dan hampir seluruhnya menghasilkan produk-produk campuran.



- Kereaktifan halogen terhadap hidrokarbon dalam reaksi halogenasi beraneka ragam. Fluor (F_2) bereaksi dengan hidrokarbon secara eksplosif. Urutan kereaktifan ini berkurang dari F_2 sampai ke I_2 , Iod tidak dapat bereaksi dengan hidrokarbon.

Contoh reaksi yang khas kloronasi metana :

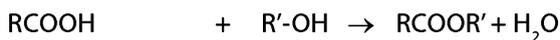


- Atom H dalam senyawa organik dapat dikelompokkan sebagai hidrogen: metil (CH_3), primer (terikat pada atom C primer), sekunder (terikat pada atom C sekunder), tersier (terikat pada atom C tersier), alilik (terikat pada suatu atom C di dekat ikatan rangkap), dan benzilik (terikat pada suatu atom C di dekat cincin aromatik).
- Atom H yang paling mudah disubstitusi oleh halogen adalah atom H alilik. Urutan kereaktifan menjalani halogenasi adalah:

4. Penggantian Gugus OH dengan Gugus OR (Esterifikasi)

- ❑ Substitusi gugus OH dengan gugus OR umumnya terjadi pada asam karboksilat. Reaksinya dinamakan esterifikasi, yaitu pembuatan ester dari asam karboksilat dan alkohol. Umumnya esterifikasi dikatalis oleh asam.

Reaksi umum:



Asam karboksilat alkohol ester

- ❑ Dalam reaksi esterifikasi, terjadi pertukaran gugus antara gugus -OH dari asam karboksilat dengan gugus R'O - dari alkohol.

5. Penggantian Halogen dengan Gugus -OR (Sintesis Williamson)

- ❑ Reaksi penggantian halogen dengan gugus OR disebut juga reaksi Williamson, yang biasa digunakan untuk sintesis eter.
- ❑ Sintesis ini merupakan substitusi antara alkil halida dengan suatu garam alkoksida (RONa).

Reaksi umum:



Alkil halida alkoksida eter

b. Reaksi adisi

Reaksi adisi merupakan reaksi penambahan atom atau gugus atom ke dalam senyawa yang mempunyai ikatan rangkap dua atau rangkap tiga ($\text{C} = \text{C}$, $\text{C} \equiv \text{C}$, $\text{C} = \text{O}$, $\text{C} \equiv \text{N}$) sehingga ikatan rangkap tersebut berkurang bahkan dapat menjadi ikatan tunggal.

1. Adisi Hidrogen pada Alkena dan Alkuna

- ❑ Adisi gas hidrogen pada alkena dan alkuna adalah suatu reduksi ikatan pi pada alkena dan alkuna. Reaksi umum:



Alkena

Alkana



Alkuna

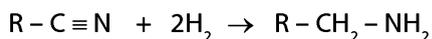
Alkena

2. Adisi Hidrogen pada Senyawa Karbonil dan Nitril

❑ Adisi hidrogen pada aldehid menghasilkan alkohol primer, sedangkan adisi hidrogen pada keton menghasilkan alkohol sekunder.

❑ Adisi H_2 pada senyawa nitril menghasilkan suatu amina ($R-NH_2$).

Reaksi umum:



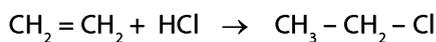
Nitril

amina

3. Adisi Hidrogen Halida (HX) pada Alkena dan Alkuna

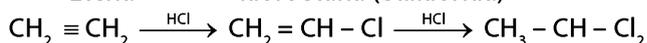
❑ Adisi hidrogen halida (HX) pada alkena menghasilkan alkil halida. Alkuna bereaksi dengan cara yang analog dan menghasilkan halida vinilik atau 1,1-dihaloalkana, tergantung banyaknya HX yang digunakan.

Contoh:



Etena

kloroetana (etilklorida)



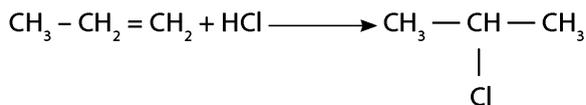
Etuna

kloro etena

1,1-dikloroetana

❑ Dalam adisi ini HX pada alkana berlaku aturan Markovnikov. Dalam adisi HX pada alkena tidak simetris, H^+ dari HX menuju ke karbon berikatan rangkap yang lebih banyak memiliki hidrogen (untuk mempermudah mengingat dapat menggunakan istilah: **yang kaya diperkaya**).

Contoh:



1-propena

2-kloropropana

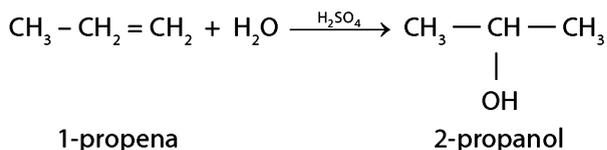
• Pada proses adisi hidrogen halogen (HX), H^+ akan menyerang atom karbon berikatan rangkap yang memiliki atom H lebih banyak karena akan dihasilkan suatu karbokation (zat intermediet) yang lebih stabil

dibandingkan jika H⁺ menyerang atom atom karbon berikatan rangkap yang memiliki atom H lebih sedikit.

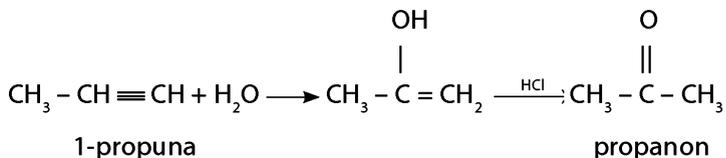
- ❑ Aturan Markovnikov tidak berlaku pada adisi hidrogen halogen oleh HBr dalam peroksida (HOOH/ROOR) dan pada reaksi ini terjadi proses kebalikan dari aturan Markovnikov yang dikenal dengan anti Markovnikov. Mekanisme yang terjadi pada anti Markovnikov tidak sama seperti yang telah dijelaskan di atas.

4. Adisi H₂O pada Alkena dan Alkuna

- ❑ Dalam larutan asam kuat (seperti H₂SO₄ dalam air), air mengadisi suatu ikatan rangkap dan menghasilkan alkohol. Reaksi ini disebut hidrasi. Pada alkena, adisi H₂O ini juga mengikuti aturan Markovnikov.

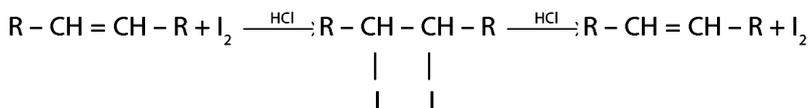


- ❑ Alkuna juga menjalani hidrasi, tetapi produknya merupakan suatu senyawa aldehid atau keton.



5. Adisi Halogen pada Alkena dan Alkuna

- ❑ Halogen dapat mengadisi alkena dan alkuna membentuk suatu dihaloalkana dan tetrahaloalkana.
- ❑ Fluor (F₂) maupun Iod (I₂) bukanlah pereaksi yang berguna dalam reaksi adisi alkena. I₂ mengadisi ikatan rangkap, tetapi produk 1,2-diioda tidak stabil dan akan melepaskan I₂ untuk membentuk kembali alkena.



- ❑ Oleh karena itu pereaksi adisi yang umum adalah klor(Cl_2) dan brom (Br_2).

c. Reaksi eliminasi

Reaksi eliminasi merupakan reaksi yang melibatkan pembentukan senyawa berikatan rangkap dari senyawa berikatan tunggal dengan cara melepas suatu molekul kecil, misalnya air, gas hidrogen dan lain lain. Eliminasi merupakan kebalikan dari adisi.

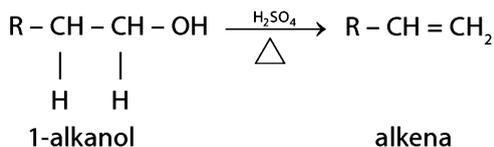
1. Eliminasi Hidrogen dari Alkana (Dehidrogenasi)

- ❑ Eliminasi hidrogen dari alkana dapat mengubah alkana menjadi alkena. Reaksi ini dinamakan dehidrogenasi (pelepasan molekul gas hidrogen). Dehidrogenasi dapat terjadi karena pemanasan dengan adanya pengaruh katalis tertentu, misalnya Zn.

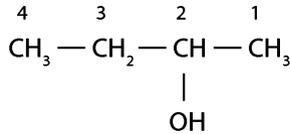
2. Eliminasi Air (Dehidrasi) pada Alkohol

- ❑ Alkohol dapat menjalani reaksi eliminasi menjadi alkena, karena dalam eliminasi ini melepaskan molekul air, maka reaksi ini disebut juga **reaksi dehidrasi**. Untuk mempercepat reaksi umumnya digunakan katalis berupa asam kuat, misalnya asam sulfat pekat.

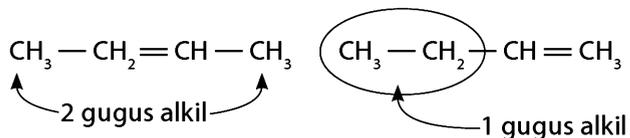
Reaksi umum:



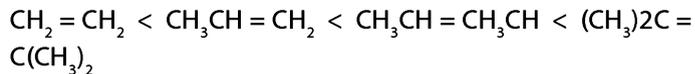
- ❑ Pada eliminasi ini, air yang dilepaskan berasal dari lepasnya gugus OH dan atom H dari karbon di sebelah karbon yang mengikat gugus OH.



- Dari molekul alkohol diatas, atom H yang lepas dapat berasal dari atom C-1 atau atom C-3. Dalam hal ini yang lepas adalah atom H dari C-3 membentuk 2 butena. Mengapa demikian? Hal ini disebabkan pada 2 butena mempunyai lebih banyak gugus alkil (R) pada atom-atom karbon ikatan rangkapnya bila dibandingkan dengan 1 butena. Hal ini sesuai dengan aturan Saytzeff yang berbunyi: "Atom H diambil dari atom C yang jumlah atom H nya lebih sedikit (**yang miskin dipermiskin**) sehingga terbentuk alkena yang memiliki gugus alkil (R) terbanyak pada atom-atom C ikatan rangkapnya".



☐ Urutan kestabilan alkena

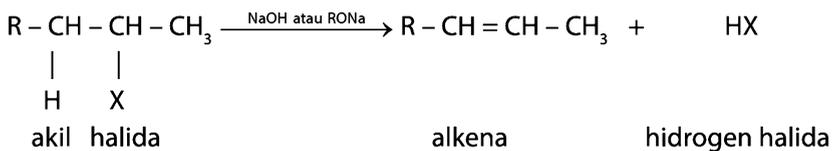


3. Eliminasi HX dari Alkil Halida (Dehidrohalogenasi)

- ☐ Alkil halida dapat mengalami eliminasi HX (hidrogen halida) bila dipanaskan dengan basa kuat. Misalnya garam alkoksida (RONa) atau NaOH dalam pelarut alkohol.

- ☐ Eliminasi HX ini juga mengikuti aturan Saytzeff.

Reaksi umum:

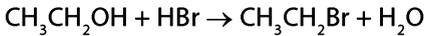


CONTOH SOAL DAN PEMBAHASAN

1. Reaksi antara etanol dengan asam bromida berlangsung sebagai berikut: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + \text{HBr} \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br} + \text{H}_2\text{O}$. Reaksi tersebut termasuk jenis reaksi

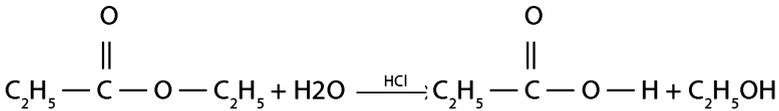
- A. hidrolisis
B. eliminasi
C. adisi
D. dehidrogenasi
E. substitusi

Jawaban: E



Pada reaksi tersebut gugus -OH digantikan oleh gugus -Br.

2. Perhatikan persamaan reaksi senyawa karbon berikut ini!



Jenis reaksi ke kanan pada persamaan reaksi tersebut adalah

- A. adisi
B. oksidasi
C. eliminasi
D. esterifikasi
E. hidrolisis

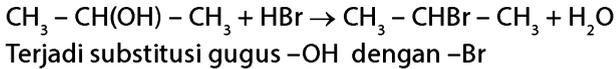
Jawaban: E

Pada reaksi tersebut terjadi penguraian ester oleh H_2O menjadi asam karboksilat dan alkohol, yang dikenal dengan nama reaksi hidrolisis.

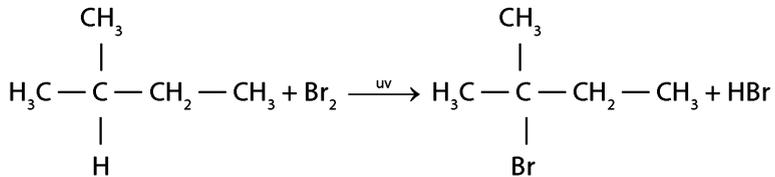
3. Reaksi 2-propanol dengan asam bromida menghasilkan 2-bromopropana merupakan reaksi

- A. adisi
B. substitusi
C. eliminasi
D. redoks
E. polimerisasi

Jawaban: B



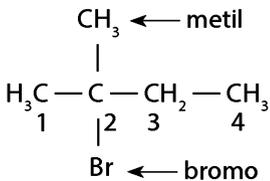
4. Diketahui:



Nama senyawa hasil reaksi di atas adalah

- | | |
|---------------------------|--------------------------|
| A. 2-bromo-2-etilpropana | D. 2-bromo-2-metilbutana |
| B. 2-metil butil bromida | E. 3-bromo-3-metilbutana |
| C. 2-metil butana bromida | |

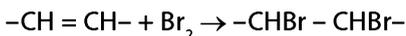
Jawaban: D



Nama: 2-bromo-2-metilbutana

5. Untuk menentukan adanya ikatan rangkap digunakan pereaksi bromin. Reaksi yang terjadi pada penentuan ikatan rangkap adalah reaksi
- | | |
|---------------|-------------|
| A. substitusi | D. oksidasi |
| B. eliminasi | E. reduksi |
| C. adisi | |

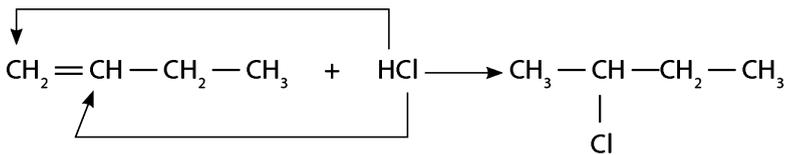
Jawaban: C



6. Reaksi: $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 + \text{HCl}$ akan menghasilkan
- A. $\text{CH}_2\text{Cl}(\text{CH}_2)_2\text{CH}_3$ D. $\text{CHClCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$
 B. $\text{CH}_2\text{CHClCH}_3$ E. CHClCCH_3
 C. $\text{CH}_3\text{CHClCH}_2\text{CH}_3$

Jawaban: C

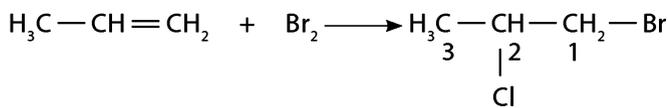
Dalam adisi HCl pada alkena tidak simetris, H^+ dari HCl menuju ke karbon berikatan rangkap yang lebih banyak hidrogennya (untuk mempermudah mengingat dapat menggunakan istilah: **yang kaya diperkaya**).



Hasil reaksinya adalah $\text{CH}_3\text{CHClCH}_2\text{CH}_3$

7. Jika propena direaksikan dengan bromin dalam tetraklorida, hasilnya ialah
- A. 1-bromopropena D. 1,2-dibromopropena
 B. 2-bromopropena E. 1,3-dibromopropena
 C. sikloprpana

Jawaban: D



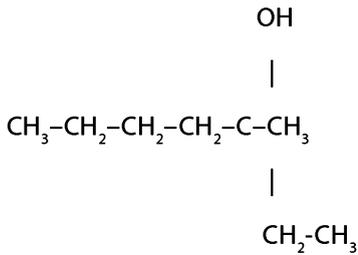
Nama produk: 1,2-dibromopropena

LATIHAN SOAL 23

1. Alkohol merupakan zat kimia bersifat
 - A. basa
 - B. asam kuat
 - C. netral
 - D. amfoter
 - E. mudah larut dalam pelarut apapun
2. Etil alkohol dan dimetil eter adalah sepasang isomer. Alkohol mendidih pada suhu yang jauh lebih tinggi, karena
 - A. berat jenis eter lebih kecil daripada alkohol
 - B. panas jenis alkohol lebih besar daripada eter
 - C. eter mengandung dua gugus metil
 - D. berat molekul alkohol dan eter tidak sama
 - E. antar molekul alkohol terjadi ikatan hidrogen
3. Pereaksi Lucas merupakan

A. $\text{HCl} + \text{ZnCl}_2$	D. $\text{HBr} + \text{MgCl}_2$
B. $\text{HCl} + \text{MgCl}_2$	E. $\text{HI} + \text{ZnCl}_2$
C. $\text{HBr} + \text{ZnCl}_2$	

4. Nama senyawa berikut:



adalah

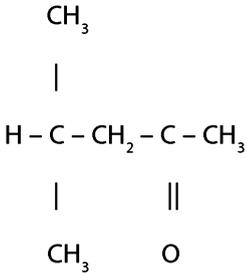
- A. 3-metil-2-heptanol D. 5-etil-5-heksanol
B. 3-metil-3-heptanol E. 2-etil-2-heptanol
C. 2-etil-2-heksanol
5. Di antara senyawa berikut yang tergolong alkohol tersier adalah
A. 3-pentanol D. 3-metil-1-heksanol
B. 1-butanol E. 2-metil-3-heksanol
C. 2-metil-2-pentanol
6. Senyawa alkohol di bawah ini yang tidak dapat dioksidasi oleh larutan $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ dalam suasana asam adalah
A. 3-pentanol D. 2-metil-2-butanol
B. 4-metil-2-pentanol E. 3,3-dimetil-2-butanol
C. 3-metil-2-butanol
7. Pada reaksi Na dengan $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ dihasilkan
A. penggantian OH oleh Na
B. penggantian H yang terikat pada C oleh Na
C. penggantian H yang terikat pada O oleh Na
D. penggantian semua H oleh Na
E. pembelahan ikatan antara kedua C
8. Dietil eter dapat diuraikan melalui pemanasan dengan
A. NaOH D. HI
B. air E. larutan $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$
C. larutan KMnO_4

9. Pemanasan dietil eter dengan HI menghasilkan dua mol
- A. etanol
B. metil iodida
C. iodoform
D. etil iodida
E. metanol
10. Reaksi antara etil iodida dengan natrium metoksida menghasilkan
- A. $\text{CH}_3 - \text{O} - \text{CH}_3$
B. $\text{C}_2\text{H}_5 - \text{O} - \text{C}_2\text{H}_5$
C. $\text{C}_2\text{H}_5 - \text{O} - \text{CH}_3$
D. C_2H_6
E. $\text{C}_2\text{H}_5\text{ONa}$
11. Senyawa karbonil yang paling reaktif adalah
- A. HCHO
B. CH_3CHO
C. $\text{C}_2\text{H}_5\text{CHO}$
D. CH_3COCH_3
E. $\text{C}_2\text{H}_5\text{COCH}_3$
12. Suatu senyawa mempunyai rumus empiris $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ dan dapat bereaksi dengan pereaksi Fehling. Senyawa tersebut adalah
- A. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO}$
B. $\text{CH}_3\text{OCH}=\text{CH}_2$
C. $\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{OH}$
D. $\text{CH}_3\text{OCH}=\text{CH}_2$
E. CH_3COCH_3
13. Senyawa berstruktur:
- $$\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CHO} \\ | \\ \text{C}_2\text{H}_5 \end{array}$$
- memiliki nama
- A. 2-etilpropanal
B. 2-etil-1-propanal
C. 2-metilbutanal
D. 3-metilbutanal
E. 3-etilbutanal
14. Rumus struktur untuk 2,3-dimetil butanal adalah
- A. $\text{CH}_3\text{COCH}(\text{CH}_3)_2$
B. $(\text{CH}_3)_3\text{CCHO}$
C. $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}(\text{CH}_3)\text{CHO}$
D. $(\text{CH}_3)_2\text{CHCHO}$
E. $(\text{CH}_3)_3\text{CCH}_2\text{CHO}$

15. Larutan yang digunakan untuk pengawet hewan percobaan adalah

- A. formalin
- B. asam formiat
- C. alkohol
- D. asam asetat
- E. aseton

16. Nama kimia untuk senyawa:



adalah

- A. 1,1-dimetil-3-butanon
- B. 2-metil-4-pentanon
- C. 4,4-dimetil-2-butanon
- D. isopropil metil keton
- E. 4-metil-2-pentanon

17. Pada oksidasi suatu alkohol dihasilkan aseton. Alkohol yang dioksidasi adalah

- A. 1-propanol
- B. 1-butanol
- C. 2-metil-1-propanol
- D. 2-propanol
- E. 2-butanol

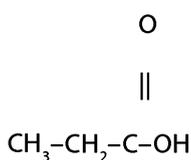
18. Nama senyawa yang berstruktur:



memiliki nama

- A. 2,4-dietil-2,4-dimetil-3-pentanon
- B. 2,2-dietil-4,4-dimetil-3-pentanon
- C. 3,3,5,5-tetrametil-4-heptanon
- D. 3,3-dietil-5,5-dimetil-4-heptanon
- E. 3,5-dietil-3,5-dimetil-3-heptanon

24. Sebanyak 1,10 gram asam organik (RCOOH) tepat dinetralkan oleh 50 ml larutan 0,25 M NaOH. Asam organik tersebut ialah (H = 1; C = 12; O = 16).
- A. asam asetat
 B. asam propanoat
 C. asam butanoat
 D. asam pentanoat
 E. asam heksanoat
25. Asam karboksilat jika disubstitusi dengan halogen terjadi senyawa
- A. asam α -halogen karboksilat
 B. ester
 C. asil halida
 D. asil amida
 E. alkanon
26. Senyawa asil halida adalah produk substitusi asam karboksilat dengan
- A. Cl_2
 B. PCl_3
 C. COCl
 D. $\text{CH}_2\text{ClOCH}_2\text{Cl}$
 E. CHCl_3
27. Esterifikasi adalah reaksi terbentuknya ester dari senyawa
- A. alkohol dan alkanon
 B. alkohol dan alkanal
 C. alkohol dan asam alkanoat
 D. alkana dan alkanal
 E. alkana dan asam alkanoat
28. Hasil reaksi dari:



dengan $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ adalah

- A. etil propil eter
 B. propil etil eter
 C. etil propanoat
 D. propil etanoat
 E. dipropil eter

29. Pernyataan berikut yang merupakan perbedaan antara lemak dan minyak adalah
- A. lemak adalah senyawa ester, sedangkan minyak adalah senyawa asam alkanoat
 - B. minyak adalah senyawa ester, sedangkan lemak adalah senyawa asam alkanoat
 - C. lemak tidak dapat dibuat menjadi sabun, sedangkan minyak dapat dibuat menjadi sabun
 - D. pada suhu kamar lemak berwujud padat, sedangkan minyak berwujud cair
 - E. lemak hanya berasal dari hewan dan minyak berasal dari tumbuhan
30. Senyawa ester banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari terutama untuk
- A. pelarut, bahan pakaian, cat
 - B. bahan sabun, minyak wangi, sari buah buatan (esens)
 - C. bahan pemutih, obat-obatan, antioksidan
 - D. zat aditif pada minyak, oli, cat
 - E. bahan pengawet, zat warna, pemutih



HALOALKANA DAN BENZENA

24

A. HALOALKANA

a. Senyawa monohaloalkana

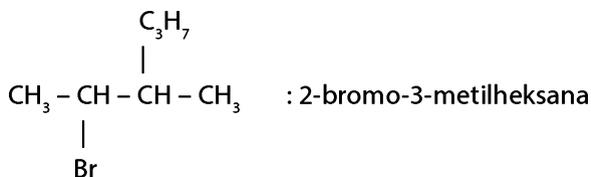
Senyawa monohaloalkana adalah senyawa haloalkana yang satu atom hidrogennya diganti oleh satu atom halogen.

1. Tata nama senyawa monohaloalkana
 - Senyawa monohaloalkana diberi nama dengan menyebutkan nama halogen yang terikat dengan akhiran o, di depan nama alkana asalnya.
 - Untuk senyawa monohaloalkana yang mempunyai isomer posisi (alkana dengan tiga/lebih atom C), di depan nama halogen ditulis nomor yang menyatakan letak atom halogen pada rantai utamanya.
 - Jika pada rantai utama ada cabang, nomor dan nama cabang ditulis setelah nama halogennya.

Contoh:

CH_3Cl : klorometana

$\text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH}_3$: 2-kloropropana
|
Cl

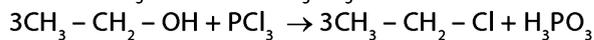
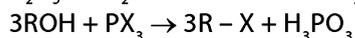
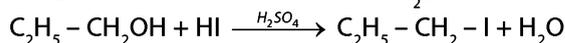
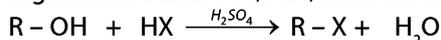


2. Pembuatan monohaloalkana

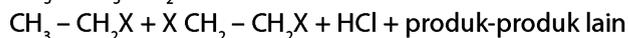
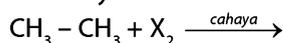
Untuk membuat monohaloalkana dapat melalui reaksi substitusi atau reaksi adisi.

• Reaksi Substitusi

- » Substitusi gugus OH pada alkohol dengan halogen dari pereaksi asam halida, HX (dengan katalis H_2SO_4), atau PX_3 (X = I, Br, Cl). Umumnya asam halida yang digunakan adalah: HI, HBr, dan HCl. Reaksinya:

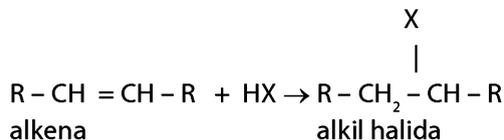


- » Substitusi atom H pada alkana dengan halogen dari pereaksi X_2 (X = Cl dan Br). Reaksi ini terjadi dengan bantuan cahaya ultraviolet dan mempunyai kelemahan, yaitu produk yang dihasilkan merupakan campuran antara monohaloalkana dan polihaloalkana. Reaksinya:



• Reaksi adisi HX pada alkana

Adisi hidrogen halida (HX) pada alkana menghasilkan alkil halida (monohaloalkana).



3. Reaksi-reaksi senyawa monohaloalkana

Reaksi-reaksi pada monohaloalkana adalah sebagai berikut:

- Dengan logam Na membentuk alkana. Reaksi ini umumnya digunakan untuk menggandakan atom C pada alkana.

Reaksi tersebut dikenal sebagai sintesis Wurtz. Reaksi:



Contoh:



- Dengan natrium alkoksida menghasilkan eter. Reaksi tersebut dikenal sebagai sintesis Williamson. Reaksi:

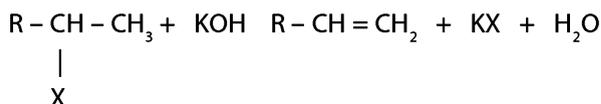


Produk terbaik diperoleh bila alkil halida itu metil halida (CH_3X) atau halida primer ($R-CH_2-X$), sedangkan untuk alkoksida dapat menggunakan metil primer, sekunder, atau tersier. Contoh:

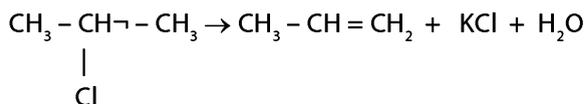


- Reaksi eliminasi membentuk alkena bila direaksikan dengan basa kuat dalam pelarut alkohol, misalnya KOH dalam etanol.

Reaksi:



Contoh:



h. Senyawa polihaloalkana

Senyawa polihaloalkana adalah senyawa haloalkana yang dua atau lebih atom hidrogennya diganti oleh halogen (X).

1. Tata nama senyawa polihaloalkana

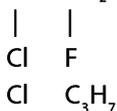
- Senyawa polihaloalkana diberi nama dengan menyebutkan nama halogen-halogen yang terikat dengan akhiran o dilengkapi dengan awalan yang menyatakan jumlah halogennya di depan nama alkana asalnya.
- Jika terdapat atom halogen yang berbeda, nama atom halogen disebutkan sesuai dengan urutan abjad huruf depan nama halogennya (dalam bahasa Inggris). Misalnya, kloro disebut lebih dahulu dibandingkan Fluoro karena urutan abjad huruf depan kloro dalam bahasa Inggris adalah c (chloro).
- Jika terdapat atom halogen yang berbeda, penomoran didasarkan pada kereaktifan halogen, yaitu dalam urutan F – Cl – Br – I.
- Untuk senyawa polihaloalkana yang sudah memiliki isomer, di depan nama halogen ditulis bilangan angka yang menyatakan letak atom halogen pada rantai utamanya. Jika ada cabang, nomor dan nama cabang ditulis setelah nama halogennya.

Contoh:

CCl_4 : tetrakloro metana

CHI_3 : triiodo metana

$\text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$: 3-kloro-2-fluoro butana



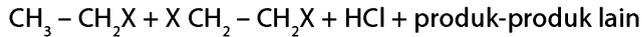
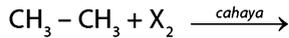
$\text{CH}_3 - \text{CH} - \text{C} - \text{CH} - \text{CH}_3$: 3-bromo-2,3-kloro-4-metilheptana



2. Pembuatan polihaloalkana

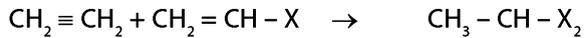
- Substitusi atom H pada alkana dengan halogen dari pereaksi X_2 ($\text{X} = \text{Cl}$ dan Br). Reaksi ini terjadi dengan bantuan cahaya ultraviolet. Seperti yang telah dijelaskan pada topik pembuatan alkana, reaksi ini dapat juga menghasilkan

senyawa-senyawa di-, tri-, tetra-haloalkana (yang termasuk dalam senyawa polihaloalkana). Reaksinya:



- Adisi hidrogen halida (HX) pada alkuna

Alkuna bereaksi dengan hidrogen halida (HX) menghasilkan halida vinilik atau 1,1-dihaloalkana, tergantung banyaknya HX yang digunakan. Reaksi:



3. Kegunaan senyawa polihaloalkana

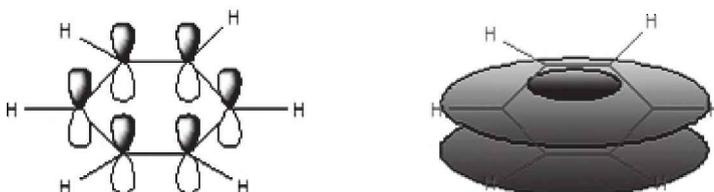
- Diklorometana (CH_2Cl_2) merupakan pelarut yang sangat baik. Di industri digunakan sebagai bahan pembuat produk pengelupas cat (cat minyak).
- Senyawa 1,2-dikloroetana ($\text{CH}_2\text{Cl}-\text{CH}_2\text{Cl}$) digunakan untuk membuat vinil klorida (monomer dari polivinilklorida).
- Karbon tetra klorida, CCl_4 , digunakan dalam proses pencucian kering (dry cleaning) untuk melarutkan kotoran yang menempel pada pakaian.
- Senyawa 1,1,1-trikloro etana (CH_3-CCl_3) digunakan sebagai pengencer/pelarut pada cairan penghapus.
- Triklorometana/kloroform (CHCl_3) digunakan sebagai zat untuk anestesi (obat bius). Oleh karena bersifat racun dan merusak hati maka penggunaannya digantikan oleh haloetana/2-bromo-2-kloro-1,1,1-trifluoroetana ($\text{CF}_3-\text{CHClBr}$).
- Kloroetana ($\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$) digunakan sebagai pembius lokal oleh para olahragawan dengan cara menyemprotkannya pada bagian yang sakit.
- Iodoform (CHI_3) digunakan sebagai zat antiseptik pengobat luka untuk mencegah terjadinya infeksi.
- Senyawa 1,2-dibromoetana ($\text{CH}_2\text{Br}-\text{CH}_2\text{Br}$) merupakan senyawa yang ditambahkan pada bensin yang menggunakan senyawa TEL ($\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_5)_4$) untuk mengurangi ketukan pada mesin.

- Diklorodifeniltrikloroetana (DDT) digunakan untuk membasmi bibit penyakit dan hama perusak tanaman pangan. Oleh karena sukar diuraikan oleh mikroorganisma maka penggunaan DDT dilarang.
- Senyawa 1,2-dibromo-1-kloropropana (CHClBr-CHBr-CH_3) digunakan sebagai insektisida. Senyawa tersebut berdampak negatif menimbulkan kemandulan.
- Klorofluorokarbon (CFC) yang dikenal dengan freon, diantaranya CFCl_3 dan CF_2Cl_2 , digunakan sebagai pendingin (*refrigerant*) pada alat pendingin ruang dan lemari es. Selain itu digunakan sebagai pendorong (propelan) pada produk aerosol seperti cat semprot, obat nyamuk semprot, *hair spray*, dan lain-lain.

B. BENZENA

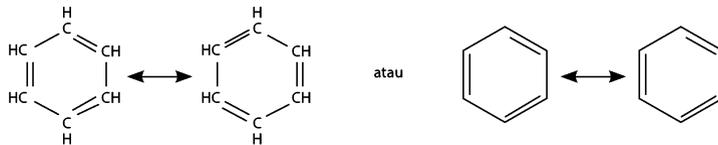
Benzena (C_6H_6) adalah senyawa siklik dengan 6 atom C yang tergabung dalam cincin. Setiap atom C terhibridisasi sp^2 dan cincinnya adalah planar. Setiap atom C mempunyai satu atom H yang diikatnya, dan masing-masing atom C juga mempunyai orbital p yang tidak terhibridisasi dan tegak lurus terhadap bidang ikatan sigma (σ) dari cincin.

Keenam orbital p dapat menyumbangkan satu elektron untuk membentuk ikatan π . Dengan demikian benzena memiliki tiga ikatan rangkap dan tiga ikatan tunggal yang saling bergantian (konjugasi). Hal ini mengakibatkan keenam elektron pembentuk ikatan π mengalami delokalisasi (pergerakan elektron π).



Gambar 24.1. Delokalisasi elektron-elektron dari orbital 2p membentuk cincin bermuatan.

Menurut Kekule, ada dua kemungkinan rumus bangun benzena yang masing-masing memiliki tiga ikatan pi. Kedua rumus bangun tersebut menggambarkan distribusi elektron pi dalam benzena yang juga disebut resonansi.



Gambar 24.2. Struktur hibrid resonansi dari benzena.

Tanda panah dua arah menunjukkan bahwa struktur yang sebenarnya berada diantara kedua struktur tersebut.

Benzena adalah salah satu senyawa dari golongan senyawa aromatik, yaitu senyawa yang cukup distabilkan oleh delokalisasi elektron π . Syarat yang harus dipenuhi agar suatu senyawa termasuk dalam golongan senyawa aromatik:

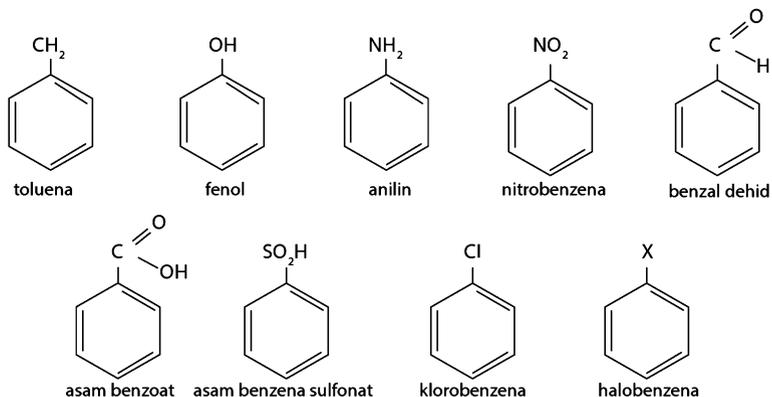
- Molekulnya harus siklik dan datar.
- Memiliki orbital p tegak lurus pada bidang cincin, agar terjadi delokalisasi penuh elektron π .
- Mempunyai ikatan tunggal dan rangkap yang berselang-seling (ikatan rangkap konjugasi)
- Memenuhi aturan Huckel, yaitu senyawa tersebut mengandung $(4n + 2)$ elektron π dengan n adalah bilangan bulat.

C. SENYAWA TURUNAN BENZENA

Senyawa-senyawa turunan benzena adalah senyawa-senyawa yang berasal dari benzena, dengan cara mengganti satu atom H atau lebih pada suatu benzena dengan gugus alkil, hidroksil, atau gugus-gugus fungsional lain. Turunan benzena yang sering dibahas adalah golongan monosubstitusi benzena (satu atom H diganti dengan satu gugus fungsional), disubstitusi benzena (dua atom H diganti dengan dua gugus fungsional lain), dan trisubstitusi benzena (tiga atom H diganti dengan tiga gugus fungsional lain).

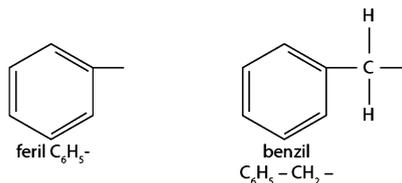
a. Monosubstitusi benzena

Penamaan monosubstitusi benzena diperoleh dengan menggabungkan nama substituen (gugus pengganti atom H) sebagai awalan yang diikuti dengan kata benzena (nama IUPAC). Untuk nama trivial, diperoleh dengan mengganti kata fenil (nama untuk benzena bila bertindak sebagai gugus cabang) diikuti dengan nama gugus fungsionalnya.



Gambar 24.3. Beberapa senyawa turunan benzena sebagai hasil reaksi monosubstitusi.

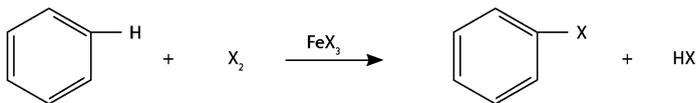
Gugus bervalensi (bertangan) satu yang diturunkan dari benzena disebut gugus fenil (C_6H_5-) sedangkan yang diturunkan dari toluena ($C_6H_5 - CH_3$) disebut gugus benzil ($C_6H_5 - CH_2-$)



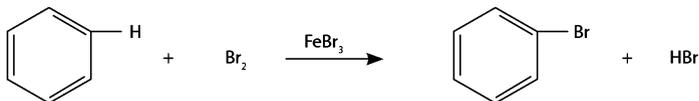
Gambar 24.4. Struktur fenil dan benzil.

1. Halogenasi

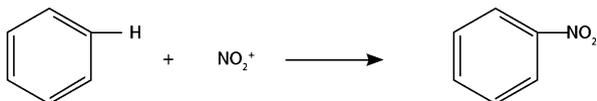
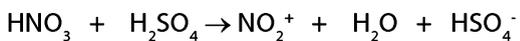
Reaksi umum:



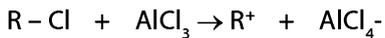
Contoh:



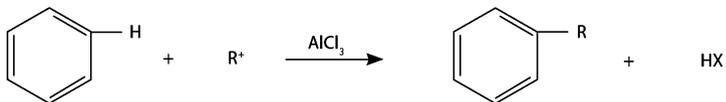
2. Nitrasi



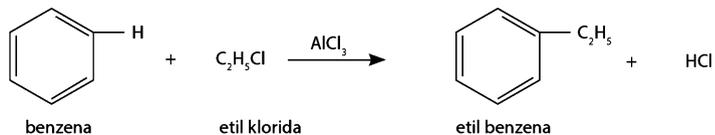
3. Alkilasi



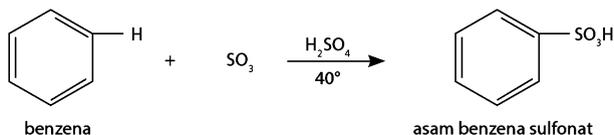
Reaksi secara keseluruhan:



Contoh:

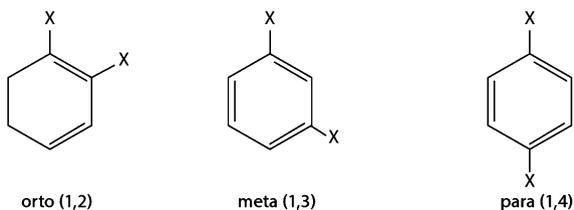


4. Sulfonasi



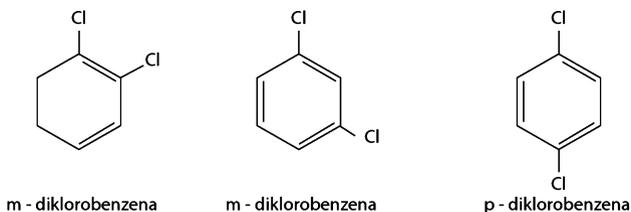
b. Disubstitusi benzena

Disubstitusi benzena terjadi jika dua atom H diganti dengan dua atom atau gugus lain. Disubstitusi benzena ini menghasilkan tiga bentuk isomer, yaitu orto (o), meta (m), dan para (p).



Gambar 24.5. Tiga bentuk isomer sebagai hasil reaksi disubstitusi benzena.

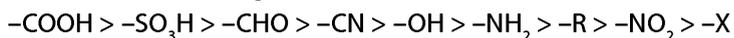
Contoh: Dikloro benzena ($C_6H_4Cl_2$) diketahui ada 3 isomer, yaitu:



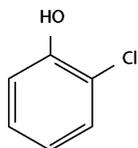
Gambar 24.6. Tiga bentuk isomer dari dikloro benzena.

Bila kedua atom atau gugus atom pada benzena berbeda, pemberian namanya mengikuti nama turunan utama dari benzena tersebut.

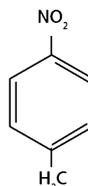
1. Turunan utamanya ditentukan dengan menggunakan prioritas gugus (substituen) yang terikat pada benzena. Urutan prioritas tersebut adalah sebagai berikut:



2. Prioritas gugus ini juga digunakan untuk pemberian nomor dalam penamaan disubstitusi benzena. Gugus yang prioritasnya lebih tinggi mendapat nomor terendah. Contoh:



o-kloro fenol (2-klorofenol)
BUKAN
o-hidroksi klorobenzena



p-nitro tulena (4-nitro tulena)
BUKAN
p-metil nitrobenzena

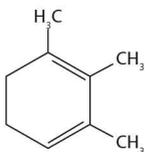
Gambar 24.7. Dua bentuk struktur turunan benzena dengan tata nama yang memperhatikan prioritas.

c. Trisubstitusi benzena

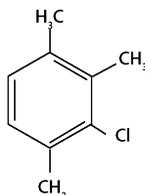
Jika tiga atom H diganti dengan tiga atom atau gugus yang sama, maka terdapat tiga isomer yaitu visinal, asimetri, dan simetri.

1. Visinal terjadi jika ketiga substituen sejenis letaknya berdampingan (posisi 1, 2, 3).
2. Asimetri terjadi jika dari ketiga substituen sejenis, dua substituen letaknya berdampingan sedangkan substituen ketiga terpisah oleh satu atom C (posisi 1, 2, 4).
3. Simetri terjadi jika pada ketiga substituen, letak tiap substituen terpisah oleh satu atom C (posisi 1, 3, 5).

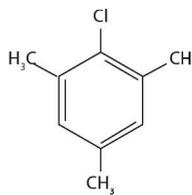
Contoh:



visinal trimetil benzena
(1,2,3-trimetil benzena)



asimetri trimetil benzena
(1,2,4-trimetil benzena)



simetri trimetil benzena
(1,2,5-trimetil benzena)

Gambar 24.8. Tiga bentuk isomer sebagai hasil reaksi reaksitrisubstitusi benzena dengan tiga gugus pengganti yang sama.

Jika atom H diganti dengan 3 atau lebih atom atau gugus yang tidak sama, penamaannya hanya bisa menggunakan angka (tidak menggunakan sistem orto-meta-para atau pun visinal-asimetri-simetri). Prioritas penomoran sama dengan yang telah disebutkan pada pembahasan disubstitusi benzena). Contoh:

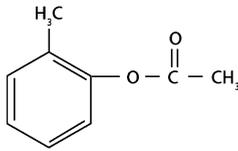


Gambar 24.9.

Tiga bentuk isomer sebagai hasil reaksi reaksi trisubstitusi benzena dengan tiga gugus pengganti yang berbeda.

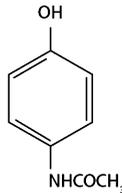
C. KEGUNAAN BENZENA DAN TURUNANNYA

1. Benzena digunakan sebagai pelarut non polar bagi senyawa-senyawa organik yang tidak melarut dalam air. Benzena sangat berbahaya karena dapat merusak sumsum tulang, menghambat pembentukan sel-sel darah merah, dan bersifat karsinogenik.
2. Fenol digunakan dalam pembuatan karbol/lisol sebagai desinfektan (pembunuh kuman). Selain itu digunakan sebagai bahan pembuat zat warna dan plastik.
3. Asam benzoat digunakan sebagai pengawet pada makanan dan minuman.
4. Aminobenzena digunakan sebagai bahan dasar zat pewarna yang dikenal sebagai pewarna azo.
5. Aspirin atau asetosal (asam asetil salisilat) digunakan sebagai zat analgesik (penghilang rasa sakit) dan zat antipiretik (penurun panas badan) sehingga berfungsi sebagai obat sakit kepala, sakit gigi dan demam.



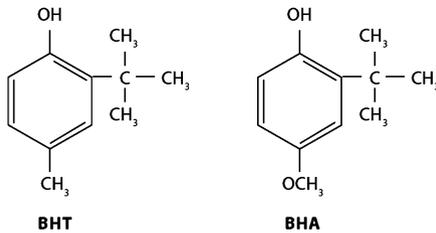
Gambar 24.10. Asetil salisilat

6. Parasetamol atau asetaminofen digunakan pada obat sakit kepala atau obat demam.



Gambar 24.11. Parasetamol

7. BHT (butil hidroksi toluena) dan BHA (butil hidroksi anisol) digunakan sebagai zat antioksidan (zat antitengik) pada minyak goreng dan mentega.



Gambar 24.12. BHT dan BHA sebagai zat antioksidan

8. Benzil alkohol digunakan sebagai zat antiseptik pada obat kumur untuk membunuh kuman (penghilang bau mulut).

CONTOH SOAL DAN PEMBAHASAN

1. Pasangan reaksi di bawah ini yang tidak menghasilkan $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl}$ adalah

- A. $\text{CH}_2 = \text{CH}_2 + \text{HCl}$
- B. $\text{CH}_2 = \text{CHCl} + \text{H}_2$
- C. $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{OH} + \text{HCl}$
- D. $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{OH} + \text{PCl}_3$
- E. $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{OH} + \text{Cl}_2$

Jawaban: E

- A. $\text{CH}_2 = \text{CH}_2 + \text{HCl} \rightarrow \text{CH}_3 - \text{CH}_2\text{Cl}$
- B. $\text{CH}_2 = \text{CHCl} + \text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3 - \text{CHCl}$
- C. $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{OH} + \text{HCl} \rightarrow \text{CH}_3 - \text{CH}_2\text{Cl} + \text{H}_2\text{O}$
- D. $3\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{OH} + \text{PCl}_3 \rightarrow 3\text{CH}_3 - \text{CH}_2\text{Cl} + \text{H}_3\text{PO}_3$
- E. $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{OH} + \text{Cl}_2 \rightarrow$ tidak terjadi

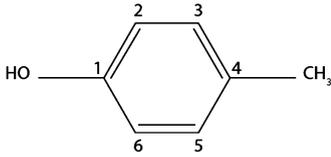
2. Tata nama turunan benzena berikut adalah



- A. orto metil fenol
- B. meta metil fenol
- C. para metil fenol
- D. meta hidroksi toluena
- E. para hidroksi toluena

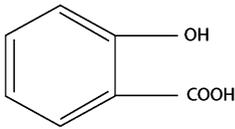
Jawaban: C

Urutan prioritas gugus $-\text{OH} > -\text{CH}_3 \Rightarrow$ kerangka induknya fenol



Nama: 4-metil fenol atau para metil fenol

3. Senyawa turunan benzena:

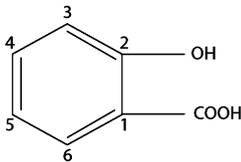


Mempunyai nama ...

- A. para hidroksi benzoat
- B. meta hidroksi benzoat
- C. orto hidroksi benzoat
- D. asam salisilat
- E. para hidroksi benzaldehid

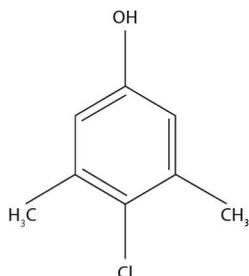
Jawaban: D

Urutan prioritas gugus $-\text{COOH} > -\text{OH} \Rightarrow$ kerangka induknya asam benzoat



Nama: asam-2-hidroksi benzoat atau asam salisilat

4. Nama senyawa turunan benzena dengan rumus struktur:

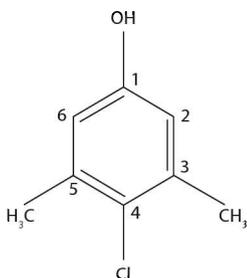


adalah ...

- A. 4-hidroksi-2,6-dimetil toluena
- B. 4-kloro-3,5-dimetil fenol
- C. 3,5-dimetil-4-hidroksi toluena
- D. 3,5-dimetil-4-kloro fenol
- E. 2,4-dimetil-3-kloro fenol

Jawaban: D

Urutan prioritas gugus $-\text{OH} > -\text{CH}_3 > -\text{X} \Rightarrow$ kerangka induknya fenol.

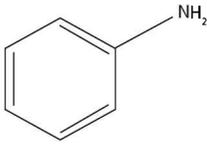


Nama: 3,5-dimetil-4-kloro fenol

5. Berikut ini beberapa kegunaan dari senyawa turunan benzena :

- (1) Bahan peledak
- (2) Antiseptik
- (3) Insektisida
- (4) Bahan dasar pembuatan zat warna diazo
- (5) Pengawet minuman

Kegunaan senyawa turunan benzena dengan rumus:

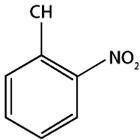


adalah

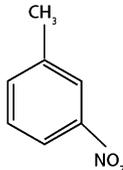
- | | |
|------|------|
| A. 1 | D. 4 |
| B. 2 | E. 5 |
| C. 3 | |

Jawaban: D

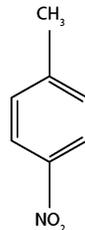
1. Bahan peledak \Rightarrow trinitro toluena(TBT)
 2. Antiseptik \Rightarrow fenol
 3. Insektisida
 4. Bahan dasar pembuatan zat warna diazo \Rightarrow anilina
 5. Pengawet minuman \Rightarrow asam benzoat
6. Tuliskan semua isomer dari $C_6H_4(CH_3)(NO_2)$!



orto nitrotoluena



meta nitrotoluena



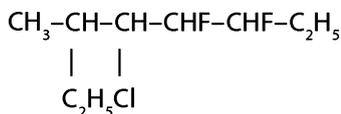
para nitrotoluena

Pembahasan:

Oleh karena senyawa $C_6H_4(CH_3)(NO_2)$ merupakan turunan benzena dengan dua substituen maka senyawa tersebut memiliki tiga isomer, berupa orto, meta, dan para.

LATIHAN SOAL 24

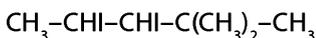
1. Pernyataan berikut yang tidak benar tentang senyawa benzena adalah
 - A. struktur molekulnya segi enam beraturan
 - B. mudah melakukan reaksi adisi dengan air brom
 - C. mempunyai ikatan tak jenuh
 - D. sudut antaratom C sebesar 120°
 - E. dapat mengalami peristiwa resonansi
2. Diantara sifat-sifat benzena berikut yang merupakan akibat langsung dari kestabilan cincin dengan elektron terdelokalisasi adalah
 - A. perubahan entalpi pembentukan standar berharga positif
 - B. tidak memiliki sifat konduktor listrik
 - C. titik didih rendah
 - D. ketahanan terhadap serangan kimia dari suatu pereaksi
 - E. kecenderungan menjalani reaksi substitusi daripada reaksi adisi atau kondensasi
3. Diketahui suatu struktur senyawa:



Nama senyawa tersebut adalah

- A. 3,4-difluoro-5-kloro-6-metiloktana
- B. 5-kloro-3,4-difluoro-6-metiloktana
- C. 3,4-difluoro-5-kloro-6-etilheptana
- D. 3-kloro-4,5-difluoro-2-etilheptana
- E. 2-etil-3-kloro-4,5-difluoroheptana

4. Senyawa dengan rumus struktur:

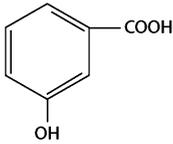


diberi nama

- A. 2,3-dimetil-3,4-diiodopentana
 - B. 2,3-dimetil-4,4-diiodopentana
 - C. 1,2-diiodo-3,4-dimetilpentana
 - D. 2,3-diiodo-4,4-dimetilpentana
 - E. 2,3-diiodo-3,4-dimetilpentana
5. Senyawa 1,1,1-tribromo-2,2,2-trikloroetana mempunyai rumus struktur
- A. $\text{CH}_3\text{CBrCl}_2$
 - B. $\text{CH}_3\text{CBr}_2\text{Cl}$
 - C. $\text{CH}_2\text{BrCH}_2\text{Cl}$
 - D. $\text{CHBr}_2\text{CHCl}_2$
 - E. CCl_3CBr_3
6. Benzena dibedakan dari sikloheksana dengan melihat
- A. titik didihnya
 - B. jumlah atom C-nya
 - C. ikatannya
 - D. titik lelehnya
 - E. aromanya
7. Alkil halida dapat dibuat dari suatu alkena melalui reaksi
- A. substitusi
 - B. adisi
 - C. eliminasi
 - D. polimerisasi
 - E. kondensasi
8. Ilmuwan yang pertama kali mengemukakan tentang struktur benzena adalah
- A. Faraday
 - B. Kekule
 - C. Wohler
 - D. Wurtz
 - E. Grignard

9. Bereaksinya senyawa haloalkana dengan logam natrium sehingga terjadi senyawa alkana dikenal sebagai reaksi
- | | |
|-------------|---------------|
| A. Dumas | D. Williamson |
| B. Grignard | E. Kolbe |
| C. Wurtz | |
10. Klorometana jika direaksikan dengan logam Na akan dihasilkan
- | | |
|------------|------------|
| A. metana | D. butana |
| B. etana | E. pentana |
| C. propana | |
11. Senyawa 1-klorobutana jika direaksikan dengan KOH terjadi senyawa
- | | |
|--------------|------------------|
| A. butana | D. asam butanoat |
| B. 1-butanol | E. butanon |
| C. butanal | |
12. Senyawa di bawah ini merupakan senyawa haloalkana, kecuali
- | | |
|--------------|-------------|
| A. kloroform | D. formalin |
| B. freon | E. iodoform |
| C. DDT | |
13. Haloalkana yang digunakan sebagai antiseptik pada luka adalah
- | | |
|------------------------------------|------------------------------|
| A. CHCl_3 | D. CCl_4 |
| B. CHI_3 | E. $\text{CHCl}=\text{CH}_2$ |
| C. $\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$ | |
14. Salah satu dari zat kimia berikut yang menyebabkan kerusakan lapisan ozon di stratosfer adalah
- | | |
|-----------------------------|---------------------------|
| A. CCl_4 | D. CHCl_3 |
| B. CF_2Cl_2 | E. CH_3Cl |
| C. CH_2Cl_2 | |

15. Senyawa dengan struktur berikut:



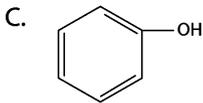
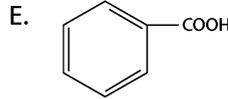
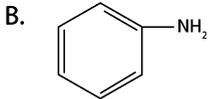
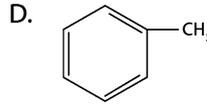
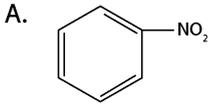
diberi nama

- A. asam-o-hidroksi benzoat
- B. asam-m-hidroksi benzoat
- C. asam-p-hidroksi benzoat
- D. asam-2-fenol benzoat
- E. asam-3-fenol benzoat

16. Benzena dan turunannya memiliki bau yang harum, sehingga dikenal sebagai senyawa

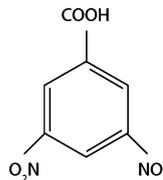
- A. alifatik
- B. alisiklik
- C. sikloheksena
- D. aromatik
- E. paramagnetik

17. Diantara senyawa di bawah ini yang disebut anilin adalah

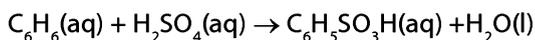


18. Senyawa berikut memiliki nama

- A. asam 3,5-dinitro benzoat
- B. asam 1,3-dinitro benzoat
- C. 1,3-dinitro-5-karboksil benzena
- D. 1,3,5-dinitro benzoat
- E. 1,3-dinitro benzil alkohol



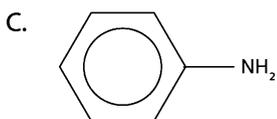
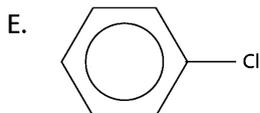
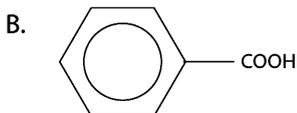
19. Oksidasi suatu turunan benzena menghasilkan suatu senyawa yang dapat memerahkan lakmus biru dan dengan alkohol menghasilkan ester. Turunan benzena itu adalah
- A. toluena
B. asam benzoat
C. anilina
D. fenol
E. asam benzena sulfonat
20. Oksidasi sempurna senyawa toluena akan menghasilkan
- A. fenol
B. anilin
C. benzaldehida
D. asam benzoat
E. nitrobenzen
21. Senyawa yang berfungsi sebagai obat sakit kepala adalah
- A. fenol
B. parasetamol
C. toluena
D. asam benzoat
E. fenil amina
22. Oksidasi suatu turunan benzena menghasilkan suatu senyawa yang dapat memerahkan lakmus biru dan dengan alkohol menghasilkan ester. Turunan benzena itu adalah
- A. toluena
B. asam benzoat
C. anilina
D. fenol
E. asam benzena sulfonat
23. Benzena direaksikan dengan asam sulfat pada kondisi tertentu menurut persamaan berikut:



Pada reaksi ini, asam sulfat bertindak sebagai

- A. zat pendehidrasi
B. oksidator
C. suatu asam kuat
D. zat pengadisi
E. zat pensubstitusi

24. Senyawa yang digunakan untuk desinfektan dan pengawet kayu adalah



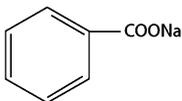
25. Diantara pereaksi berikut yang dapat digunakan untuk mengoksidasi metil benzena menjadi asam benzoat adalah

- A. gas klorin
- B. larutan I_2 dan NaOH dalam air
- C. campuran H_2SO_4 pekat dan HNO_3 pekat
- D. larutan $KMnO_4$ dalam suasana basa
- E. larutan H_2O_2

26. Substitusi benzena oleh gas klorin dengan katalisator $FeCl_3$ terbentuk senyawa ...

- A. heksaklorosikloheksana
- B. klorobenzena
- C. o-klorobenzena
- D. m-klorobenzena
- E. p-klorobenzena

27. Senyawa dengan rumus struktur berikut:



banyak digunakan sebagai

- A. sekuestran
- B. pengemulsi
- C. antioksidan
- D. pemanis
- E. pengawet

28. Nama lain dari senyawa stirena adalah

- A. fenil etena
- B. benzil klorida
- C. amil benzena
- D. kumena
- E. fenil metil eter

29. Senyawa turunan benzena "trinitro toluena" mempunyai kegunaan sebagai

- A. bahan pembuat kue
- B. bahan peledak
- C. bahan pengawet
- D. bahan pewarna
- E. pengharum ruangan

30. Suatu senyawa karbon yang mengandung inti benzena mempunyai sifat sebagai berikut:

- (1) Berupa kristal dan larut dalam air
- (2) Bersifat asam lemah dan bereaksi dengan NaOH
- (3) Bersifat pemusnah hama

Senyawa tersebut adalah

- A. toluena
- B. benzil alkohol
- C. fenol
- D. nitrobenzena
- E. anilina



POLIMER DAN BOKIMIA

25

A. POLIMER

Polimer adalah molekul raksasa atau makromolekul, yaitu molekul yang terbentuk dari penggabungan molekul-molekul sederhana (monomer) membentuk rantai yang panjang dengan massa molekul (M_r) yang besar.

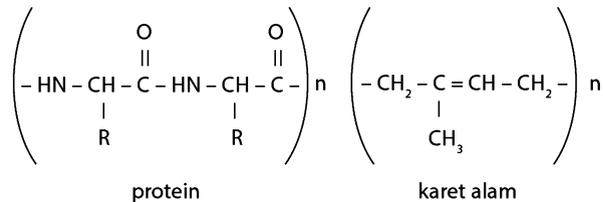
a. Penggolongan polimer

1. Penggolongan berdasarkan asal polimer

Berdasarkan asalnya, polimer dibagi menjadi polimer alam dan polimer sintesis.

- Polimer Alam

Polimer alam terdapat pada makhluk hidup. Beberapa contoh: protein (seperti serat otot dan enzim), polisakarida (pati dan selulosa), karet dan asam-asam nukleat.



- **Polimer Sintetis**

Polimer sintetis terbentuk sebagai hasil reaksi dari bahan-bahan kimia. Beberapa produk polimer sehari-hari meliputi kantong plastik pembungkus makanan, lapisan teflon pada penggorengan, sikat rambut, sikat gigi, penyekat listrik, wadah plastik, dan jendela pesawat terbang.



2. **Penggolongan berdasarkan sifat dan bentuknya**

Berdasarkan sifat dan bentuknya, polimer dibagi menjadi tiga kelompok umum, yaitu elastomer, serat, dan plastik.

- Elastomer adalah polimer dengan sifat-sifat elastik seperti karet.
- Serat adalah polimer mirip benang, seperti kapas, sutra, atau nilon.
- Plastik dapat berupa lembaran tipis, zat padat yang keras dan dapat dicetak (pipa, mainan anak-anak), atau salutan (cat mobil, pernis).

Sifat-sifat fisik polimer ditentukan oleh beberapa faktor antara lain sebagai berikut: panjang rata-rata rantai polimer, daya intermolekul antara sesama rantai, dan sifat kristalinitas rantai polimer.

- Polimer yang struktur kristalnya tidak teratur, memiliki sifat kristalinitas yang rendah. Makin tidak teratur struktur rantainya, makin hilang sifat kristalinitasnya.
- Polimer dengan struktur rantai yang teratur memiliki sifat kristalinitas yang tinggi. Polimer ini memiliki sifat lebih kuat dan lebih tahan terhadap bahan-bahan kimia.

3. **Penggolongan berdasarkan jenis monomernya**

Berdasarkan jenis monomernya, polimer dibedakan atas homopolimer dan kopolimer.

- Homopolimer terbentuk dari sejenis monomer, contohnya polietilena, polipropilena, polistirena, PVC (Poli Vinil Chlorida), teflon, amilum, selulosa, dan poliisoprena (karet alam).
 - Kopolimer terbentuk dari dua jenis atau lebih polimer, contohnya nilon-66 dan dakron.
4. Penggolongan berdasarkan sifatnya terhadap panas
- Berdasarkan sifatnya terhadap panas, polimer dibedakan menjadi polimer termoplas dan termoseting.
- Polimer termoplas (meliat panas) adalah polimer yang melunak jika dipanaskan. Polimer jenis ini dapat dibentuk ulang. Contohnya adalah polietilena, PVC, dan polipropilena.
 - Polimer termoseting (memadat panas) adalah polimer yang tidak melunak jika dipanaskan. Polimer termoseting tidak dapat dibentuk ulang. Contohnya adalah bakelit, yaitu plastik yang digunakan untuk peralatan listrik.
- Perbedaan sifat antara polimer termoplas dan polimer termoseting terletak pada strukturnya.
- Polimer termoplas terdiri atas molekul-molekul rantai lurus atau bercabang.
 - Polimer termoseting terdiri atas ikatan silang antar rantai sehingga terbentuk bahan yang keras dan lebih kaku.

b. Reaksi pembentukan polimer

1. Polimerisasi adisi

Polimerisasi adisi terjadi dari monomer-monomer yang memiliki ikatan rangkap yang bergabung secara adisi membentuk molekul baru, sehingga menjadi ikatan jenuh. Reaksi ini biasanya dibantu oleh suatu katalis, biasanya peroksida (H_2O_2). Pada polimerisasi adisi massa molekul relatif (M_n) dari dari polimer yang terbentuk adalah kelipatan M_r monomernya. Hal ini dikarenakan pada polimerisasi adisi tidak ada molekul yang hilang.

- Polimerisasi adisi alam
Polimerisasi yang terjadi secara alami terjadi pada karet alam yang merupakan hasil polimerisasi dari 2-metil-1,3-butadiena yang terdapat pada pohon karet. Reaksinya:

$$n \left(\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C} = \text{C} - \text{CH} = \text{CH}_2 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array} \right) \rightarrow \left(- \begin{array}{c} \text{H}_2\text{C} - \text{C} = \text{CH} - \text{CH}_2 - \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array} \right)_n$$

2-metil-1,3-butadiena karet alam

- Polimerisasi adisi sintesis
Polimerisasi ini dibuat oleh manusia. Contohnya pembentukan PVC dari vinil klorida. Reaksinya:

$$n \left(\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C} = \text{CH} \\ | \\ \text{Cl} \end{array} \right) \rightarrow \left(- \begin{array}{c} \text{H}_2\text{C} - \text{CH} - \\ | \\ \text{Cl} \end{array} \right)_n$$

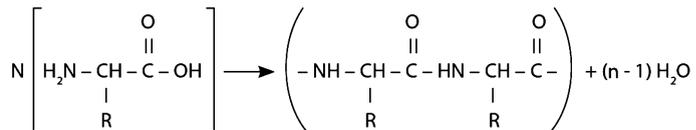
vinil klorida polivinil klorida (PVC)

Polivinil klorida (PVC) banyak digunakan untuk membuat pipa paralon, pembungkus kabel, dan tas plastik.

2. Polimerisasi kondensasi

Pada polimerisasi kondensasi, monomer-monomer saling bergabung membentuk molekul besar dengan melepas molekul kecil, seperti air (H₂O) dan metanol (CH₃OH). Umumnya polimerisasi kondensasi terjadi pada monomer yang mempunyai gugus fungsi pada ujung rantainya.

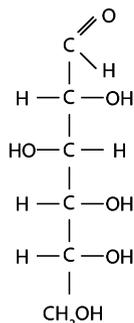
- Polimerisasi kondensasi alami
Polimerisasi kondensasi alami contohnya adalah pembentukan protein dari asam amino. Reaksinya:



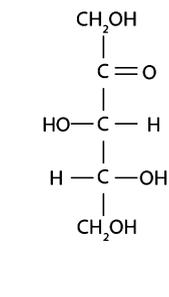
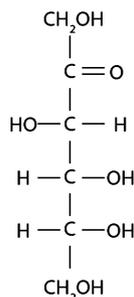
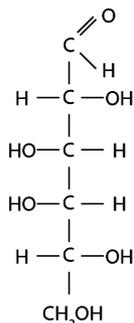
- Polimerisasi Kondensasi Sintesis
- Pembentukan nilon dari asam adipat (asam 1,6-heksadioat) dan heksametilen diamina (1,6-diaminoheksana).

a. Karbohidrat/sakarida

Karbohidrat merupakan senyawa polihidroksi yang mengandung gugusaldehid atau keton. Karbohidrat yang mengandung gugusaldehid termasuk golongan aldosa (aldehid plus -osa) dan yang mengandung gugus keton disebut golongan ketosa (keton plus -osa).



Aldosa



Ketosa

1. Penggolongan karbohidrat

Karbohidrat memiliki rumus umum $\text{C}_n(\text{H}_2\text{O})_m$. Harga n dan m boleh sama atau berbeda. Berdasarkan ukuran molekulnya, karbohidrat dibagi menjadi monosakarida, disakarida, dan polisakarida.

- Monosakarida

Monosakarida adalah satuan karbohidrat yang paling sederhana, dan tidak dapat terhidrolisis menjadi molekul karbohidrat yang lebih kecil. Semua monosakarida adalah zat padat yang mudah larut dalam air. Larutannya bersifat optis-aktif. Larutan monosakarida yang baru dibuat dapat mengalami perubahan sudut putaran hingga akhirnya dicapai sudut putaran yang tetap. Perubahan sudut putaran ini disebut mutarotasi.

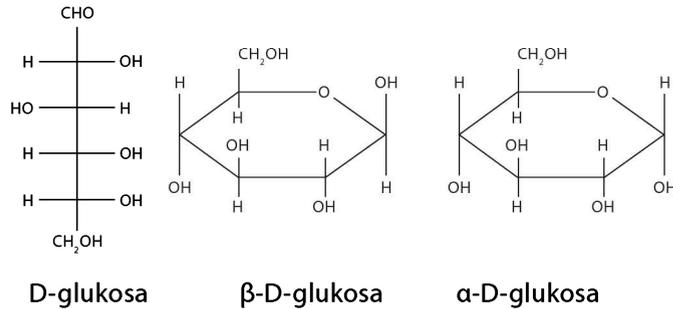
Beberapa contoh monosakarida adalah sebagai berikut:

- Glukosa

Glukosa merupakan aldohexosa, yaitu karbohidrat yang memiliki gugus fungsional aldehid dan enam buah atom

C. Glukosa disebut juga dekstrosa karena memutar bidang polarisasi ke kanan.

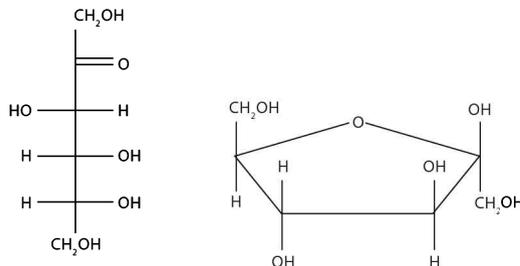
Glukosa merupakan komponen utama gula darah. Glukosa sendiri dapat dibentuk dari hidrolisis pati, glikogen, dan maltosa. Glukosa dapat dioksidasi oleh pereaksi Tollens sehingga sering disebut gula pereduksi.



- **Fruktosa**

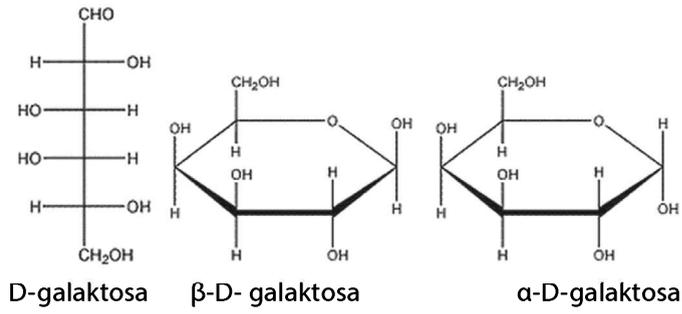
Fruktosa merupakan heksulosa, yaitu karbohidrat yang memiliki gugus fungsional keton dan enam buah atom C. Fruktosa juga disebut levulosa karena memutar bidang polarisasi ke kiri.

Fruktosa banyak terdapat pada buah-buahan dan madu. Fruktosa dapat dihidrolisis dari disakarida yaitu sukrosa. Sama halnya dengan glukosa, fruktosa juga merupakan gula pereduksi.

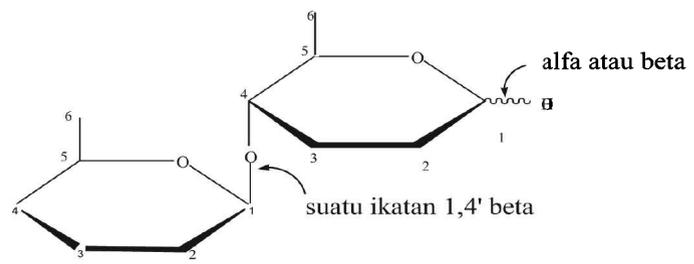


D-fruktosa

- Galaktosa
Galaktosa merupakan aldohexosa terdapat dalam susu. Galaktosa memiliki rasa kurang manis jika dibandingkan dengan glukosa dan kurang larut dalam air. Sama halnya dengan glukosa dan fruktosa, glukosa juga merupakan gula pereduksi.



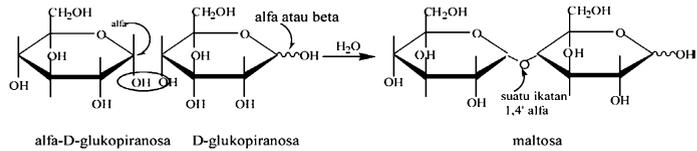
- Disakarida
Disakarida adalah suatu karbohidrat yang tersusun dari dua satuan monosakarida yang disatukan oleh suatu ikatan glikosidik dari karbon 1 dari satu satuan monosakarida ke suatu OH satuan monosakarida lain.



Bila direaksikan dengan air dalam suasana asam, disakarida akan menghasilkan kedua monosakarida penyusunnya. Beberapa contoh disakarida adalah sebagai berikut:

- Maltosa
Suatu molekul maltosa mengandung dua satuan D-glukopiranos. Satuan pertama (ditunjukkan di kiri)

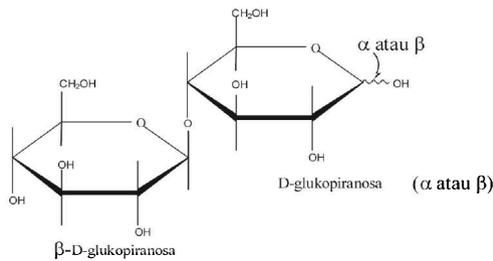
adalah dalam bentuk α -glikosida. Satuan ini terikat ke oksigen pada karbon 4 dalam satuan kedua oleh suatu ikatan 1,4'- α atau ikatan $\alpha 1 \rightarrow 4'$. Tanda (') untuk menandai sistem pemberian angka yang kedua untuk unit glukosa yang kedua.



- **Selobiosa**

Selobiosa tersusun dari dua satuan glukopiranososa yang digabung oleh ikatan 1,4'- β . Selobiosa diperoleh dari hidrolisis parsial dari selulosa dan jika dihidrolisis akan menghasilkan 2 molekul glukosa. Karbohidrat ini merupakan gula pereduksi.

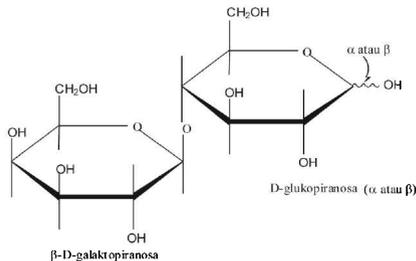
SELOBIOSA



- **Laktosa**

Laktosa terdiri dari 2 monosakarida yang berlainan, D-glukosa dan D-galaktosa.

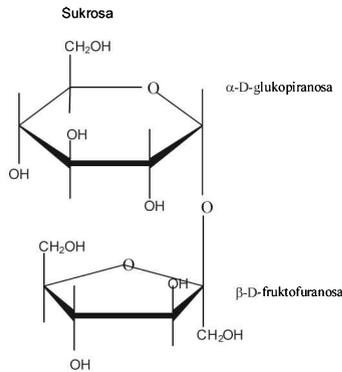
LAKTOSA



Dalam metabolisme tubuh manusia yang normal, laktosa dihidrolisis secara enzimatik menjadi D-galaktosa dan D-glukosa, kemudian galaktosa itu diubah menjadi glukosa yang dapat mengalami metabolisme.

- **Sukrosa**

Sukrosa atau sakarosa adalah gula pasir biasa, yang terdiri dari fruktosa dan glukosa. Ikatan glikosida menghubungkan karbon ketal dari asetal dan bersifat β dari fruktosa dan α dari glukosa. Sukrosa ini jika dihidrolisis dengan enzim akan menghasilkan gula yang lebih manis dari pada karena dihasilkan fruktosa (lebih manis dari sukrosa) dan glukosa.

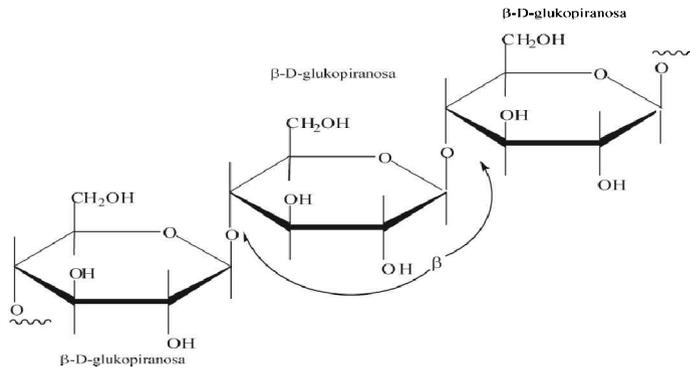


- **Polisakarida**

Polisakarida adalah senyawa yang mengandung dua atau lebih satuan monosakarida yang dipersatukan dengan ikatan glikosida. Hidrolisis lengkap akan mengubah polisakarida menjadi monosakarida.

- **Selulosa**

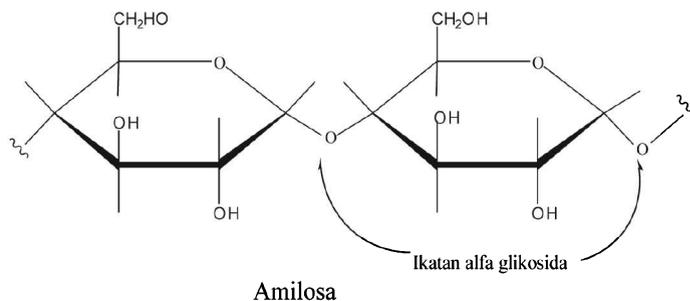
Selulosa merupakan senyawa organik yang paling melimpah di bumi dan terbentuk lebih dari 1000-3000 monosakarida. Selulosa adalah gabungan dari $1,4'$ - β -D-glukosa. Hidrolisis lengkap dengan suasana asam akan menghasilkan D-glukosa. Selulosa tidak dapat bereaksi dengan reagensia tollens dan sukar larut dalam air, larutan asam maupun basa.



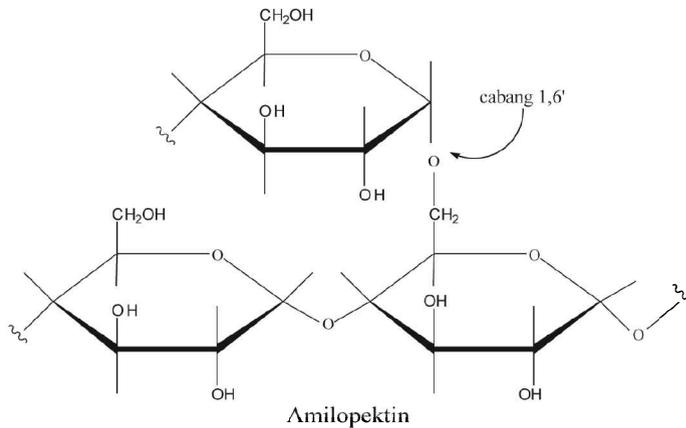
- **Pati**

Pati dapat dipisahkan menjadi 2 fraksi utama berdasarkan kelarutan bila dibubur dengan air panas. Sekitar 20% pati adalah amilosa (larut) dan 80% sisanya adalah amilopektin (tidak larut).

Amilosa adalah polimer linear dari α-D-glukosa yang dihubungkan secara 1-4'. Hal ini mirip dengan selulosa, tetapi perbedaannya adalah pada ikatan glikosidanya. Pada selulosa ikatan β, sedang pada amilosa adalah ikatan α. Perbedaan ini menyebabkan perbedaan sifat antara kedua polisakarida ini. Hidrolisis lengkap amilosa hanya menghasilkan D-glukosa, hidrolisis parsialnya menghasilkan maltosa sebagai satu-satunya disakarida. Amilosa akan berwarna biru jika dicampur dengan larutan iodium.



Amilopektin merupakan suatu polisakarida yang jauh lebih besar dari amilosa yang mengandung 1,4'- D-glukosa. Tidak seperti amilosa, amilopektin bercabang sehingga terdapat satu glukosa ujung untuk kira-kira 25 satuan glukosa. Hidrolisis lengkap amilopektin hanya menghasilkan D-glukosa. Namun hidrolisis parsialnya menghasilkan suatu campuran disakarida maltosa dan isomaltosa. Amilopektin akan berwarna violet jika bercampur dengan larutan



- **Glikogen**
Glikogen terbentuk lebih dari 1000 monosakarida (α -D-glukosa) dan biasanya merupakan cadangan karbohidrat pada manusia dan hewan. Jika kandungan glukosa di dalam tubuh berlebih maka di dalam tubuh glukosa akan diubah menjadi glikogen, sistem perubahan ini diatur oleh hormon insulin. Untuk uji kualitatif dari glikogen adalah dengan menambahkan larutan iodium dan akan berwarna merah jika terdapat glikogen.
2. Reagen identifikasi karbohidrat
- **Reagen Tollens**
Reagen ini dibuat dari larutan basa $\text{Ag}(\text{NH}_3)\text{OH}$. Reagen tollens biasanya digunakan untuk menguji gula pereduksi dan monosakarida. Uji ini positif jika terbentuk endapan perak pada dasar tabung.

- Reagen Benedict
Reagen benedict merupakan campuran larutan CuSO_4 1,7%, Na_2CO_3 9%, dan natrium sitrat 17%. Uji benedict ini tujuannya sama dengan tollens dan akan terbentuk endapan merah bata jika hasilnya positif.
- Reagen Molisch
Reagen ini merupakan campuran α naftol dan sedikit asam sulfat pekat dalam etanol 95%. Uji Molisch digunakan untuk menguji adanya karbohidrat secara umum dan akan dihasilkan cincin berwarna ungu. Pada reaksi ini karbohidrat akan mengalami dehidrasi membentuk turunan fulfural dengan α naftol.

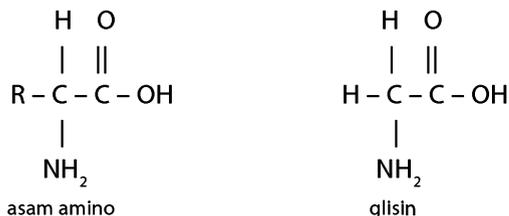
b. Asam amino dan protein

Protein merupakan salah satu senyawa penting penyusun sel hidup. Kata protein berasal dari kata Yunani proteios, yang artinya "pertama". Hidrolisis protein dengan bantuan asam menghasilkan asam-asam amino.

1. Asam amino

Asam amino adalah turunan asam alkanuat (asam karboksilat) yang satu atom H-nya diganti dengan gugus amino ($-\text{NH}_2$). Umumnya gugus amino pada asam amino terikat pada atom C alfa, yaitu atom C di sebelah gugus fungsi alkanuat. Asam amino yang paling sederhana adalah asam amino asetat ($\text{H}_2\text{NCH}_2\text{COOH}$), disebut juga glisin, yang tidak mempunyai rantai samping dan karena itu tidak mengandung satu karbon kiral (tidak bersifat optis aktif).

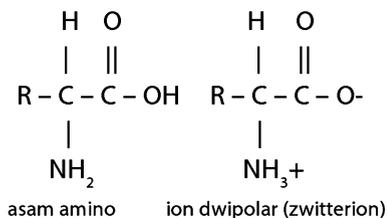
Semua asam amino yang lain memiliki rantai samping, karena itu atom C alfanya bersifat kiral (bersifat optis aktif). Rumus struktur asam amino dan glisin adalah sebagai berikut:



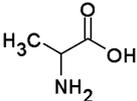
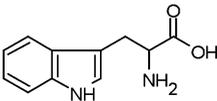
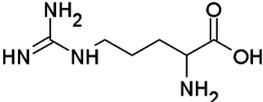
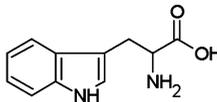
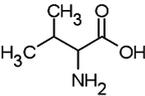
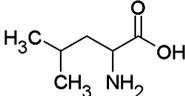
Asam amino tidak selalu bersifat seperti senyawa-senyawa organik lain. Misalnya titik leleh-nya di atas 200°C, sedangkan kebanyakan senyawa organik dengan bobot molekul sekitar itu berupa cairan pada suhu kamar.

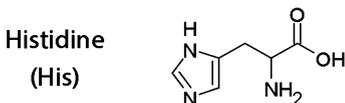
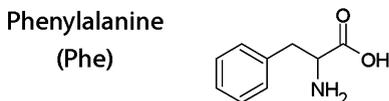
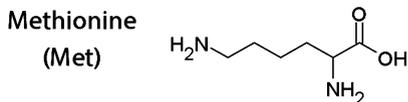
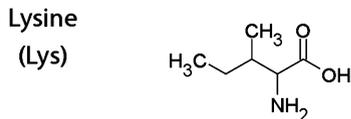
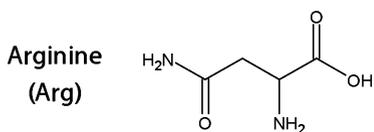
Asam amino larut dalam pelarut air dan pelarut polar lain, tetapi tidak larut dalam pelarut nonpolar seperti dietil eter atau benzena. Asam amino kurang bersifat asam dibandingkan sebagian besar asam karboksilat dan kurang bersifat basa dibandingkan sebagian besar amina. Mengapa demikian? Karena suatu asam amino mengandung gugus amino yang bersifat basa dan gugus karboksil yang bersifat asam dalam molekul yang sama.

Suatu asam amino mengalami reaksi asam-basa internal yang menghasilkan ion dipolar (ion dwikutub), yang disebut zwitterion.



Tabel 25.1. Asam amino

Nama	Struktur	Nama	Struktur
Alanine (Ala)		Tryptophan (Trp)	
Arginine (Arg)		Leucine (Leu)	
Valine (Val)		Isoleucine (Ile)	



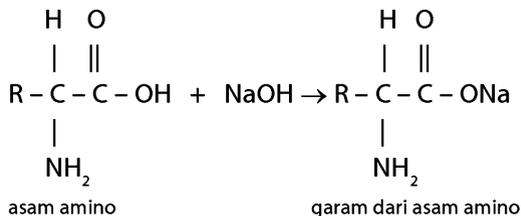
Diantara asam-asam amino di atas, ada asam amino yang dibutuhkan oleh tubuh manusia atau organisme, tetapi tidak dapat disintesis sendiri oleh tubuh manusia atau organisme tersebut. Asam amino yang demikian disebut asam amino esensial, yaitu valin, leusin, isoleusin, fenilalanin, triptofan, metionin, treonin, lisin, histidin, dan arginin.

2. Reaksi-reaksi asam amino

Asam amino merupakan senyawa yang bersifat amfoter karena mempunyai gugus COOH yang bersifat asam dan gugus NH₂ yang bersifat basa dalam molekulnya. Karena itu, reaksi-reaksi yang terjadi pada asam amino adalah reaksi-reaksi yang terjadi pada asam karboksilat dan pada amino primer.

Beberapa reaksi yang terjadi pada asam amino adalah:

- Asam amino bereaksi dengan basa (misalnya NaOH atau biasa disimbolkan dengan OH⁻) membentuk suatu garam. Reaksinya:



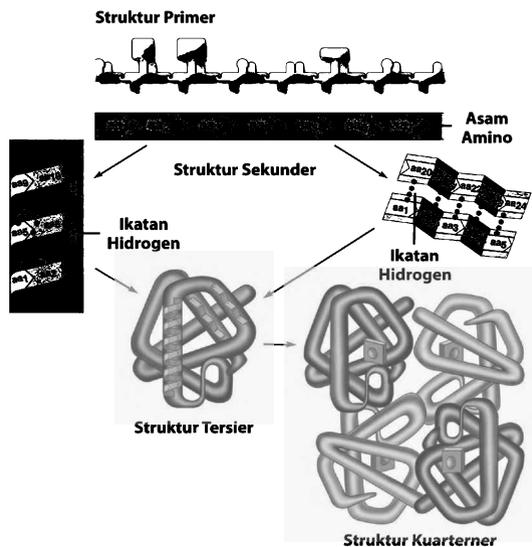
- » Protein serat (*fibrous protein*)
Protein ini disebut juga protein struktural yang membentuk otot, dinding pembuluh darah, dan rambut, terdiri dari molekul panjang mirip benang liat dan tidak larut. Contohnya kolagen, elastin, dan keratin.
 - » Protein globular
Protein globular berbentuk agak bulat karena rantainya melipat bertumpukan. Protein globular larut dalam air dan melakukan pelbagai fungsi dalam organisme. Contohnya hemoglobin, insulin, antibodi, fibrinogen.
 - » Protein konjugasi
Protein konjugasi merupakan protein yang bersenyawa dengan zat lain yang merupakan senyawa nonprotein, misalnya gula. Suatu cara hubungan yang lazim antara protein dan nonprotein adalah dengan suatu rantai samping fungsional dari protein. Contohnya glikoprotein, nukleoprotein, lipoprotein.
- Di bawah ini adalah klasifikasi protein berikut contoh dan fungsinya:

Tabel 25.2. Klasifikasi protein

Kelas dan contoh	Fungsi
Serat atau struktural	
Kolagen	Membentuk jaringan penyambung; membentuk 30% protein pada binatang menyusui; kaya akan hidroksiprolina.
Elastin	Membentuk urat dan pembuluh darah.
Keratin	Membentuk rambut, bulu (burung), dan kuku; kaya akan sistein dan sistin.
Globular	
Hemoglobin	Mengangkut oksigen ke sel-sel tubuh.

Insulin	Membantu dalam metabolisme karbohidrat.
Antibodi	Membuat protein asing menjadi tidak aktif.
Fibrinogen	Membentuk serat-serat tak larut yang menggumpalkan darah.
Konjugasi	
Glikoprotein	Bersenyawa dengan < 4% karbohidrat.
Nukleoprotein	Bersenyawa dengan asam-asam nukleat.
Lipoprotein	Bersenyawa dengan lipid, seperti fosfolipida atau kolesterol.

Selain klasifikasi di atas, terdapat klasifikasi berdasarkan struktur lebih tinggi dari protein, yaitu struktur primer, yang merupakan rentetan asam-asam amino dalam suatu protein; struktur sekunder, yaitu bentuk seperti suatu spiral yang mana kerangka protein berada di dalamnya.; struktur tersier, yaitu antaraksi lebih lanjut seperti terlipatnya kerangka untuk membentuk suatu bulatan; dan struktur kuarterner, yaitu antaraksi dua molekul senyawa atau lebih.



Gambar 25.1.
Struktur primer, sekunder, tersier dan kuarterner dari protein.
sumber apapengertianahli.com

- Pengujian protein
 - » Pengujian ikatan peptida (uji biuret)

Hasil uji positif terhadap senyawa-senyawa yang memiliki ikatan peptida. Larutan yang mengandung protein ditetesi dengan larutan NaOH, kemudian diberi beberapa tetes larutan CuSO_4 encer. Hasil yang positif akan memberikan warna ungu.
 - » Uji xantoprotein

Hasil uji positif terhadap protein yang mengandung asam amino yang memiliki cincin benzena, seperti tirosin, fenilalanin, dan triptofan. Larutan yang mengandung protein ditambahkan larutan asam nitrat pekat sehingga terbentuk endapan putih (terjadi proses nitrasi terhadap cincin benzena). Jika diberi pemanasan, maka warna putih akan berubah menjadi kuning.
 - » Uji Millon

Hasil uji positif terhadap protein yang mengandung asam amino yang memiliki gugus fenol, seperti tirosin. Pereaksi millon terdiri dari larutan merkuro dan merkuri nitrat dalam asam nitrat. Protein dengan pereaksi millon akan membentuk endapan putih. Jika dipanaskan warnanya akan menjadi merah.
 - » Uji belerang

Hasil uji positif terhadap protein yang mengandung asam amino yang memiliki gugus belerang, seperti sistein, sistin, dan metionin. Larutan protein dengan larutan NaOH pekat dipanaskan, kemudian ditambahkan larutan timbal asetat. Hasil uji positif dengan terbentuk endapan hitam (PbS).

c. Lipida/Gliserida

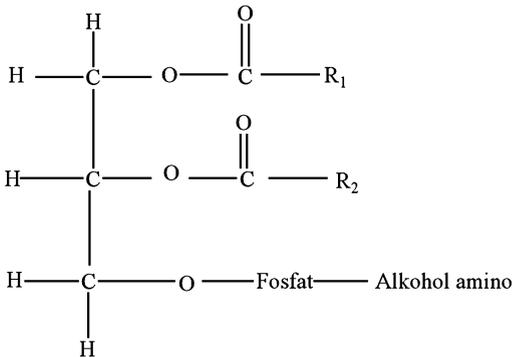
Lipida adalah substansi biologis yang tidak larut dalam air, tetapi larut dalam pelarut-pelarut organik yang kurang polar, seperti kloroform

dan eter. Senyawa-senyawa yang termasuk lipida adalah:

- Lemak dan minyak
Lemak dan minyak adalah ester dari gliserol dengan asam-asam lemak. Lemak yang berada pada suhu kamar berwujud cair biasa disebut minyak. Minyak umumnya berasal dari tumbuhan, seperti minyak jagung, minyak kedelai, minyak bunga matahari, minyak kelapa, dan lain-lain. Minyak mengandung asam-asam lemak tidak jenuh, seperti asam oleat ($C_{17}H_{33}COOH$), asam linoleat ($C_{17}H_{31}COOH$), dan asam linolenat ($C_{17}H_{29}COOH$).
- Fosfolipid
Fosfolipid atau fosfatidat adalah suatu gliserida yang mengandung fosfor dalam bentuk ester asam fosfat. Oleh karena itu fosfolipid adalah suatu fosfogliserida.

Molekul fosfolipid merupakan ester dari gliserol dimana dua gugus $-OH$ disubstitusi oleh dua asam lemak dan satu gugus $-OH$ disubstitusi oleh asam fosfat yang terikat dengan suatu alkohol yang mengandung atom nitrogen.

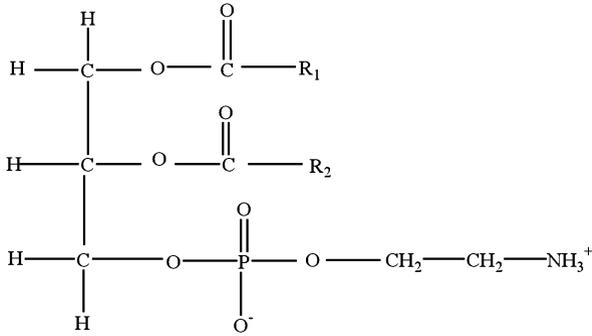
Bagian fosfolipid yang mengandung fosfat dan nitrogen bersifat polar sehingga mudah larut dalam air. Bagian fosfolipid yang mengandung asam lemak bersifat non polar dan tidak melarut dalam air. Rumus umum suatu fosfolipid adalah:



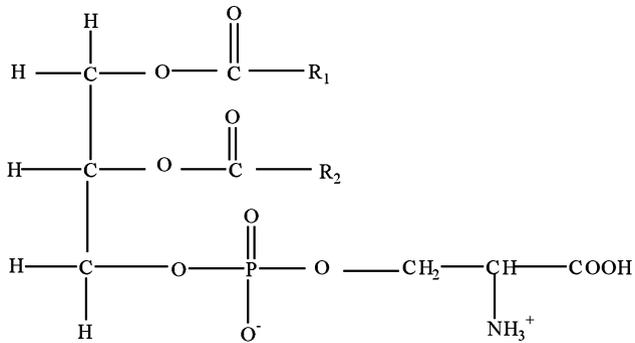
Beberapa fosfolipid adalah sebagai berikut:

- » Sefalin adalah fosfogliserida yang tidak larut dalam aseton dan alkohol.

- » Sefalin meliputi fosfatidiletanolamina dan fosfatidilserin. Kedua senyawa tersebut terdapat dalam berbagai jaringan dan sel, terutama banyak terdapat dalam sel otak dan sel syaraf lainnya bersama-sama dengan lesitin.



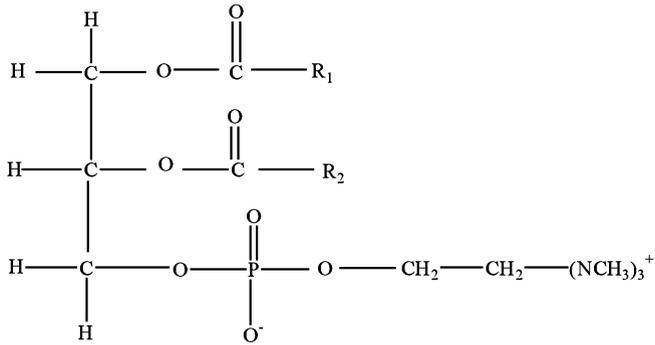
fosfatidiletanolamin



Fosfatidilserin

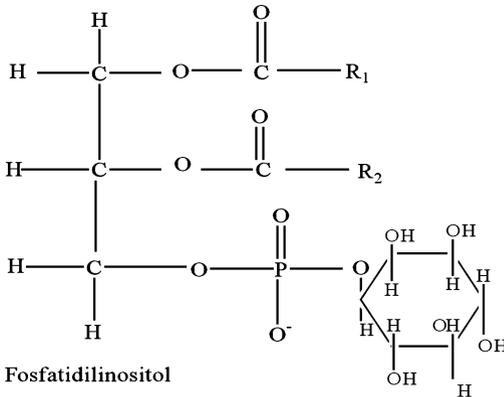
- » Fosfatidilkolin (lesitin) berupa zat padat lunak seperti lilin, berwarna putih, dan dapat diubah menjadi coklat bila terkena cahaya dan bersifat higroskopik dan bila dicampur dengan air membentuk larutan koloid.

- » Lesitin larut dalam semua pelarut lemak kecuali aseton.



fosfatidilkolin (lesitin)

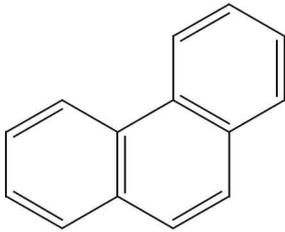
- Fosfatidilinositol



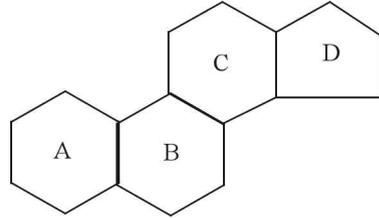
Fosfatidilinositol

- Steroid

Struktur dasar steroid dianggap sebagai derivat perhidrosiklopentanafenantrena, yang terdiri dari tiga cincin sikloheksana terpadu seperti bentuk fenantrena (cincin A, B, dan C) dan sebuah cincin siklopentana yang bergabung pada cincin sikloheksana tersebut (cincin D).

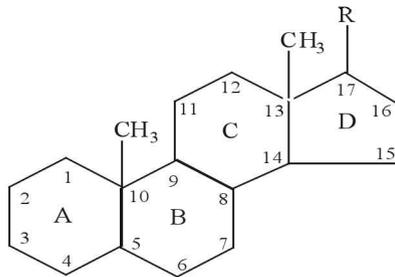


Fenantrena



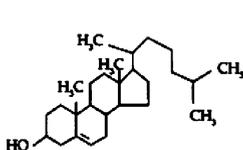
Perhidrosiklopentanafenantrena

Rumus struktur senyawa-senyawa steroid adalah struktur inti sebagai berikut:

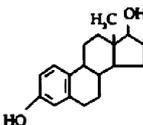


Inti steroid

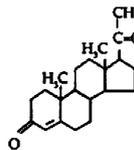
Beberapa contoh steroid adalah sebagai berikut:



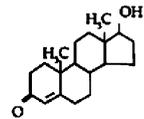
kolesterol



estrogen
(hormon pada wanita)



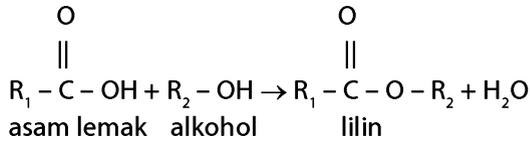
progesteron
(hormon pada wanita)



testosteron
(hormon pada pria)

- Lilin

Lilin (*wax*) adalah ester dari asam lemak dengan monohidroksi alkohol yang mempunyai rantai karbon panjang, antara 14 sampai 34 atom karbon. Reaksi pembentukan lilin dapat dituliskan:

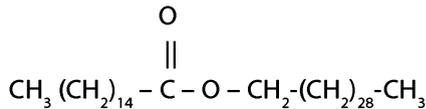


Sebagai contoh alkohol panjang adalah:

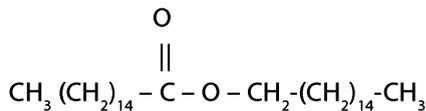


Beberapa contoh lilin:

- » Mirisilpalmitat, lilin yang terdapat pada lebah madu.



- » Setilpalmitat, lilin yang terdapat pada bagian kepala ikan paus atau lumba-lumba yang disebut spermaseti.



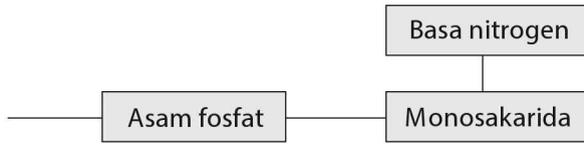
d. Asam nukleat

Asam nukleat merupakan polimer yang tersusun atas nukleotida-nukleotida. Asam nukleat terbagi dua, yaitu DNA (asam deoksiribonukleat) dan RNA (asam ribonukleat). Setiap nukleotida tersusun atas monosakarida, asam fosfat, dan basa nitrogen.

Jika digambarkan sebagai berikut:



Gambar 25.2. Asam nukleat

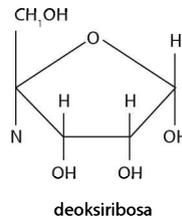
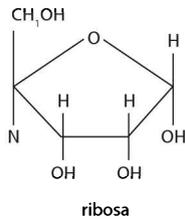


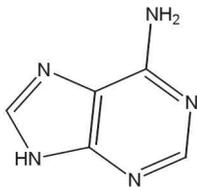
Gambar 25.3. Nukleotida

Perbedaan komponen penyusun antara RNA dan DNA adalah sebagai berikut:

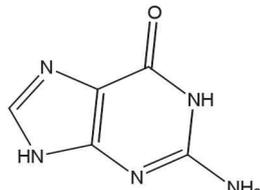
Tabel 25.3. Perbedaan komponen antara RNA dan DNA

Asam nukleat	Monosakarida	Basa nitrogen
RNA	Ribosa	Adenin (A), Guanin (G) Sitosin (C), Urasil (U)
DNA	Deoksiribosa	Adenin (A), Guanin (G) Sitosin (C), Timin (T)

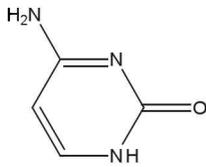




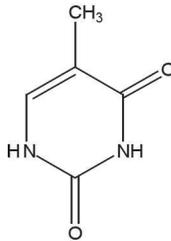
Adenin (A)



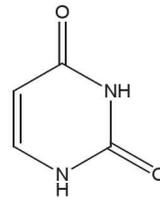
Guanin (G)



Sitosin (C)

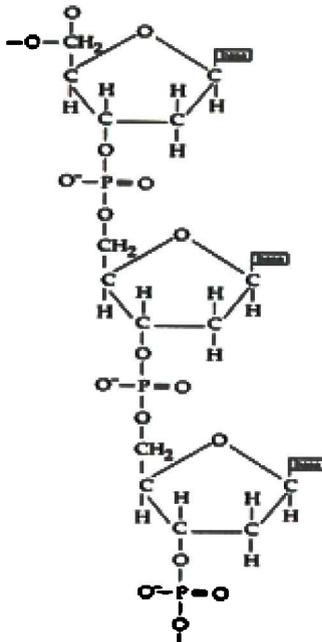


Timin (T)



Urasil (U)

Jika masing-masing molekul monosakarida, asam fosfat dan basa nitrogen digabung maka didapatkan sebagian struktur DNA sebagai berikut:

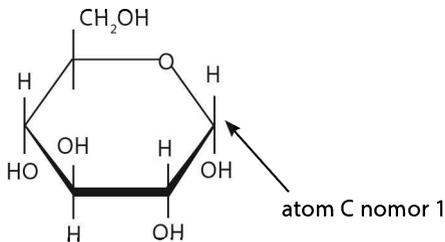


Gambar 25.2. Sebagian rantai DNA.

Pembahasan:

Karbohidrat yang mempunyai gugus karbonil pada atom C nomor dua adalah golongan ketosa. Karbohidrat yang memiliki lima atom C adalah golongan pentosa, bila keduanya digabung menjadi ketopentosa.

5. Berikan nama pada monosakarida berikut!



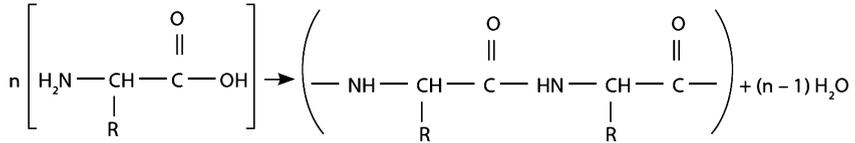
Pembahasan:

Struktur tersebut berbentuk cincin segi enam disebut piranosa. Gugus OH pada atom C nomor 1 berada di bawah disebut α . Gugus $-\text{CH}_2\text{OH}$ berada di atas berarti berkonfigurasi D. Nama monosakarida tersebut adalah α -D-glukopiranosa.

6. Diketahui massa molekul relatif asam amino valin = 131. Valin berpolimerisasi kondensasi membentuk protein dengan massa molekul relatif = 8.493. Tentukan:
- Jumlah molekul valin yang bergabung membentuk protein!
 - Jumlah ikatan peptida yang terbentuk!
 - Jumlah molekul air yang dibebaskan!

Pembahasan:

Reaksi umum pembentukan protein :



$$n \times M_r \text{ asam amino} = M_r \text{ protein} + (n-1) M_r \text{ Air}$$

$$n \times 131 = 8493 + (n-1) 18$$

$$131n = 8493 + 18n - 18$$

$$113n = 8475 \Rightarrow n = 75$$

- Jumlah molekul valin yang bergabung adalah 75.
 - Jumlah ikatan peptida yang terbentuk adalah $(n-1) = 75 - 1 = 74$.
 - Jumlah molekul air yang dibebaskan adalah $(n-1) = 75 - 1 = 74$.
7. Senyawa yang diperoleh sebagai hasil samping industri sabun adalah ...
- | | |
|--------------------|-------------|
| A. mendeleev | D. gliserol |
| B. natrium benzoat | E. enzim |
| C. tyndall | |

Jawaban: D

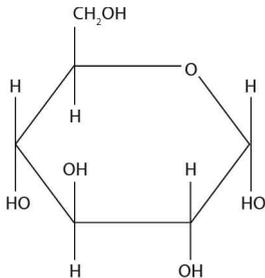


LATIHAN SOAL 25

1. Polimerisasi yang proses pembentukannya dengan penjumlahan monomernya disebut polimerisasi
 - A. kondensasi
 - B. adisi
 - C. alamiah
 - D. sintetis
 - E. anorganik
2. Di antara polimer berikut yang terbentuk secara polimerisasi adisi adalah
 - A. selulosa
 - B. protein
 - C. polietilena
 - D. nilon
 - E. bakelit
3. Monomer isoprena mengalami polimerisasi secara
 - A. kondensasi
 - B. eliminasi
 - C. substitusi
 - D. adisi
 - E. eliminasi
4. Diantara polimer berikut yang berbentuk kopolimer adalah
 - A. selulosa
 - B. karet alam
 - C. PVC
 - D. PET (PoliEtilena Tereftalat)
 - E. HDPE (High Density Poly Ethylene)

5. Suatu monosakarida dalam bentuk hemiasetal cincin-5-anggota disebut
- A. piranosa
B. gliseraldehida
C. furanosa
- D. glukosa
E. galaktosa

6. Diketahui struktur berikut:



Nama dari struktur tersebut adalah

- A. α -D-glukopiranosa
B. β -D-glukopiranosa
C. α -L-glukopiranosa
- D. β -L-glukopiranosa
E. α -D-fruktofuranosa
7. Galaktosa dapat mereduksi larutan Fehling, sebab galaktosa mengandung
- A. gugus -CHO
B. gugus C = O
C. gugus -CHOH
- D. gugus -OH
E. atom C asimetris
8. Disakarida berikut yang jika dihidrolisis menghasilkan dua molekul monosakarida yang sama dan disakarida tersebut merupakan hasil hidrolisis parsial dari selulosa adalah
- A. sukrosa
B. laktosa
C. maltosa
- D. selobiosa
E. sakarosa
9. Karbohidrat yang mengandung lebih dari sepuluh unit gula disebut

- A. monosakarida
- B. disakarida
- C. trisakarida
- D. oligosakarida
- E. polisakarida

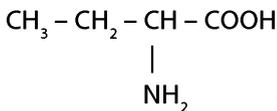
10. Pati tersusun oleh dua polisakarida yaitu

- A. amilosa dan amilopektin
- B. amilosa dan glikogen
- C. amilopektin dan glikogen
- D. glikogen dan asam glukonat
- E. amilosa dan selobiosa

11. Zat berikut yang bukan protein adalah

- A. glikogen
- B. enzim
- C. insulin
- D. hemoglobin
- E. kasein

12. Diketahui struktur molekul:



Diketahui beberapa pernyataan:

- (1) Namanya asam alfa amino butirat
- (2) Bersifat amfoter
- (3) Dapat memutar bidang polarisasi
- (4) Dapat diperoleh dari hasil hidrolisis protein

Pernyataan yang benar adalah

- A. (1), (2), (3)
- B. (1), (3)
- C. (2), (4)
- D. (4)
- E. (1), (2), (3), (4)

13. Gugus fungsi yang menyusun asam amino adalah

- A. asam karboksilat dan anhidrida asam
- B. asam karboksilat dan amina
- C. asam karboksilat dan amonia
- D. asam karboksilat dan asil halida
- E. asam karboksilat dan amida

- C. asam-asam bervalensi tinggi
 - D. ester dari gliserol
 - E. hidrokarbon siklik
26. Lilin (*wax*) terbentuk dari
- A. asam lemak dan asam amino
 - B. asam lemak tingkat tinggi tak jenuh dengan basa
 - C. asam lemah tingkat tinggi dengan alkohol tingkat tinggi
 - D. gliserol dengan asam alkanoat
 - E. asam lemak dengan garam
27. Salah satu manfaat fosfolipida adalah sebagai
- A. penyangga
 - B. katalisator
 - C. emulsifier
 - D. inhibitor
 - E. dehidrator
28. Nukleotida tersusun atas
- A. basa nitrogen dan gula
 - B. basa nitrogen dan fosfat
 - C. gula dan fosfat
 - D. basa nitrogen, gula, dan fosfat
 - E. basa nitrogen dan fosfit
29. Komponen yang tidak terdapat di RNA adalah
- A. timin
 - B. urasil
 - C. adenin
 - D. guanin
 - E. ribosa
30. Protein konjugasi pada enzim disebut
- A. holoenzim
 - B. koenzim
 - C. kofaktor
 - D. apoenzim
 - E. inhibitor



Kimia (bahasa Arab: kimiya atau bahasa Yunani: khemeia, "perubahan benda/zat") adalah ilmu tentang komposisi, struktur, dan sifat zat atau materi.

KIMIA LINGKUNGAN DAN ZAT ADITIF MAKANAN

26

A. KIMIA LINGKUNGAN

Kimia lingkungan adalah salah satu cabang ilmu kimia yang mempelajari masalah lingkungan hidup yang berhubungan dengan reaksi kimia.

a. Pencemaran udara

Pencemaran udara dapat terjadi karena zat kimia di dalam lingkungan di atas ambang batas yang ditentukan. Komposisi udara bersih dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 26.1. Komposisi udara bersih.

No.	Zat	Persentase (%)	ppm
1.	Nitrogen (N_2)	78	780.000
2.	Oksigen (O_2)	21	210.000
3.	Argon (Ar)	0,93	9.300
4.	Karbon dioksida (CO_2)	0,0315	315
5.	Karbon monoksida (CO)	0,002	20
6.	Neon (Ne)	0,0018	18
7.	Helium (He)	0,0005	5

8.	Krypton (Kr)	0,0001	1
9.	Hidrogen (H)	0,00005	0,5
10.	Belerang dioksida (SO ₂)	0,00001	0,1
11.	Oksida nitrogen (NO dan NO ₂)	0,000005	0,05
12.	Ozon (O ₃)	0,000001	0,01

Jika komposisi udara tersebut mengalami perubahan yang cukup berarti maka udara tersebut mengalami pencemaran. Beberapa partikel pencemar udara adalah sebagai berikut.

1. Karbon monoksida (CO)

Karbon monoksida dapat bersumber dari hasil pembakaran seperti asap kendaraan bermotor, asap rokok, dan pembakaran bahan bakar minyak.

Sifat-sifat karbon monoksida antara lain:

- Tidak berwarna
- Tidak berbau
- Mudah terbakar
- Mudah terikat dengan hemoglobin (Hb)
- Nilai ambang batas di udara 5-10 ppm

Efek yang dapat diakibatkan oleh karbon monoksida adalah rasa sakit bila terkena mata, sesak napas, mengganggu saluran pernapasan dan paru-paru, serta dapat meracuni darah karena CO lebih mudah terikat dengan Hb.

2. Karbon dioksida (CO₂)

Karbon dioksida dapat bersumber dari semua pembakaran baik di rumah tangga, mesin-mesin kendaraan, dan pembakaran industri.

Sifat-sifat karbon dioksida antara lain:

- Tidak berwarna
- Tidak berbau
- Tidak dapat terbakar

Efek yang dapat diakibatkan oleh karbon dioksida adalah peningkatan suhu bumi yang dikenal dengan sebutan efek rumah kaca.

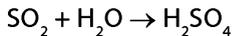
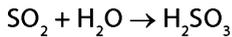
3. Oksida belerang (SO₂ dan SO₃)

Oksida belerang dapat bersumber dari pembakaran minyak dari alat-alat transportasi dan industri serta pembakaran batu bara.

Sifat-sifat oksida belerang antara lain:

- Gas SO₂ tidak berwarna
- Gas SO₂ dioksidasi oleh O₂ akan menghasilkan SO₃
- Gas SO₃ berwarna putih
- Gas SO₂ berbau merangsang dan menyesakkan
- Nilai ambang batas di udara 0,03–0,14 ppm

Efek yang dapat diakibatkan oleh gas SO₂ adalah radang paru-paru, radang tenggorokan, dan khlorosis (kepuccatan) pada daun tanaman. Sedangkan gas SO₃ yang bercampur dengan uap air akan menjadi H₂SO₄ dan menyebabkan hujan asam.



4. Oksida nitrogen (NO dan NO₂)

Oksida nitrogen dapat bersumber dari pembakaran industri dan kendaraan bermotor.

Sifat-sifat oksida nitrogen antara lain:

- Gas NO tidak berwarna dan kurang stabil
- Gas NO₂ berwarna cokelat
- Nilai ambang batasnya 0,05–0,13 ppm

Gas NO tidak berbahaya. Sedangkan untuk gas NO₂ dapat menyebabkan pembentukan smog (kabut asap) dengan hidrokarbon dan iritasi pada mata dan pernapasan. Selain itu, gas NO₂ yang bereaksi dengan air dapat menghasilkan hujan asam.

5. Metana (CH₄)

Metana dapat bersumber dari pembakaran bensin dan minyak bumi. Metana memiliki sifat tidak berwarna, mudah terbakar, tidak berbau, dan tidak beracun. Gas ini dapat menyebabkan efek rumah kaca dan fotochemical smog (kabut asap).

6. Freon (CF₂Cl₂)

Freon merupakan refrigeran yang umumnya digunakan pada kulkas dan AC. Refrigeran merupakan suatu zat yang mengalir dalam sistem pendingin. Selain itu, refrigeran juga merupakan fluida kerja yang memindahkan panas dari produk yang didinginkan ke lingkungan. Akan tetapi, Freon yang biasanya digunakan sebagai zat pendingin kulkas dan AC telah lama tidak diproduksi karena sifatnya yang kurang ramah lingkungan. Freon dapat mengakibatkan efek rumah kaca dan merusak lapisan ozon.

7. Partikulat

- Pb dapat bersumber dari zat aditif bensin (TEL = Tetra Etil Lead). Efek yang dapat diakibatkan oleh Pb adalah gangguan saraf pada bayi dan menurunkan kecerdasan.
- Cd dapat bersumber dari industri kimia, tekstil, dan keramik. Efek yang dapat diakibatkan oleh Cd adalah gangguan jantung, darah tinggi, merusak ginjal, hati, tulang, dan kelenjar gondok.
- Hg dapat bersumber dari industri kimia contohnya industri termometer dan industri pengolahan logam, seperti emas, perak, dan tembaga. Efek yang diakibatkan oleh Hg adalah gangguan penglihatan, gangguan mental, sendi-sendi menjadi kaku, dan bahkan kematian.
- Ni dapat bersumber dari batu bara dan pembakaran bahan bakar diesel. Efek yang diakibatkan dari Ni adalah kanker paru-paru.

b. Pencemaran air

Pencemaran air dapat terjadi jika di dalam air terdapat zat-zat yang mengganggu. Tolak ukur tentang kualitas air antara lain:

1. Oksigen terlarut (DO = *Dissolved Oxygen*)
2. Kebutuhan oksigen biokimia (BOD = *Biological Oxygen Demand*)
3. Zat terlarut dalam air

Syarat-syarat air bersih adalah:

1. Jernih tidak berwarna, tidak berbau, dan tidak berasa.
2. Mempunyai pH netral, yaitu sekitar 7.
3. Mengandung oksigen terlarut (DO) lebih dari 5 ppm.
4. Memiliki BOD kurang dari 1 ppm.
5. Zat padat terlarut sekitar 500 mg/l.
6. Tidak mengandung zat-zat yang mengganggu kehidupan makhluk hidup.

Sumber-sumber pencemar air adalah limbah pertanian seperti pemakaian pestisida. Selain itu, ada limbah rumah tangga, misalnya detergen dan sampah plastik. Kemudian, ada limbah industri yang membuang limbah hasil produksi ke perairan sehingga air mengandung logam berat (Pb, Cd, dan Hg).

Air sadah

Air sadah adalah air yang mengandung ion-ion kalsium dan magnesium. Air ini dapat mengganggu karena dapat mengakibatkan sabun sukar berbusa, kerak pada peralatan masak, dan penyumbatan pada pipa. Air sadah dikelompokkan menjadi dua, yaitu:

1. Sadah tetap adalah air sadah yang mengandung anion selain HCO_3^- , misalnya Cl^- dan SO_4^{2-} . Cara mengatasi kesadahan ini adalah dengan menambahkan soda (Na_2CO_3) dan natrium zeolite.
$$\text{CaCl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{CaCO}_3(\text{s}) + \text{NaCl}$$
2. Sadah sementara adalah air sadah yang mengandung HCO_3^- . Cara mengatasi kesadahan ini adalah cara pemanasan dan ditambahkan CaO atau $\text{Ca}(\text{OH})_2$.
$$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \rightarrow \text{CaCO}_3(\text{s}) + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$$

c. Pencemaran tanah

Pencemaran tanah dapat mengakibatkan tanah menjadi kurang produktif. Selain itu, tumbuhan yang tumbuh di tanah tersebut akan mengalami pertumbuhan kurang sempurna dan makhluk hidup di dalam tanah tersebut akan mengalami gangguan perkembangbiakan. Berikut ini beberapa penyebab terjadinya pencemaran tanah, yaitu:

1. Limbah plastik

Plastik merupakan bahan yang tidak dapat dibiodegradasi, yaitu tidak dapat diuraikan oleh mikroorganisme dalam tanah. Hal ini akan menurunkan kesuburan tanah. Contoh limbah plastik adalah kantong plastik sisa makanan dan botol minuman plastik. Pencegahan limbah plastik adalah dengan mendaur ulang sampah tersebut.

2. Limbah pertanian

Contoh limbah pertanian adalah pemakaian pupuk yang berlebihan. Pupuk yang tadinya digunakan untuk menjadikan tanah subur beralih fungsi menjadi merusak kesuburan tanah. Pupuk dapat membunuh organisme pengurai dalam tanah. Untuk itu, pemakaian pupuk harus dilakukan dengan baik dan bijaksana.

Pupuk dapat dibedakan menjadi dua, yaitu:

- Pupuk alami, contohnya pupuk kandang, pupuk hijau, dan pupuk kompos.
- Pupuk buatan, contohnya pupuk nitrogen, pupuk fosfor, pupuk kalium, pupuk majemuk, dan pestisida.

Pestisida merupakan bahan kimia yang digunakan untuk membasmi hama tanaman. Pestisida dapat dibedakan menjadi dua, yaitu:

- Jenis-jenis pestisida berdasarkan fungsinya

Contoh: insektisida untuk membasmi serangga (timbal arsenat dan magnesium fluoro silikat), fungisida untuk membasmi jamur (fungisida organomercuri dan natrium dikronat), rodensida untuk membasmi binatang pengerat seperti tikus (arsen dan thalium sulfat), dan herbisida untuk membasmi gulma (gramoxon dan totacol)

- Jenis-jenis pestisida berdasarkan kandungan unsurnya

Contoh: organoklorin mengandung unsur C, H, dan Cl (DDT, aldrin, dan dieldrin), organofosfat mengandung gugus fosfat, unsur C dan H (malation dan paration), dan karbonat mengandung gugus karbonat (sevin dan baygon).

3. Limbah logam

Sama halnya dengan limbah plastik, limbah logam juga tidak dapat diuraikan oleh mikroorganisme dalam tanah. Limbah logam juga dapat merusak kesuburan tanah. Contoh limbah logam adalah limbah yang mengandung logam berat seperti Pb, Hg, Cd, dan Zn. Limbah ini biasanya dihasilkan dari sisa pembuangan hasil produksi dari pabrik-pabrik industri.

B. ZAT ADITIF MAKANAN

Zat aditif makanan adalah zat yang ditambahkan ke dalam suatu jenis makanan atau minuman yang bertujuan untuk memperbaiki penampilan, rasa, konsistensi, atau lama penyimpanannya.

Berbagai jenis zat aditif makanan adalah:

a. Zat pengawet

Zat pengawet dibedakan atas pengawet alami dan pengawet sintetik.

1. Zat pengawet alami meliputi:

- Gula digunakan pada manisan buah-buahan, kecap, dan sirup.
- Garam digunakan pada telur asin, ikan asin, dan kecap asin.

2. Pengawet sintetik meliputi:

- Asam benzoat (atau bentuk garamnya berupa natrium benzoat) digunakan pada minuman, saos, sambal, kecap, selai, acar kalengan, dan sari buah.
- Asam sorbat (atau bentuk garamnya, berupa kalium sorbat) digunakan pada margarin, keju, selai, acar kalengan, dan selai.
- Asam propionat (atau bentuk garamnya, berupa natrium propionat) digunakan pada roti dan keju.
- Natrium nitrit dan natrium nitrat sebagai pengawet dan pemberi warna merah pada daging.

b. Zat pewarna

Zat pewarna bertujuan untuk memperbaiki atau memberi warna pada makanan atau minuman. Beberapa contoh zat pewarna alami adalah:

1. Klorofil, diperoleh dari zat hijau daun sebagai pemberi warna hijau.
2. Karamel, dibuat dari gula sebagai pemberi warna coklat.
3. Curcumin diperoleh dari kunir sebagai pemberi warna kuning.
4. Apocarotenal, canthaxanthin, dan beta karotin merupakan senyawa karotin yang terdapat pada wortel. Ketiganya sebagai pemberi warna oranye sampai merah.

Selain itu, dikenal juga beberapa bahan pewarna alami seperti:

1. Gula merah sebagai pemberi warna coklat dan rasa manis.
2. Cabe merah sebagai pemberi warna merah dan rasa pedas.
3. Kunir atau kunyit sebagai pemberi warna kuning dan penghilang bau anyir pada ikan.
4. Daun pandan dan daun suji sebagai pemberi warna hijau.
5. Kluwek sebagai pemberi warna hitam.

Beberapa contoh zat pewarna sintetis adalah:

1. Warna coklat: coklat FK dan coklat HT.
2. Warna kuning: tartrazine, kuning FCF, dan kuning quinoline.
3. Warna hijau: hijau FCF dan hijau S.
4. Warna merah: amarant, karmoisin, ponceau 4R, eritrosin, dan allura red.

c. Zat Pemanis

Zat pemanis alami adalah gula putih dan gula merah. Sedangkan zat pemanis sintetis adalah natrium siklamat (50 kali lebih manis daripada gula), aspartam (200 kali lebih manis daripada gula), acesulphane K (200 kali lebih manis daripada gula), sakarin (500 kali lebih manis daripada gula), dan sorbitol.

d. Zat penyedap rasa

Zat penyedap rasa digunakan sebagai pemberi rasa gurih. Contoh penambah rasa alami adalah gula, garam, dan rempah-rempah. Sedangkan zat penyedap rasa sintetis meliputi:

1. Monosodium glutamat (MSG) atau dikenal sebagai vetsin. Beberapa merk terkenal yaitu ajinomoto, sasa, dan miwon.
2. Garam inosinat dan garam guanilat menghasilkan rasa gurih 300 kali lebih lezat daripada MSG. Contoh: biomiwon dan ajiplus.
3. Hidrolised Vegetable Protein (HVP) diperoleh dari hidrolisis protein tumbuhan, misalnya kedelai. Dari reaksi hidrolisis ini dihasilkan bumbu masak dengan rasa kaldu hewani seperti HVP meaty (rasa kaldu daging), HVP chicken (rasa kaldu ayam), dan HVP beef (rasa kaldu sapi).

e. Zat penambah aroma

Zat penambah aroma dibedakan atas penambah aroma alami dan sintetis. Beberapa zat penambah aroma alami adalah:

1. Daun pandan, daun salam, daun jeruk purut, serai, kunyit, jahe, dan laos.
2. Rempah-rempah seperti: ketumbar, merica, pala, kayu manis, dan bawang.
3. Buah-buahan.

Beberapa zat penambah aroma sintetis berupa senyawa ester, seperti:

1. Amil asetat sebagai pemberi aroma pisang.
2. Benzaldehida sebagai pemberi aroma lobi-lobi.
3. Etil butirat sebagai pemberi aroma nanas.
4. Isobutil propionat sebagai pemberi aroma rum.
5. Oktil asetat sebagai pemberi aroma jeruk.

f. Zat antioksidan

Zat antioksidan digunakan sebagai pencegah ketengikan pada makanan seperti lemak, minyak goreng, margarin, mentega, dan lemak susu. Zat antioksidan meliputi: zat anti oksidan alami dan zat antioksidan sintetis. Zat antioksidan alami meliputi:

1. Vitamin C (asam askorbat) dan asam eritrobat sebagai anti oksidan buah dalam kemasan, sari buah, selai, acar kalengan, dan daging olahan.
2. Vitamin E (tokoferol) dan askorbil palmitat sebagai antioksidan pada lemak, minyak goreng, margarin, kaldu, dan makanan bayi.

Zat antioksidan sintetik meliputi:

1. BHA (Butil Hidroksi Anisol)
2. BHT (Butil Hidroksi Toluena)
3. TBHQ (Tersier Butil Hidroksi Quinoline)

g. Zat sekuestran

Zat sekuestran adalah zat pengikat ion logam yang terdapat dalam makanan sehingga makanan tersebut tidak mudah teroksidasi.

Contoh:

1. Asam formiat dan asam sitrat digunakan pada lemak, minyak goreng, dan potongan kentang goreng.
2. Dinatrium edetat digunakan pada saos.

b. Zat penguat (Firming Agent)

Zat penguat berguna untuk mengerasakan atau mencegah pelunakan makanan. Contoh:

1. Aluminium natrium sulfat dan aluminium sulfat digunakan pada acar dan buah dalam kemasan kaleng.
2. Kalsium glukonat digunakan pada selai dan jelly.

i. Zat pemutih (zat pematang tepung)

Zat tersebut digunakan untuk mempercepat proses pemutihan dan pematangan tepung sehingga memperbaiki kualitas pemanggangan. Contoh: asam askorbat (vitamin C), aseton peroksida, kalium bromat, dan sistein HCl.

j. Zat anti penggumpalan (Anti Caking Agent)

Zat tersebut digunakan untuk mencegah penggumpalan bahan makanan atau minuman.

1. Aluminium silikat dan magnesium oksida digunakan pada garam bubuk dan krim bubuk.
2. Kalsium aluminium silikat dan magnesium silikat digunakan pada gula bubuk dan garam yang dicampur dengan rempah-rempah.

k. Zat pengental dan Pengemulsi

Zat pengental berguna untuk meningkatkan kekentalan makanan dan zat pengemulsi (emulgator) berguna untuk menjaga sistem koloid pada makanan agar tetap stabil.

Beberapa contoh zat pengental: tepung jagung, tepung tapioka, tepung beras, dan tepung terigu. Zat pengental untuk produk saos, sirup, kecap, selai, dan jelly adalah agar-agar, pektin, gelatin, dan CMC-Na (Carboxy Methyl Cellulose-Na).

CONTOH SOAL DAN PEMBAHASAN

1. Air sadah yang dapat dilunakkan dengan cara pemanasan adalah air yang mengandung garam

A. $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$	D. MgCl_2
B. MgSO_4	E. CaSO_4
C. CaCl_2	

Jawaban: A

Air sadah yang dapat dilunakkan dengan pemanasan adalah air sadah sementara. Air sadah sementara mengandung $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ atau $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$.

2. Zat pencemar yang dapat timbul dari pembuatan gas klorin secara elektrolisis larutan garam dapur adalah

A. detergen	D. Hg
B. CO	E. Hidrokarbon
C. Pb	

Jawaban: D

- Sel Merkuriium
 - o Pada pembuatan gas klorin dengan sel merkuriium digunakan merkuriium cair sebagai katoda dan batang karbon sebagai anoda. Dalam sel ini merkuriium dibuat mengalir dan larutan Na dalam merkuriium yang membentuk amalgam NaHg_x selanjutnya direaksikan dengan air untuk menghasilkan NaOH dan H_2 .
 - o Reaksi yang terjadi selama elektrolisis adalah:
Katoda (Hg) : $\text{Na}^+ + e \rightarrow \text{Na}$
 $\text{Na} + x\text{Hg} \rightarrow \text{NaHg}_x$
Anoda (C) : $2\text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2e$
 $\text{NaHg}_x + \text{H}_2\text{O} \rightarrow x\text{Hg} + \frac{1}{2}\text{H}_2 + \text{NaOH}$

3. Di antara bahan berikut yang termasuk bahan pencemar tanah adalah
- A. organoklor
 - B. pupuk kandang
 - C. amonia
 - D. zat pewarna
 - E. logam berat

Jawaban: E

- A. Senyawa organoklorin: senyawa organik yang mengandung unsur klorin.
 - ✓ Sebagai insektisida: aldrin, dieldrin, DDT (Dikloro Difenil Trikloro-etana), metoksiklorin, kepone, dan mirex.
 - ✓ Sebagai herbisida: pentaklorofenol, 2,4,5-triklorofenoksi asetat.Penggunaan yang berlebihan dapat mencemari air.
- B. Pupuk kandang dapat menyuburkan tanah.
- C. Amonia: zat pencemar udara
- D. Zat pewarna: zat pencemar air.
- E. Logam berat: logam yang berasal dari pembuangan sampah seperti batu baterai, dapat mencemari tanah.

4. Yang bukan merupakan persyaratan kualitas air adalah
- A. tingkat DO
 - B. tingkat pH
 - C. tingkat BOD
 - D. kejernihan
 - E. kemurnian

Jawaban: E

Kriteria kualitas air meliputi tingkat DO, tingkat pH, tingkat BOD, dan kejernihan.

5. Di antara zat berikut ini yang tergolong penyedap makanan adalah
- A. NaNO_3
 - B. $\text{C}_6\text{H}_5\text{COONa}$
 - C. $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$
 - D. $\text{HOOC}(\text{CH}_2)_2\text{-CH}(\text{NH}_2)\text{-COONa}$
 - E. $\text{C}_6\text{H}_{11}\text{-NH-SO}_3\text{Na}$

Jawaban: D

- A. $\text{NaNO}_3 \Rightarrow$ pengawet dan pemberi warna merah daging.
- B. $\text{C}_6\text{H}_5\text{COONa} \Rightarrow$ pengawet pada minuman, saos, sambal, dll.
- C. $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH} \Rightarrow$ pengawet pada minuman, saos, sambal, dll.
- D. $\text{HOOC}(\text{CH}_2)_2\text{-CH}(\text{NH}_2)\text{-COONa} \Rightarrow$ Monosodium glutamat, zat penyedap rasa
- E. $\text{C}_6\text{H}_{11}\text{-NH-SO}_3\text{Na} \Rightarrow$ bahan pembuat detergen

6. Beberapa zat aditif:
- 1. Sodium benzoat
 - 2. Monosodium glutamat
 - 3. Sodium siklalat

Secara berurutan fungsi dari zat tersebut adalah

- A. pengawet, pemanis, penyedap
- B. anti oksidan, penyedap, pengawet
- C. pengawet, penyedap, pemanis
- D. pewarna, penyedap, pengawet
- E. pemanis, pengawet, penyedap

Jawaban: C

1. Natrium benzoat = natrium benzoat \Rightarrow bahan pengawet
2. Monosodium glutamat \Rightarrow bahan penyedap rasa
3. Natrium siklamat = natrium siklamat \Rightarrow bahan pemanis

LATIHAN SOAL 26

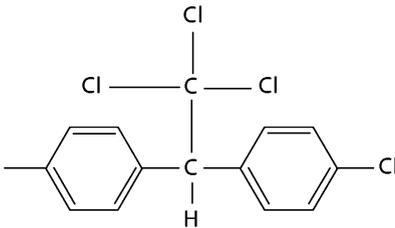
1. Senyawa hasil pembakaran yang dapat mengabsorpsi sinar inframerah pada daerah troposfer adalah
 - A. NO_2
 - B. CO_2
 - C. H_2O
 - D. SO_x
 - E. CO
2. Karbon monoksida merupakan gas yang dapat mencemarkan udara dan bersifat racun karena
 - A. gas CO dapat berikatan dengan Hb membentuk COHb
 - B. gas CO dapat larut dalam air membentuk $\text{CO}_2 - \text{H}_2$
 - C. gas CO mudah bereaksi dengan O_2 membentuk CO_2 yang beracun
 - D. gas CO berbau busuk dan menusuk
 - E. gas CO adalah gas yang reaktif dan mudah bereaksi dengan unsur-unsur lain
3. Diketahui ciri-ciri gas berikut:
 - (1) Tidak berwarna
 - (2) Bau menyengat
 - (3) Beracun
 - (4) Tidak beracun
 - (5) Tidak berbau
 - (6) Tidak berbahaya

Yang termasuk ciri-ciri CO (karbon monoksida) adalah

- A. 1, 2, dan 3
 B. 2, 3, dan 5
 C. 2, 5, dan 6
- D. 1, 3, dan 5
 E. 1, 3, dan 6
4. Asap kendaraan bermotor mengandung polutan berikut, *kecuali*
- A. karbon monoksida
 B. oksida nitrogen
 C. hidrokarbon
 D. ozon
 E. timah hitam
5. Senyawa organoklorin yang merupakan pencemar lingkungan adalah
- A. timbal asetat
 B. karbaril
 C. ZA
 D. DDT
 E. baygon
6. Usaha untuk mengurangi pencemaran udara oleh CO adalah
- A. menghentikan penggunaan bahan bakar minyak
 B. mencampur bensin dengan solar
 C. melokalisasi pabrik-pabrik
 D. mengurangi penggunaan kendaraan bermotor
 E. menambah bensin dengan TEL
7. Hujan asam disebabkan karena udara tercemari
- A. fotoasosiasi gas NO_2
 B. reaksi S dengan uap air
 C. penguraian gas SO_2 menjadi S dan O_2
 D. reaksi H_2S dengan uap air
 E. reaksi gas SO_2 dan SO_3 dengan uap air
8. Zat berikut yang termasuk polutan pencemaran tanah adalah
- A. daun-daun kering
 B. bangkai hewan
 C. tanaman mati
 D. sampah plastik
 E. sampah kertas
9. Konsentrasi karbon dioksida yang melampaui ambang batas normalnya di udara secara terus menerus dapat mengakibatkan

- A. efek rumah kaca
 - B. hujan asam
 - C. kabut asap
 - D. keracunan darah
 - E. radang paru-paru
10. Proses perkaratan besi pada suhu kamar ditentukan oleh adanya
- A. oksigen aja
 - B. air dan nitrogen
 - C. oksigen dan air
 - D. air dan argon
 - E. air saja
11. Polutan yang berupa gas di bawah ini yang tidak bersifat racun adalah
- A. karbon monoksida
 - B. karbon dioksida
 - C. nitrogen dioksida
 - D. belerang trioksida
 - E. nitrogen monoksida
12. Kualitas air yang baik dapat ditunjukkan oleh
- A. DO tinggi
 - B. BOD tinggi
 - C. DO tinggi dan BOD rendah
 - D. DO rendah dan BOD tinggi
 - E. DO dan BOD tinggi
13. Air sadah merugikan rumah tangga karena
- A. dapat membuat besi berkarat
 - B. terdapat banyak bakteri
 - C. merusak barang-barang logam
 - D. mengendapkan sabun
 - E. tidak mengandung mineral
14. Membuang sampah ke saluran perairan dapat mengganggu lingkungan. Berikut ini yang bukan merupakan gangguan yang dimaksud adalah
- A. menimbulkan banjir
 - B. menimbulkan bau busuk
 - C. menurunkan kadar oksigen
 - D. mematikan kadar organisme air
 - E. berkurangnya karbon dioksida dalam air

15. Dampak negatif dari penggunaan detergen dengan bahan baku ABS (alkil benzena sulfonat) adalah
- busa detergen yang terlalu banyak
 - sukar diuraikan oleh mikroorganisme
 - bereaksi dengan logam-logam dalam air
 - menimbulkan gas yang berbahaya
 - membunuh mikroorganisme
16. Air sadah sementara dapat dihilangkan dengan
- pemanasan
 - penyaringan
 - penambahan larutan asam
 - pemanasan dan penambahan soda kue
 - penambahan soda kue
17. Sampah plastik dapat menyebabkan pencemaran tanah karena
- dapat meracuni makhluk hidup di dalam tanah
 - dapat bereaksi dengan tanah
 - mudah larut dalam air tanah
 - tidak mudah dibakar
 - tidak mudah diuraikan oleh mikroorganisme
18. Diketahui rumus struktur suatu senyawa:



Struktur tersebut menyatakan senyawa

- | | |
|---------|------------------|
| A. urea | D. Timbal asetat |
| B. ZA | E. Karbaril |
| C. DDT | |

19. Pestisida yang dapat dipakai untuk membasmi rumput yang menutupi area pertanian termasuk kelompok
- A. nematisida
 - B. rodentisida
 - C. fungisida
 - D. herbisida
 - E. insektisida
20. Bahan kimia yang bukan termasuk pengawet adalah
- A. asam askorbat
 - B. natrium benzoat
 - C. natrium nitrit
 - D. asam sorbet
 - E. benzil asetat
21. Bahan kimia yang *bukan* termasuk pengawet adalah
- A. asam propionat
 - B. boraks
 - C. natrium benzoat
 - D. garam
 - E. gula
22. Salah satu contoh zat kimia yang dapat digunakan untuk memerahkan warna makanan adalah
- A. karoten
 - B. klorofil
 - C. biksin
 - D. karamel
 - E. kurkumin
23. Untuk mencegah agar minyak tidak mudah tengik sebaiknya ditambahkan
- A. zat pengawet
 - B. zat pengemulsi
 - C. zat anti penggumpalan
 - D. zat antioksidan
 - E. zat pemanis
24. Zat aditif di bawah ini yang berturut-turut berfungsi sebagai pengawet, pemanis, dan penyedap adalah
- A. natrium glutamat, dulsin, natrium benzoat
 - B. natrium benzoat, sakarin, natrium glutamat
 - C. butil hidroksi anisol, amil asetat, sakarin
 - D. oktil asetat, butil hidroksi toluene, asam benzoat
 - E. natrium benzoat, natrium siklomat, amil asetat

25. Zat antioksidan yang ditambahkan pada pembuatan margarin adalah
- A. beta karotin
 - B. BHA/BHT
 - C. Na-benzoat
 - D. pektin
 - E. MSG
26. Penggunaan monosodium glutamat (MSG) secara berlebihan dapat menyebabkan penyakit
- A. chinese restaurant syndrome
 - B. xerophthalmia
 - C. gondok
 - D. diabetes
 - E. avitaminosis
27. Komponen utama yang terdapat pada pembersih adalah
- A. sabun dan pewarna
 - B. detergen dan pewangi
 - C. sabun dan pewangi
 - D. sabun dan detergen
 - E. detergen dan pewarna
28. Penambahan zat pengawet bertujuan agar makanan dalam kemasan
- A. tidak ditumbuhi oleh jamur
 - B. terasa manis
 - C. terlihat menarik
 - D. terasa lezat
 - E. tidak beraroma
29. Zat pemberi aroma jeruk pada makanan adalah
- A. propil asetat
 - B. oktil asetat
 - C. vanilin
 - D. amil valerat
 - E. benzaldehid
30. Zat aditif yang digunakan untuk mencegah rasa tengik pada makanan adalah
- A. aspartam
 - B. asam benzoat
 - C. beta karotin
 - D. butil hidroksi toluena
 - E. monosodium glutamat

SOAL EVALUASI



SOAL EVALUASI KIMIA

1. Konfigurasi elektron X^{2-} dari suatu ion unsur ${}_{16}X^{32}$ adalah
 - A. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$
 - B. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$
 - C. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$
 - D. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^2$
 - E. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2 3d^2$
2. Letak unsur X dengan nomor atom 26 dan nomor massa 56, dalam sistem periodik pada golongan dan periode
 - A. IIA dan 6
 - B. VIB dan 3
 - C. VIB dan 4
 - D. VIIIB dan 3
 - E. VIIIB dan 4
3. Unsur X dan Y berturut-turut memiliki konfigurasi elektron $1s^2 2s^2 2p^6$ dan $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$. Bentuk molekul yang terjadi jika kedua unsur tersebut berikatan sesuai aturan oktet adalah
 - A. segitiga datar
 - B. tetrahedral
 - C. segitiga piramida
 - D. bentuk V
 - E. oktahedral

4. Perhatikan data sifat fisik dari 2 zat berikut!

Zat	Titik Leleh (°C)	Kelarutan dalam Air	Daya Hantar Listrik Larutan
A	870	Larut	Menghantarkan
B	-25	Tidak Larut	Tidak Menghantarkan

Jenis ikatan yang terdapat pada zat X dan zat Y berturut-turut adalah

....

- A. ionik dan kovalen non-polar
 - B. kovalen non-polar dan ionik
 - C. kovalen polar dan kovalen non-polar
 - D. kovalen polar dan ionik
 - E. hidrogen dan ionik
5. Unsur X dan Y berturut-turut memiliki konfigurasi elektron $1s^2 2s^2 2p^6$ dan $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$. Bentuk molekul yang terjadi jika kedua unsur tersebut berikatan sesuai aturan oktet adalah
- A. segitiga datar
 - B. tetrahedral
 - C. segitiga piramida
 - D. bentuk V
 - E. oktahedral
6. Tahap awal pembuatan asam nitrat dalam industri melibatkan reaksi oksidasi ammonia yang menghasilkan nitrogen monoksida dan uap air menurut reaksi berikut ini:
- $$4\text{NH}_3(\text{g}) + 5\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 4\text{NO}(\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{g})$$
- Volume nitrogen monoksida yang dihasilkan pada reaksi 6 liter gas ammonia (P,T) adalah
- A. 4 liter
 - B. 6 liter
 - C. 10 liter
 - D. 12 liter
 - E. 14 liter

Larutan yang bersifat elektrolit kuat dan elektrolit lemah berturut-turut adalah

- A. 1 dan 2
- B. 1 dan 3
- C. 1 dan 5
- D. 2 dan 3
- E. 4 dan 5

10. Perhatikan data pengujian pH beberapa sampel air limbah berikut!

Jenis Air Limbah	pH
P	8
Q	5,5
R	7,6
S	9,4
T	4,7

Air limbah yang tercemar asam adalah

- A. P dan Q
- B. Q dan T
- C. R dan S
- D. S dan T
- E. T dan R

11. Berikut data hasil titrasi larutan HCl dengan larutan NaOH 0,1 M

Percobaan	Volume HCl yang Dititrasi	Volume NaOH yang Digunakan
1	25 mL	10 mL
2	25 mL	8 mL
3	25 mL	12 mL

Berdasarkan data tersebut, konsentrasi larutan HCl adalah

Tekanan uap paling kecil terdapat pada gambar nomor

- A. (1)
- B. (2)
- C. (3)
- D. (4)
- E. (5)

17. Berikut beberapa penerapan sifat koligatif larutan dalam kehidupan sehari-hari:

- (1) penyerapan air oleh akar tanaman;
- (2) penambahan garam dalam pembuatan es putar
- (3) penambahan garam untuk mencairkan salju;
- (4) penggunaan garam untuk membunuh lintah; dan
- (5) menambahkan etilen glikol pada radiator mobil.

Penerapan tekanan osmotik terdapat pada peristiwa nomor

- A. (1) dan (3)
- B. (1) dan (4)
- C. (2) dan (3)
- D. (2) dan (5)
- E. (4) dan (5)

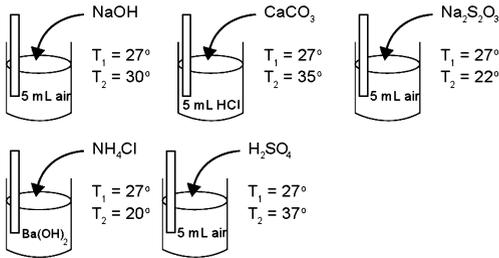
18. Perhatikan beberapa proses pembuatan koloid berikut!

- (1) H_2S ditambahkan ke dalam endapan NiS ;
- (2) sol logam dibuat dengan cara busur Bredig
- (3) larutan $AgNO_3$ diteteskan ke dalam larutan HCl ;
- (4) larutan $FeCl_3$ diteteskan ke dalam air mendidih; dan
- (5) agar-agar dipeptisasi dalam air.

Contoh pembuatan koloid dengan cara kondensasi adalah

- A. (1) dan (2)
- B. (1) dan (3)
- C. (3) dan (4)
- D. (3) dan (5)
- E. (4) dan (5)

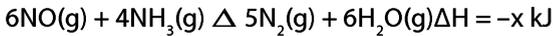
19. Perhatikan gambar berikut!



Peristiwa yang merupakan reaksi endoterm adalah

- A. 1 dan 2
- B. 2 dan 3
- C. 2 dan 4
- D. 3 dan 4
- E. 3 dan 5

20. Pada reaksi kesetimbangan berikut:



Jika suhu diturunkan pada volume tetap, maka sistem kesetimbangan akan bergeser ke

- A. kanan, konsentrasi N_2 berkurang
- B. kanan, konsentrasi N_2 bertambah
- C. kanan, konsentrasi N_2 tetap
- D. kiri, konsentrasi NO bertambah
- E. kiri, konsentrasi NO berkurang

21. Harga tetapan kesetimbangan (K_c) untuk reaksi:



ditentukan oleh persamaan

A.
$$K_c = \frac{[\text{Al}(\text{OH})_3][\text{H}^+]^3}{[\text{Al}^{3+}][\text{H}_2\text{O}]^3}$$

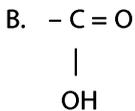
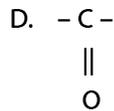
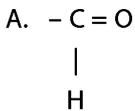
D.
$$K_c = \frac{[\text{H}^+]^3}{[\text{Al}^{3+}]^3}$$

$$B. K_c = \frac{[H^+]^3}{[Al^{3+}][H_2O]^3}$$

$$E. K_c = \frac{[Al(OH)_3]}{[H_2O]^3}$$

$$C. K_c = \frac{[Al^{3+}][H_2O]^3}{[Al(OH)_3][H^+]^3}$$

22. Senyawa $C_2H_4O_2$ merupakan senyawa yang dapat ditambahkan dalam makanan sebagai penambah rasa. Senyawa tersebut dapat dibuat dari oksidasi alkohol primer. Gugus fungsi dari senyawa tersebut adalah



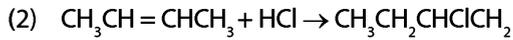
23. Beberapa kegunaan senyawa karbon:

- (1) pendingin AC;
- (2) antiseptik;
- (3) obat bius; dan
- (4) pelarut senyawa.

Kegunaan senyawa eter adalah

- | | |
|----------------|----------------|
| A. (1) dan (2) | D. (2) dan (4) |
| B. (1) dan (3) | E. (3) dan (4) |
| C. (2) dan (3) | |

Reaksi berikut digunakan untuk mengerjakan soal nomor 25 dan 26!



25. Jenis reaksi yang terjadi pada kedua persamaan reaksi tersebut berturut-turut adalah

- A. adisi dan eliminasi
 B. substitusi dan adisi
 C. eliminasi dan adisi
 D. substitusi dan eliminasi
 E. adisi dan substitusi

26. Isomer posisi dari pereaksi pada persamaan reaksi (2) adalah

- A. $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$
 B. $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$
 C. $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$
 D. $\text{CH}_3-\text{C}=\text{CH}_3$
 E. $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$

27. Data percobaan uji protein sebagai berikut:

No	Senyawa	Pereaksi		
		Biuret	Xantoprotein	Pb asetat
1.	P	+	+	-
2.	Q	+	-	+
3.	R	+	+	-
4.	S	-	-	+
5.	T	-	+	+

Pasangan senyawa protein yang mengandung asam amino dan inti benzena adalah

- A. P dan Q
- B. Q dan S
- C. P dan R
- D. R dan T
- E. S dan T

28. Beberapa kegunaan makanan dalam tubuh:

- (1) sebagai biokatalis;
- (2) sebagai sumber energi primer;
- (3) sebagai pembangun yang berperan memberikan kekuatan struktur biologis; dan
- (4) membantu metabolisme lemak.

Kegunaan dari protein terdapat pada nomor

- A. (1) dan (2)
- B. (1) dan (3)
- C. (2) dan (3)
- D. (2) dan (4)
- E. (3) dan (4)

29. Berikut tabel yang berisi data polimer, monomer, proses pembentukan, dan kegunaannya:

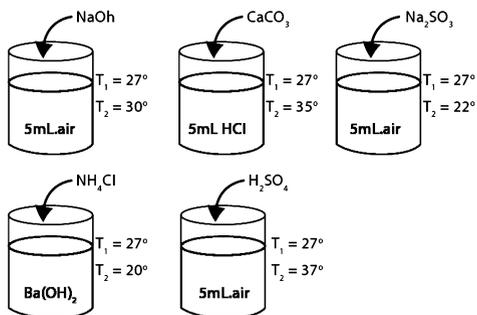
No	Polimer	Monomer	Proses Pembuatan	Kegunaan
1	Teflon	Tetraflouroetilena	Adisi	Pelapis panci
2	Amilum	Propena	Kondensasi	Adonan kue
3	PVC	Vinil Klorida	Adisi	Plastik
4	Karet alam	Etena	Kondensasi	Ban
5	Protein	Isopropena	Kondensasi	Serat sintetis

Pasangan data yang berhubungan dengan tepat adalah

- A. 1 dan 2
- B. 1 dan 3
- C. 2 dan 3
- D. 3 dan 5
- E. 4 dan 5

30. Perhatikan percobaan berikut!

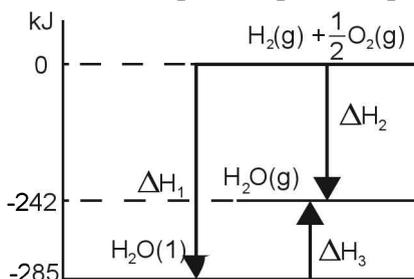
Sebanyak 5 gram logam magnesium (ada yang berbentuk bongkahan besar dan ada yang bongkahan kecil) masing-masing dilarutkan dalam 5 wadah yang berbeda.



Laju reaksi yang hanya dipengaruhi oleh konsentrasi terdapat pada tabung nomor

- A. 1 terhadap 2
- B. 1 terhadap 3
- C. 2 terhadap 4
- D. 3 terhadap 4
- E. 4 terhadap 5

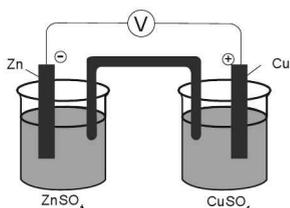
31. Perhatikan diagram tingkat energi berikut!



Penguapan 1 mol H₂O memiliki harga entalpi sebesar

- A. -242 kJ
- B. -43 kJ
- C. +43 kJ
- D. +242 kJ
- E. +285 kJ

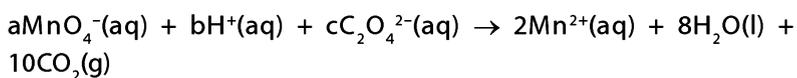
34. Perhatikan sel elektrokimia berikut!



Penulisan diagram yang tepat dari gambar adalah

- A. $\text{Zn}_{(s)} | \text{Zn}^{2+}_{(aq)} || \text{Cu}^{2+}_{(aq)} | \text{Cu}_{(s)}$
- B. $\text{Cu}_{(s)} | \text{Cu}^{2+}_{(aq)} || \text{Zn}^{2+}_{(aq)} | \text{Zn}_{(s)}$
- C. $\text{Zn}^{2+}_{(aq)} | \text{Zn}_{(s)} || \text{Cu}_{(s)} | \text{Cu}^{2+}_{(aq)}$
- D. $\text{Cu}^{2+}_{(aq)} | \text{Cu}_{(s)} || \text{Zn}^{2+}_{(aq)} | \text{Zn}_{(s)}$
- E. $\text{Zn}_{(s)} | \text{Zn}^{2+}_{(aq)} || \text{Cu}_{(s)} | \text{Cu}^{2+}_{(aq)}$

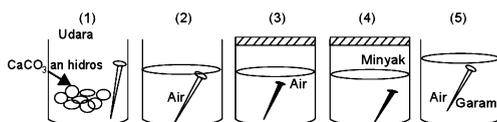
35. Pada persamaan reaksi redoks:



Harga koefisien reaksi a, b, dan c adalah

- A. 1, 4, dan 2
- B. 1, 8, dan 3
- C. 2, 6, dan 5
- D. 2, 8, dan 5
- E. 2, 16, dan 5

36. Perhatikan gambar proses korosi berikut!



Proses korosi yang berlangsung paling lambat terjadi pada gambar

....

- A. 1
- B. 2
- C. 3
- D. 4
- E. 5

37. Berikut ini beberapa sifat unsur:

- (1) larut dalam air membentuk larutan basa;
- (2) titik leleh tinggi;
- (3) membentuk molekul diatomik; dan
- (4) oksidator kuat.

Sifat unsur halogen terdapat pada nomor

- | | |
|----------------|----------------|
| A. (1) dan (2) | D. (2) dan (4) |
| B. (1) dan (3) | E. (3) dan (4) |
| C. (2) dan (3) | |

38. Beberapa sifat-sifat zat sebagai berikut:

- (1) memberikan warna spektrum nyala jika dipanaskan;
- (2) memancarkan sinar yang dapat merusak pelat foto yang ditutup dengan kertas film;
- (3) dapat mengalami peluruhan; dan
- (4) memiliki bilangan oksidasi yang bervariasi.

Sifat unsur radioaktif ditunjukkan oleh nomor

- | | |
|----------------|----------------|
| A. (1) dan (2) | D. (2) dan (4) |
| B. (1) dan (3) | E. (3) dan (4) |
| C. (2) dan (3) | |

39. Beberapa senyawa atau produk berikut mengandung unsur golongan alkali tanah:

- (1) MgCO_3 ;
- (2) BaSO_4 ;
- (3) MgSO_4 ;
- (4) Ca(OCl)_2 ; dan
- (5) $\text{MgCO}_3 \cdot \text{CaCO}_3$

Senyawa yang digunakan untuk desinfektan pada kolam renang adalah nomor

- A. (1)
- B. (2)
- C. (3)
- D. (4)
- E. (5)

40. Berikut beberapa nama pengolahan unsur:

- (1) Wohler;
- (2) Deacon;
- (3) Frasch;
- (4) Hall- Heroult; dan
- (5) Down.

Nama proses pengolahan unsur aluminium adalah nomor

- A. (1)
- B. (2)
- C. (3)
- D. (4)
- E. (5)

KUNCI JAWABAN

BAB 1. MATERI DAN PERUBAHANNYA

1	A	11	E	21	B
2	C	12	D	22	D
3	E	13	E	23	A
4	B	14	C	24	D
5	A	15	C	25	A
6	E	16	B	26	D
7	E	17	C	27	B
8	D	18	A	28	D
9	D	19	E	29	C
10	E	20	C	30	E

BAB 2. STRUKTUR ATOM

1	C	11	D	21	D
2	B	12	D	22	C
3	B	13	C	23	B
4	C	14	D	24	C
5	B	15	D	25	E
6	C	16	C	26	C
7	C	17	D	27	B
8	A	18	C	28	A
9	C	19	A	29	B
10	E	20	A	30	E

BAB 3. SISTEM PERIODIK

1	B	11	C	21	E
2	A	12	D	22	D
3	E	13	B	23	B
4	B	14	C	24	E
5	D	15	A	25	B
6	B	16	E	26	A
7	A	17	E	27	A
8	A	18	B	28	B
9	C	19	C	29	A
10	E	20	C	30	D

BAB 4. IKATAN KIMIA

1	C	11	C	21	C
2	C	12	B	22	D
3	D	13	B	23	C
4	B	14	C	24	E
5	E	15	D	25	C
6	C	16	D	26	B
7	C	17	B	27	A
8	A	18	B	28	B
9	A	19	C	29	C
10	D	20	C	30	E

**BAB 5. TATA NAMA SENYAWA
DAN PERSAMAAN REAKSI**

1	D	11	A	21	D
2	D	12	D	22	D
3	C	13	D	23	D
4	E	14	C	24	E
5	B	15	A	25	B
6	E	16	B	26	D
7	C	17	B	27	A
8	A	18	E	28	D
9	E	19	E	29	A
10	C	20	C	30	E

BAB 6. STOIKIOMETRI

1	D	11	B	21	C
2	A	12	E	22	B
3	D	13	A	23	D
4	B	14	B	24	C
5	D	15	E	25	B
6	A	16	D	26	C
7	C	17	B	27	C
8	B	18	C	28	D
9	C	19	C	29	D
10	B	20	D	30	B

BAB 7. TERMOKIMIA

1	D	11	B	21	A
2	C	12	E	22	C
3	E	13	C	23	D
4	B	14	E	24	B
5	C	15	D	25	E
6	B	16	B	26	C
7	B	17	C	27	C
8	C	18	D	28	E
9	B	19	A	29	C
10	D	20	A	30	C

BAB 8. LAJU REAKSI

1	C	11	B	21	C
2	C	12	B	22	D
3	B	13	C	23	E
4	E	14	A	24	E
5	D	15	E	25	C
6	C	16	A	26	D
7	D	17	B	27	C
8	D	18	D	28	B
9	B	19	A	29	B
10	B	20	C	30	A

BAB 9. KESETIMBANGAN REAKSI

1	C	11	D	21	C
2	E	12	B	22	B
3	B	13	B	23	B
4	C	14	E	24	A
5	C	15	E	25	B
6	A	16	B	26	C
7	B	17	D	27	C
8	B	18	A	28	D
9	C	19	C	29	E
10	A	20	C	30	D

BAB 11. LARUTAN ASAM BASA

1	E	11	A	21	B
2	C	12	E	22	E
3	E	13	C	23	C
4	A	14	C	24	C
5	C	15	C	25	D
6	B	16	B	26	C
7	E	17	A	27	D
8	B	18	C	28	D
9	E	19	E	29	B
10	D	20	B	30	E

BAB 10. LARUTAN NONELEKTROLIT DAN ELEKTROLIT

1	D	11	B	21	B
2	C	12	E	22	A
3	E	13	B	23	C
4	A	14	E	24	C
5	A	15	A	25	B
6	D	16	B	26	C
7	E	17	E	27	D
8	C	18	B	28	B
9	C	19	E	29	D
10	D	20	A	30	D

BAB 12. LARUTAN PENYANGGA DAN HIDROLISIS GARAM

1	E	11	C	21	E
2	E	12	D	22	B
3	C	13	A	23	B
4	C	14	C	24	E
5	A	15	D	25	D
6	E	16	B	26	B
7	C	17	A	27	C
8	A	18	A	28	D
9	D	19	C	29	D
10	B	20	E	30	A

BAB 13 KELARUTAN DAN HASIL KALI KELARUTAN

1	B	11	B	21	C
2	E	12	A	22	E
3	D	13	E	23	B
4	C	14	B	24	D
5	D	15	A	25	A
6	E	16	C	26	D
7	B	17	C	27	B
8	C	18	A	28	E
9	E	19	B	29	A
10	C	20	E	30	C

BAB 15 REDOKS DAN ELEKTROKIMIA

1	D	11	C	21	B
2	D	12	D	22	C
3	D	13	C	23	E
4	B	14	C	24	C
5	C	15	A	25	B
6	E	16	B	26	C
7	E	17	D	27	B
8	B	18	C	28	B
9	B	19	E	29	C
10	E	20	D	30	E

BAB 14 SIFAT KOLIGATIF LARUTAN

1	B	11	E	21	C
2	C	12	E	22	E
3	C	13	C	23	A
4	C	14	A	24	D
5	A	15	B	25	B
6	D	16	D	26	B
7	D	17	E	27	D
8	A	18	B	28	B
9	B	19	C	29	C
10	B	20	A	30	D

BAB 16 KIMIA KOLOID

1	D	11	E	21	E
2	A	12	B	22	D
3	B	13	D	23	C
4	E	14	E	24	D
5	C	15	E	25	E
6	D	16	D	26	E
7	C	17	E	27	E
8	E	18	C	28	E
9	B	19	A	29	B
10	A	20	A	30	D

BAB 17 ALKALI DAN ALKALI TANAH

1	E	11	B	21	B
2	A	12	B	22	A
3	B	13	A	23	A
4	C	14	C	24	E
5	C	15	D	25	E
6	E	16	B	26	B
7	A	17	D	27	C
8	C	18	E	28	D
9	C	19	C	29	B
10	B	20	D	30	E

BAB 18 HALOGEN DAN GAS MULIA

1	E	11	C	21	C
2	D	12	A	22	A
3	C	13	E	23	A
4	C	14	D	24	A
5	D	15	A	25	B
6	A	16	B	26	E
7	D	17	E	27	C
8	C	18	C	28	A
9	A	19	A	29	C
10	B	20	D	30	D

BAB 19 UNSUR PERIODE KETIGA

1	C	11	A	21	E
2	E	12	C	22	C
3	E	13	A	23	C
4	A	14	C	24	A
5	E	15	B	25	C
6	E	16	B	26	A
7	B	17	B	27	D
8	D	18	D	28	B
9	D	19	B	29	C
10	C	20	A	30	B

BAB 20 UNSUR TRANSISI PERIODE EMPAT

1	C	11	E	21	E
2	C	12	C	22	D
3	A	13	A	23	B
4	A	14	D	24	A
5	A	15	A	25	B
6	D	16	C	26	A
7	B	17	B	27	D
8	A	18	A	28	C
9	C	19	B	29	D
10	B	20	C	30	C

BAB 21 KIMIA RADIOAKTIF

1	C	11	D	21	C
2	C	12	B	22	B
3	B	13	C	23	A
4	E	14	B	24	B
5	C	15	C	25	E
6	B	16	E	26	D
7	E	17	D	27	E
8	A	18	E	28	C
9	C	19	E	29	E
10	D	20	E	30	A

BAB 22 HIDROKARBON

1	C	11	C	21	A
2	D	12	A	22	D
3	A	13	D	23	D
4	B	14	C	24	C
5	D	15	A	25	D
6	E	16	E	26	A
7	C	17	B	27	B
8	B	18	A	28	E
9	D	19	B	29	B
10	C	20	E	30	B

BAB 23 GUGUS FUNGSI DAN REAKSI SENYAWA KARBON

1	C	11	A	21	E
2	E	12	A	22	C
3	A	13	C	23	D
4	B	14	C	24	C
5	C	15	A	25	A
6	D	16	E	26	B
7	C	17	D	27	C
8	D	18	C	28	C
9	D	19	C	29	D
10	C	20	A	30	B

BAB 24 BENZENA DAN TURUNANNYA

1	B	11	B	21	B
2	E	12	D	22	B
3	B	13	B	23	A
4	D	14	B	24	D
5	E	15	B	25	D
6	C	16	B	26	B
7	B	17	A	27	E
8	B	18	A	28	A
9	C	19	E	29	B
10	B	20	D	30	C

BAB 25 POLIMER DAN BIOKIMIA

1	E	11	A	21	D
2	C	12	E	22	D
3	E	13	B	23	E
4	D	14	B	24	D
5	C	15	E	25	D
6	A	16	B	26	C
7	A	17	A	27	C
8	C	18	C	28	D
9	E	19	E	29	A
10	A	20	B	30	D

BAB 26 KIMIA LINGKUNGAN DAN ZAT ADITIF MAKANAN

1	B	11	B	21	B
2	A	12	E	22	A
3	D	13	C	23	D
4	B	14	D	24	C
5	D	15	A	25	B
6	E	16	E	26	D
7	E	17	C	27	D
8	D	18	C	28	D
9	A	19	D	29	A
10	C	20	D	30	D

KUNCI JAWABAN SOAL EVALUASI

TRY OUT 1			
1	D	21	B
2	B	22	C
3	E	23	D
4	D	24	C
5	B	25	D
6	B	26	B
7	A	27	E
8	D	28	E
9	D	29	B
10	A	30	A
11	A	31	B
12	C	32	D
13	A	33	A
14	B	34	C
15	C	35	B
16	D	36	D
17	B	37	D
18	A	38	C
19	B	39	E
20	A	40	E

DAFTAR PUSTAKA

- Bresnick, S. 2002. *Intisari Kimia Umum* (Alih bahasa: Dra. Lies Wibisono). Jakarta: Penerbit Hipokrates.
- Cotton, F.A. dan G. Wilkinson. 1989. *Kimia Anorganik Dasar* (Terjemahan: Sahati Suharto). Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia.
- Fernando, Q. dan M.D. Ryan. 1997. *Calculations in Analytical Chemistry* (Terjemahan: Wisnu Susetyo, Ph.D. Edisi Pertama). Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Fessenden, R. dan J. S. Fessenden. 1997. *Fundamentals of Organic Chemistry* (Alih bahasa: Dra. Sukmariah Maun, Dra. Kamianti Anas, dan Dra. Tilda S. Sally). Jakarta: Binarupa Aksara.
- Kaur. H. 1990. *Objective Chemistry for Medical and Engineering Entrance Examinations*. New Delhi: S. Chand & Company Ltd.
- Keenan, C.W., D.C. Kleinfelter, dan J.H. Wood. 1989. *Ilmu Kimia untuk Universitas* (Terjemahan: Aloysius Hadyana Pudjaatmaka, Ph.D. Edisi Keenam. Jilid I). Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Keenan, C.W., D.C. Kleinfelter, dan J.H. Wood. 1986. *Ilmu Kimia untuk Universitas* (Terjemahan: Aloysius Hadyana Pudjaatmaka, Ph.D. Edisi Keenam. Jilid II). Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Oxtoby, D.W, H.P. Gillis dan N.H. Nachtrieb. 2001. *Prinsip-Prinsip Kimia Modern* (Terjemahan: Suminar. Edisi Keempat. Jilid I). Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Petrucci, R.H. 1987. *Kimia Dasar Prinsip dan Terapan Modern* (Alih bahasa: Suminar Achmadi, Ph.D. Edisi Keempat. Jilid I). Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Poedjiadi, A. 1994. *Dasar-Dasar Biokimia* (Cetakan Pertama). Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia.
- Schermerhorn, E.J.G. 1993. *Teori dan Soal-Soal Kimia* (Diolah oleh: Pater Drs. Peperzak O.F.M. dan Ir. Indriati Ekasari. Cetakan ke-29). Jakarta: PT Pradnya Paramita.
- Syarifuddin, N. 1994. *Ikatan Kimia* (Cetakan Pertama). Yogyakarta: Gajah Mada University Press.

TENTANG PENULIS

Ir. Omang Komarudin

Lahir di Kuningan tahun 1970. Tahun 1989 lulus dari SMA Negeri Cilimus Kuningan dan tahun 1993 lulus dari Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB. Tahun 1994–2010 aktif mengajar di berbagai bimbingan belajar di Jakarta dan aktif mengajar sebagai pengajar pendalaman materi di SMA Negeri 12, 13, 35, 40, 59, 73, 75, 78, 91, 109, dan 110 Jakarta dan SMA Presiden Boarding School Cikarang. Pada tahun 2010, ia mendirikan Bimbingan Test dan Belajar (BTB) Synergy Points di Kemandoran Palmerah Jakarta Selatan, dan menjadi pengajar utama Kimia, Matematika, dan Fisika.

APPS TRY OUT SBMPTN

Untuk download apps try out SBMPTN penerbit cmedia, Anda dapat melakukan langkah-langkah sebagai berikut.

1. Buka Google Play search "Tryout SBMPTN" atau "Penerbit Cmedia"
2. Klik Tryout SBMPTN dari Penerbit Cmedia.
3. Klik Install.



APPS TOEFL CMEDIA

Untuk download apps toefl Cmedia, Anda dapat melakukan langkah-langkah sebagai berikut.

1. Buka Google Play search "TOEFL CMEDIA" atau "Penerbit Cmedia".
2. Klik link "<https://play.google.com/store/search?q=toefl%20cmedia&c=apps>".
3. Klik TOEFL CMEDIA dari Penerbit Cmedia.
4. Klik Install.



GEBYAR BEASISWA PENERBIT CMEDIA

Demi mewujudkan kepedulian dan keikutsertaan dalam membangun bangsa melalui bidang pendidikan, Penerbit Cmedia mempersembahkan **GEBYAR BEASISWA PENERBIT CMEDIA**. Penerbit Cmedia akan menyalurkan beasiswa dengan total nilai **100 juta rupiah** kepada siswa-siswi pilihan yang telah membeli buku-buku bertanda khusus yang diterbitkan oleh Penerbit Cmedia.

Adapun persyaratan yang harus dipenuhi siswa-siswi dalam mengajukan beasiswa sebagai berikut:

1. Struk/kuitansi pembelian buku ini.
2. Fotokopi nilai rapor semester terakhir.
3. Mengisi formulir asli yang terdapat di dalam buku ini.
4. Tulis "GBPC" di pojok kanan atas amplop.
5. **Like fans page PenerbitCmedia** dan **add facebook Penerbit Cmedia** sebagai teman.
6. **Follow twitter @penerbitcmedia.**

Dokumen persyaratan dikirim via pos ke alamat:
Redaksi Penerbit Cmedia
Jalan H. Montong No. 57 Ciganjur, Jagakarsa
Jakarta Selatan 12630

Periode 1

Untuk pengiriman sampai 15 Mei 2015, pengumuman beasiswa akan diumumkan tanggal 15 Juni 2015.

Periode 2

Untuk pengiriman sampai 15 November 2015, pengumuman beasiswa akan diumumkan tanggal 15 Desember 2015.

Periode 3

Untuk pengiriman sampai 15 Mei 2016, pengumuman beasiswa akan diumumkan tanggal 15 Juni 2016.

Periode 4

Untuk pengiriman sampai 15 November 2016, pengumuman beasiswa akan diumumkan tanggal 15 Desember 2016.

Periode 5

Untuk pengiriman sampai 15 Mei 2017, pengumuman beasiswa akan diumumkan tanggal 15 Juni 2017.

Periode 6

Untuk pengiriman sampai 15 November 2017, pengumuman beasiswa akan diumumkan tanggal 15 Desember 2017.

Daftar penerima beasiswa akan diumumkan melalui website:
www.penerbitcmedia.com

Keputusan tim seleksi dari Penerbit Cmedia mengenai beasiswa tersebut bersifat mutlak dan tidak dapat diganggu gugat.

Dokumen persyaratan dikirim via pos ke alamat:
Redaksi Penerbit Cmedia
Jalan H. Montong No. 57 Ciganjur, Jagakarsa
Jakarta Selatan 12630

FORMULIR PENGAJUAN BEASISWA GEBYAR BEASISWA PENERBIT CMEDIA

Nama Lengkap :
Tempat, Tanggal Lahir :
Jenis Kelamin :
Alamat Rumah :

Nomor Telepon :
Email :

Alamat Sosial Media
Facebook :
Twitter :
Google + :

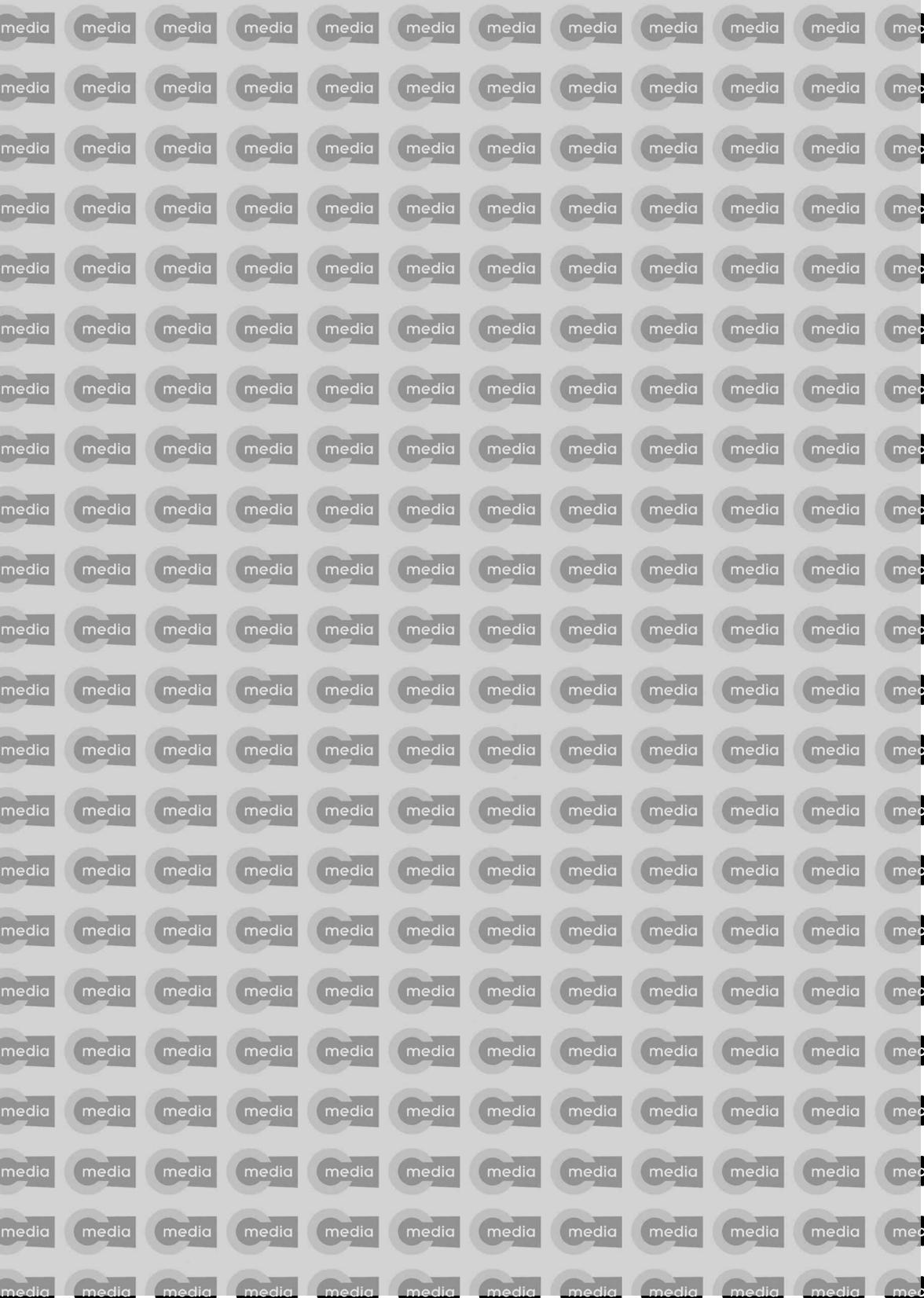
Nama Sekolah :
Alamat Sekolah :

Nomor Telepon Sekolah :
Nomor Induk Siswa :
Kelas :
Pelajaran yang Disukai :
Hobi :
Buku Pelajaran Favorit :
Cita-cita :

Formulir pengajuan beasiswa ini diisi dengan sebenar-benarnya.
Yang mengajukan beasiswa,

(.....)





BIG BOOK

KIMIA

SMA KELAS 1,2,&3

Big Book Kimia SMA Kelas 1, 2, & 3 hadir sebagai solusi bagi siswa SMA dan MA yang ingin memahami kimia secara menyeluruh dan mendalam. Siswa akan mendapatkan:

- **Kumpulan Ringkasan Materi Lengkap**, disusun secara padat dan jelas dari materi yang diajarkan di kelas 1, 2, & 3 untuk memudahkan siswa dalam mempelajari materi yang ada.
- **RATUSAN Soal dan Pembahasan**, dibahas dengan *Solusi Smart* yang mudah dipahami untuk memberikan gambaran bagi siswa tentang soal-soal yang diberikan dalam setiap bab.
- **RATUSAN Soal Latihan**, dibuat berdasarkan soal-soal yang sering muncul sebelumnya untuk melatih siswa dalam pemahaman materi yang telah diberikan dalam setiap bab.
- **Paket Soal Evaluasi**, merupakan kumpulan soal-soal dari setiap bab yang dikumpulkan di bagian akhir buku sebagai evaluasi akhir pemahaman materi siswa.

Dengan keunggulan-keunggulan tersebut, mendapatkan nilai 9 atau bahkan 10 dalam Ulangan Harian, Ujian Tengah dan Akhir Semester, Ujian Sekolah, hingga Ujian Nasional bukanlah perkara yang susah. Salam sukses!

media

ISBN (13) 978-602-1609-76-7

ISBN 602-1609-76-X



9 78 6021 609767

Pelajaran



|Penerbit Cmedia



||@penerbitcmedia



||+PenerbitCmedia



|redaksi@penerbitcmedia.com