



KIMIA DASAR
UNTUK TEKNIK INDUSTRI

Ir. RENILAILI., MT



nasmedia
PENERBIT ANGGOTA IKAPI

Batu Raya No. 550 Makassar 90233
Tajem Baru No. 11 Yogyakarta 55281
+62812 1113 3800
redaksi@nasmediapustaka.id
www.nasmediapustaka.co.id
www.nasmedia.id



**KIMIA DASAR
UNTUK TEKNIK INDUSTRI**

**Disusun Oleh :
Ir. RENILAILI., MT**

**UNIVERSITAS BINA DARMA
PALEMBANG
2021**

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT, karena berkat rahkmat dan hidayahNya juga buku ini bisa penulis selesaikan. Buku ini dimaksudkan untuk membantu para mahasiswa didalam mempelajari Mata Kuliah Kimia Dasar, khususnya mahasiswa Teknik Industri dan Teknik Sipil dan juga bagi seluruh mahasiswa yang mendapat mata kuliah kimia pada umum nya.

Tujuan Pembuatan buku ini adalah agar mahasiswa dapat memperoleh keterampilan kimia yang mantap, memiliki pengetahuan serta pemahaman terhadap konsep-konsep dasar yang terlibat didalam nya. Disamping itu buku ini dapat digunakan untuk belajar sendiri, baik dikampus maupun dirumah , karena didalam buku ini banyak contoh-contoh soal beserta penyelesaian nya serta berisi soal-soal sebagai latihan.

Akhir kata Penulis ucapkan selamat belajar, saran dan kritik yang bersifat membangun dari para pembaca sangat diharapkan agar buku ini menjadi lebih sempurna.

Palembang, Maret 2021

Penulis,

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI.....	ii
BAB I. KONSEP-KONSEP DASAR DALAM ILMU KIMIA	
1.1. Pengertian Ilmu Kimia.....	1
1.2. Perubahan Zat	2
1.3. Reaksi Kimia.....	2
1.4. Penggolongan Zat	3
1.5. Unsur.....	3
1.6. Senyawa	4
1.7. Campuran.....	4
BAB II. PENGUKURAN	
2.1. Sistem Satuan Internasional.....	8
BAB III. SISTEM PERIODIK UNSUR	
3.1. Sistem Periodik Mendeleeyef.....	10
3.2. Sistem Periodik Bentuk Panjang.....	11
3.3. Penggolongan Unsur.....	12
3.4. Hubungan Konfigurasi Elektron dengan Sistem Periodik.....	13
3.5. Sifat-sifat Periodik	14
3.6. Energi Ionisasi atau Potensial Ionisasi.....	16
3.7. Keelektronegatifan.....	17
3.8. Sifat Logam dan Non Logam.....	17
BAB IV. STRUKTUR ATOM DAN KONFIGURASI ELEKTRON	
4.1. Teori Atom.....	19
4.2. Spektrum Unsur	21
4.3. Partikel Dasar.....	21
4.4. Struktur Atom	23

4.5. Identitas Atom unsur.....	24
4.6. Nomor Atom, Nomor Massa dan Isotop.....	24
4.7. Bilangan Kuantum	26
4.8. Konfigurasi Elektron.....	28
4.9. Sifat Magnetik Unsur.....	30
BAB V. IKATAN KIMIA	
5.1. Peranan Elektron dalam Ikatan Kimia.....	31
5.2. Macam-macam Ikatan Kimia.....	31
5.3. Pemberian Nama Senyawa	36
BAB VI. PERSAMAAN KIMIA	
6.1. Cara Menentukan Koefisien Reaksi	39
6.2. Macam Reaksi.....	40
BAB VII. STOIKHIOMETRI DAN HUKUM DASAR ILMU KIMIA	
7.1. Konsep Mol.....	45
7.2. Massa Atom	45
7.3. Massa Rumus dan Massa Molekul	46
7.4. Rumus Empiris dan Rumus Molekul.....	46
7.5. Reaksi Kimia.....	48
7.6. Hukum Dasar Ilmu kimia	50
7.7. Volume Gas pada Keadaan Standar.....	53
BAB VIII. LARUTAN	
8.1. Konsentrasi Larutan.....	58
8.2. Larutan Elektrolit.....	61
8.3. Kenaikan Titik didih	63
8.4. Penurunan Titik beku.....	65
8.5. Tekanan Osmosis.....	67
8.6. Larutan Non Elektrolit	70
8.7. Penurunan Tekanan Uap.....	70
8.8. Kenaikan titik didi beku	72

BAB IX. TERMOKIMIA	
9.1. Pengertian Termokimia.....	74
9.2. Reaksi Eksoterm dan Reaksi Endoterm.....	74
9.3. Jenis-jenis Entalpi reaksi	75
9.4. Beberapa Hukum yang dikenal dalam Termokimia	76
9.5. Energi Ikatan.....	79
BAB X. ELEKTROKIMIA	
10.1. Pengertian Elektrokimia	83
10.2. Sel-sel Elektrokimia.....	84
10.3. Sel Volta	84
10.4. Sel Kering baterai dan Aki.....	86
10.5. Energi Aki.....	89
10.6. Elektrolisis	90
10.7. Elektroplating.....	92
10.8. Hukum Faraday.....	93
10.9. Korosi.....	95
BAB XI. GAS	
11.1. Sifat-sifat Gas	98
11.2. Tekanan Gas	98
11.3. Beberapa Hukum yang berlaku pada Gas.....	100
11.4. Persamaan Gas Ideal	102
11.5. Penentuan Bobot Molekul	103
11.6. Berat Jenis Gas.....	104
11.7. Gas dalam Reaksi Kimia.....	105
11.8. Campuran Gas.....	106
BAB XII. PERANAN BAHAN-BAHAN KIMIA DALAM BIDANG INDUSTRI	
12.1. Pengertian Bahan Kimia	110
12.2. Bahan Kimia sebagai Bahan Penyekat Listrik	110
12.3. Bahan Kimia Dalam bentuk padat	111

12.4.Bahan Kimia Dalam bentuk Cair.....	115
12.5.Bahan Kimia Dalam bentuk Gas	115
12.6.Bahan kimia Sebagai penghantar listrik	116
12.7.Bahan Kimia sebgai bahan Tahanan (Resistor).....	116
12.8.Bahan Kimia sebagai bahan Magnetis.....	123
12.9.Bahan- bahan Magnet permanen	126

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel.1. Besaran Fisis dan satuan nya	6
Tabel.2.Nama Golongan Utama	12
Tabel.3.Harga Keelektronegatifan	17
Tabel.4.Kenaikan Titik Didih Molal.....	64
Tabel 5.Penurunan Titik Beku Molal	66
Tabel.6.Tekanan Uap Air Murni.....	71
Tabel.7.Energi Ikatan.....	80

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.Tabung Sinar Katoda	22
Gambar 2.Prinsip Aufbau	28
Gambar 3.Peristiwa Osmosis	67
Gambar 4.Peristiwa Tekanan Osmosis	68
Gambar 5.Reaksi Eksoterm dan Reaksi Endoterm	75
Gambar 6.Sel Volta.....	85
Gambar 7.Baterai Kering dan bagian -bagian nya.....	86
Gambar 8.Aki Mobil dan bagian -bagian nya.....	87
Gambar 9.Proses Elektroplating	92
Gambar 10.Peristiwa Korosi pada besi dan paku	95
Gambar 11.Alat Ukur Gas (Manometer)	100

BAB I

KONSEP DASAR DALAM ILMU KIMIA

TUJUAN INSTRUKSIONAL

Diharapkan agar mahasiswa dapat memahami dan mengerti tentang ilmu kimia, bagaimana perubahan secara kimia, juga reaksi reaksi yang terjadi, apa pengertian dari unsur dan apabila pengertian dari senyawa atau molekul.

1.1. Pengertian Ilmu Kimia

Ilmu kimia adalah suatu cabang Ilmu Pengetahuan Alam yang mempelajari sifat, komposisi, struktur, dan perubahan yang dialami oleh zat, serta energi yang timbul atau diserap selama terjadi perubahan tersebut.

Pada awalnya, ilmu kimia berkembang dengan mengumpulkan fakta dan pengamatan dari berbagai proses perubahan – perubahan kimia yang dialami oleh zat, contohnya besi berkarat, perubahan alur PCB, dan lain-lain. Kumpulan fakta ini disebut data. Dari data dapat disimpulkan menjadi pernyataan-pernyataan pendek.

Pernyataan demikian menggambarkan suatu sifat umum atau hukum, tetapi manusia belum puas dengan pengamatan saja dan menginginkan suatu bukti dan keterangan mengenai suatu sifat atau hukum. Caranya adalah dengan melakukan percobaan yang meniru kejadian di alam, kemudian mencoba menyusun suatu teori. Suatu teori tidak selalu dapat dipertahankan. Hasil percobaan yang baru mungkin saja menyimpang dari teori yang sudah ada, sehingga teori yang disusun untuk menerangkan beberapa sifat, mungkin juga meramalkan sifat lain yang belum diketahui. Untuk menyelidiki hal ini dapat dilakukan percobaan-percobaan baru yang mungkin tanpa disengaja menimbulkan fakta baru. Dengan demikian, maka ilmu terus berkembang.

Dalam bidang industri pun banyak zat yang mengalami perubahan fisika, amau pun perubahan kimi, sehingga ilmu kimia juga berperan dalam bidang industri. Jadi ilmu kimia adalah ilmu yang mempelajari tentang perubahan zat, baik susunan struktur, komposisi, maupun perubahan energinya.

1.2. Perubahan Zat

Pada dasarnya, perubahan zat dapat dibedakan atas :

- Perubahan fiiska
- Perubahan kimia

1.2.1. Perubahan Fisika

Perubahan fisika suatu perubahan yang bersifat sementara, artinya bila zat mengalami perubahan tidak menghasilkan zat baru dan dapat kembali ke bentuk semula, yang berubah hanya bentuk, ukuran, dan wujud zat, tanpa mengubah jenis zat tersebut sebagai contoh, proses pelelehan, pembekuan, penguapan, sublimasi dan pengembunan.

Contoh perubahan fisika dalam bidang industri, ialah :

- Proses menyolder dengan menggunakan timah. Timah pada bila dipanaskan akan meleleh dan kembali padat bila didiamkan pada temperatur ruang.
- Proses pemuaiian pada kabel transmisi
- Proses perubahan filamen pada kompor listrik

1.2.2. Perubahan Kimia

Perubahan kimia adalah suatu perubahan yang bersifat tetap, artinya bila zat mengalami perubahan akan menghasilkan zat baru dengan sifat baru.

Contoh perubahan kimia dalam bidang industri, ialah :

- Proses pembuatan alur pada PCB
- Proses elektroplating, yaitu pelapisan Fe dengan Cu.
- Proses pemurnian Cu dengan cara elektrolisis.

1.3. Reaksi Kimia

Perubahan kimia disebut juga reaksi kimia. Reaksi kimia dapat dibagi menjadi dua, yaitu reaksi analisis dan reaksi sintesis.

1.3.1. Reaksi Analisis

Reaksi analisis adalah reaksi penguraian suatu zat menjadi beberapa macam zat.

Contoh :

- $2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_2 (\text{g}) + \text{O}_2 (\text{g})$
- $\text{CaCO}_3 (\text{p}) \rightarrow \text{CaO} (\text{p}) + \text{CO}_2 (\text{g})$

1.3.2. Reaksi Sintesis

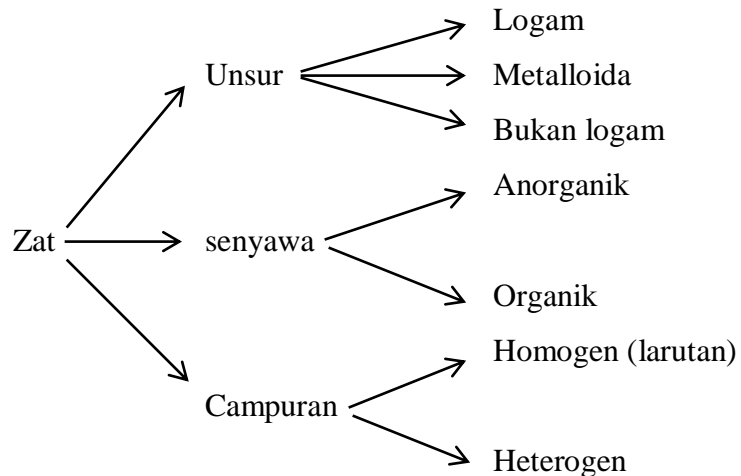
Reaksi sintesis adalah reaksi penggabungan dua zat atau lebih menjadi suatu zat baru.

Contoh :

- $2\text{Fe}(\text{p}) + 1.5 \text{O}_2 (\text{g}) + x \text{H}_2\text{O} (\text{l}) \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O} (\text{p})$
- $\text{CaO}(\text{p}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CaCO}_3(\text{p})$

1.4. Pengolongan Zat

Zat atau materi adalah sesuatu yang mempunyai massa dan menempati ruang. Pengolongan zat dapat dibuatkan skema seperti dibawah ini.



1.5. Unsur

Unsur adalah suatu zat tunggal (sejenis) yang dengan cara kimia biasa tak dapat diuraikan lagi menjadi zat-zat lain yang lebih sederhana.

Contoh : Tembaga, besi, aluminium, karbon, timah dan lain-lain.

Unsur dapat dibedakan berdasarkan sifatnya, yaitu logam, metaloida, bukan logam.

1.6. Senyawa

Senyawa adalah suatu zat baru yang merupakan gabungan dari beberapa unsur melalui reaksi kimia dengan perbandingan massa yang tertentu dan mempunyai sifat yang berbeda dengan unsur pembentuknya. Sebagai contoh Air, asam sulfat, perak nitrat, tembaga sulfat, garam dapur dan lain-lain. Senyawa adalah suatu zat murni yang dapat dipecah atau diuraikan dengan cara kimia menjadi dua atau lebih zat yang sederhana menurut (Said : 5)

1.7. Campuran

adalah penggabungan beberapa unsur atau senyawa secara fisika yang masih mempunyai sifat asli zat penyusunnya. Contoh : pasir besi, laut, udara dan lain-lain. Campuran dapat dibedakan atas campuran homogen dan campuran heterogen.

Campuran Homogen (larutan) adalah campuran yang setiap titiknya mempunyai komposisi sama atau dengan perkataan lain, tidak ada bidang batas diantara komponen-komponennya. Campuran homogen ini disebut juga larutan. Larutan dapat berwujud padat, cair maupun gas. Sebagai contoh :

- Larutan padat adalah emas 18 karat, kuningan (campuran Cu dan Zn), perunggu (campuran Cu dan Pb).
- Larutan cair adalah air laut, limun.
- Larutan gas adalah udara, campuran homogen 79% gas nitrogen. 20% gas oksigen dan 1% gas lainnya, seperti CO₂, H₂O, gas-gas mulia.

Campuran Heterogen adalah campuran yang setiap titiknya mempunyai komposisi berlainan (tidak merata) atau dengan perkataan lain, terdapat bidang batas diantara komponen-komponennya. Sebagai contoh : campuran pasir dengan air, campuran kapur, pasir dengan semen, campuran eter dengan air. Perbedaan senyawa dan campuran antara lain seperti dibawah ini :

Senyawa	Campuran
<ul style="list-style-type: none">▪ Mempunyai perbandingan massa tertentu dan tetap dalam pembentukannya▪ Meninggalkan sifat-sifat asli zat pembentuknya▪ Tak dapat dipisahkan dari komponen-komponen penyusunnya dengan cara fisika biasa	<ul style="list-style-type: none">▪ Mempunyai perbandingan massa tidak tertentu dalam pembentuknya▪ Masih mempunyai sifat-sifat asli zat pembentuknya.▪ Dapat dipisahkan dari komponen-komponen penyusunnya dengan cara fisika biasa.

Persamaan antara senyawa dan campuran terletak pada unsur-unsur pembentuknya yang tidak sejenis. Komponen dalam campuran dapat dipisahkan dengan cara berikut ini :

1. Penyaringan (filtrasi) yaitu proses pemisahan campuran padat cair dengan mempergunakan saringan (filter), sehingga partikel yang lebih besar terpisah dari yang lebih kecil. Sebagai contoh : pemisahan endapan kimia menggunakan kertas saring.
2. Penyulingan (distilasi) yaitu proses pemisahan campuran cair – cair berdasarkan perbedaan titik didih. Sebagai contoh proses destilasi bertingkat pada penyulingan minyak bumi.
3. pengkristalan (kristalisasi) yaitu proses pemisahan campuran padat – cair dengan cara penguapan atau pemanasan sehingga terbentuk kristal. Sebagai contoh pemisahan larutan CuSO_4 sehingga terbentuk kristal $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$.
4. Berdasarkan sifat zat, yaitu pemisahan campuran berdasarkan sifat-sifat zat yang akan dipisahkan sebagai contoh : pemisahan pasir-besi dengan menggunakan magnet.

Pertanyaan :

1. Jelaskan pengertian ilmu kimi sebagai cabang IPA?
2. Apa perbedaan perubahan fisika dan kimia? Jelaskan dan beri masing-masing 3 contoh dalam bidang industri?
3. Apa perbedaan rekasi analisis dan reaksi sintesis? Jelaskan dan beri contoh!

Tugas :

1. Mengapa ilmu kimia dipelajari dalam bidang Industri? Jelaskan!
2. Jelaskan cara memisahkan suatu campuran secara lengkap dan berikan contohnya!

BAB II PENGUKURAN

TUJUAN INSTRUKSIONAL

Diharapkan agar mahasiswa dapat memahami dan mengerti cara untuk mengkonversi satuan Yang digunakan dalam perhitungan dengan menggunakan Sistem Satuan Internasional.

Bagaimana merubah dari satuan volume kesatuan berat dan seterusnya.

2.1. Sistem Satuan Internasional

Kebanyakan perhitungan-perhitungan ilmu kimia dan ilmu fisika berhubungan dengan pengukuran , berbagai jenis besaran-besaran fisik, misalnya panjang, kecepatan, isi dan energi.

Stiap pengukuran menyangkut jumlah dan satuan, satuan menunjukkan jenis besarn fisik, sedangkan jumlah menunjukkan berapa banyak satuan yang terdapat dalam jumlah yang diukur, misalnya panjang ruangan 5 meter berarti bahwa panjang ruangan adalah 5 kali panjang meter.

Sistem ini didasarkan pada 7 besaran fisis yaitu panjang, massa, waktu, arus listrik, temperatur, intensity cahaya dan jumlah zat.(Said : 14)

Tabel 1
Besaran-besaran Fisis dan Satuan-satuannya

Besaran Fisik	Simbol	Satuan	Simbol Satuan
Panjang	l	Meter	m
Massa	m	Kilogram	kg
Waktu	t	Detik	s
Temperatur	T	Kelvin	K
Arus listrik	I	Empere	A
Intensitas Cahaya	Iv	Candela	dd
Jumlah Zat	n	Mole	mole

Satuan – satuan S.I untuk besaran-besaran fisik lainnya :

Isi :

Merupakan panjang suatu kubus (l^3) dan dalam S.I dinyatakan dengan m^3 . Satuan volume yang biasa dipakai adalah liter.

$$1 \text{ Liter} = 1000 \text{ m}^3 = 1.000.000 \text{ mm}^3$$

$$1 \text{ m}^3 = 1.000 \text{ liter}$$

Luas :

Luas mempunyai ukuran panjang kuadrat dalam satuan S.I dinyatakan dengan m^2 , atau cm^2 , atau mm^2 .

Kerapatan :

Kerapatan adalah massa atau jumlah zat yang terkandung dalam satuan isinya.

$$\text{Kerapatan } (d) = \text{massa per satuan isi} = \frac{\text{massa benda}}{\text{isi benda}}$$

$$\text{Dalam satuan S.I, Kerapatan} = \frac{kg}{m^3}; \frac{gr}{dm^3} \text{ atau } \frac{gr}{l}$$

Contoh soal :

1. Ubahlah satuan-satuan berikut kedalam meter :

- a. 1,3 km b. 225 cm c. 2,6 dm

Penyelesaian :

a. $1,3 \text{ km} = 1300 \text{ m}$

b. $225 \text{ cm} = \frac{225}{100} = 2,25 \text{ m}$

c. $2,6 \text{ dm} = \frac{2,6}{0,1} = 26 \text{ m}$

2. Satuan Angstrom dipergunakan oleh para ilmuwan pengukuran kristalografi. Bila 1

Angstrom = 10^{-8} cm

- a. Berapa nanometer (nm) untuk 1 A dan
b. Berapa pikometer (pm) untuk 1 A

Penyelesaian :

$$A = 10^9 \text{ cm} = 10^{-10} \text{ m}$$

a. $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$

$$1 \text{ A} = 0,1 \text{ nm}$$

b. $1 \text{ pm} = 10^{-12} \text{ m} = 0,01 \text{ A}$

$$1 \text{ A} = 100 \text{ pm}$$

3. Atom hydrogen mempunyai jari-jari 0,12 nm dengan asumsi bahwa atom tersebut berbentuk bola, berapakah volume atom tersebut dalam meter kubik.

Penyelesaian :

$$Volume = \frac{4}{3} 3,14 r^3$$

$$r = 0,12 \text{ nm} = 0,12 \times 10^{-9} \text{ m}$$

$$\begin{aligned} Volume &= \frac{4}{3} \times 3,14 \times (0,12 \times 10^{-9})^3 \\ &= 7,2 \times 10^{-30} \text{ m}^3 \end{aligned}$$

4. Ubalah temperatur berikut kedalam skala kalvin

a. Pada temperatur $100 \text{ }^\circ\text{C}$

b. Pada temperatur $1027 \text{ }^\circ\text{C}$

c. Pada temperatur $-80 \text{ }^\circ\text{C}$

Penyelesaian :

Asumsi $0 \text{ }^\circ\text{C} = 273 \text{ }^\circ\text{K}$

a. $100 \text{ }^\circ\text{C} = 100 + 273 = 373 \text{ }^\circ\text{K}$

b. $1027 \text{ }^\circ\text{C} = 1027 + 273 = 1300 \text{ }^\circ\text{K}$

c. $-80 \text{ }^\circ\text{C} = -80 + 273 = 193 \text{ }^\circ\text{K}$

5. Ubalah satuan-satuan berikut kedalam meter bujur sangkar

a. 1 A^2 b. 1 cm^2 c. 1 pm^2

Penyelesaian :

a. $1 \text{ A}^2 = 10^{-10} \text{ m} \times 10^{-10} \text{ m} = 10^{-20} \text{ m}^2$

b. $1 \text{ cm}^2 = 10^{-2} \text{ m} \times 10^{-2} \text{ m} = 10^{-4} \text{ m}^2$

c. $1 \text{ pm}^2 = 10^{-12} \text{ m} \times 10^{-12} \text{ m} = 10^{-24} \text{ m}^2$

Pertanyaan :

1. Acetilen $\text{H} - \text{C} \equiv \text{C} - \text{H}$ merupakan molekul rantai lurus. Jarak antara C dan C = 1,205 Å dan jarak antara C dan H = 1,059 Å. Bila jari-jari vanderwals atom H = 1,2 Å, hitunglah panjang molekul asetilen tersebut.
2. Ubahlah kedalam cm^2 .
 - a. 900 mm^2 .
 - b. 230 nm^2 .
3. Sebuah atom aluminium mempunyai volume $12,8 \times 10^{-3} \text{ m}^3$, hitunglah jari-jari atom dalam pikometer.

BAB III

SISTEM PERIODIK UNSUR

TUJUAN INSTRUKSIONAL

Diharapkan agar mahasiswa dapat memahami dan mengerti tentang apa itu Sistem Periodik Unsur-unsur, ada yang disebut Golongan dan ada yang disebut Priode.

Golongan juga ada yang masuk golongan Alkali, golongan Alkali Tanah, golongan Halogen dan juga Golongan Gas Mulia. Bagaimana Hubungan Konfigurasi Elektron dengan Sistem Periodik., sifat logam dan Non Logam.

3.1. Sistem Periodik Mendeleef

Mendeleef menyusun unsur berdasarkan kenaikan massa atom relatifnya, menurut lajur horizontal yang disebut perioda. Secara berkala ia mendapatkan ada unsur-unsur yang sifatnya mirip. Unsur-unsur yang sifatnya mirip diletakkan pada satu lajur vertikal yang disebut golongan.

Dalam susunan sistem periodik Mendeleef terdapat tempat-tempat kosong, dan berdasarkan pengamatannya diramalkan ada unsur-unsur tersebut ditemukan dan sifat-sifatnya sesuai dengan unsur yang diramalkan oleh Mendeleef, tetapi ada kesukaran-kesukaran yang dijumpai oleh Mendeleef. Bila unsur disusun berdasarkan massa atom, maka kalium ($K = 39,10$) akan ditempatkan sebelum argon ($Ar = 40$) dan nikel ($Ni = 58,71$) ditempatkan sebelum kobalt ($Co = 58,94$), serta yod ($I = 126,91$) ditempatkan sebelum tellurium ($Te = 127,61$). Ketiga pasang unsur ini ternyata tempatnya terbalik, tetapi jika ditinjau dari sifat kimianya, Argon lebih mirip dengan gas mulia dan tidak serupa dengan logam alkali. Demikian pula yod lebih serupa dengan golongan halogen.

Walaupun demikian daftar Mendeleef tetap merupakan fakta ilmiah yang sangat berharga yang menjelaskan bahwa sifat unsur-unsur merupakan fungsi berkala dari massa atom. Daftar Mendeleef ini telah dipergunakan berpuluh-puluh tahun dan selama itu telah mengalami perbaikan, yaitu baris horizontal diubah menjadi vertikal, serta ada penambahan kolom untuk gas-gas mulia. Pada prinsipnya daftar Mendeleef merupakan dasar pengelompokan unsur-unsur.

3.2. Sistem Periodik bentuk Panjang

Sistem periodik Mendeleef ternyata masih banyak kelemahan. Pada tahun 1913, Moseley melihat hubungan antara nomor atom dan muatan inti. Kemudian, Moseley mengubah susunan berdasarkan nomor atom. Tabel dibuat dalam bentuk panjang, sehingga disebut sistem periodik bentuk panjang. Dengan adanya perubahan bentuk maka ada unsur yang berubahletaknya.

H	IIA											IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	He
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg	IIIB	IVB	VB	VIB	VIIB	VIII B			IB	IIB	Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pb	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra	Ac	Ku	Ha													

LATANIDA	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
AKTINIDA	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Ct	Es	Fm	Md	No	Lw

Sistem Periodik Bentuk Panjang

Sistem periodik bentuk panjang :

- Disusun berdasarkan naiknya nomor atom
- Lajur vertikal disebut golongan
- Lajur horizontal disebut periode
- Unsur-unsur yang segolongan mempunyai sifat yang hampir sama
- Terdiri atas 7 periode, yaitu :
 - Periode 1 hanya terdapat dua unsur (H dan He)
 - Periode 2 dan 3 terdapat 8 unsur
 - Periode 4 dan 5 terdapat 18 unsur
 - Periode 6 terdapat 32 unsur
 - Periode 7 sekarang terdapat 19 unsur, kemungkinan akan bertambah terus.

3.3. Penggolongan Unsur

Penggolongan unsur didalam sistem periodik disusun berdasarkan jumlah elektron yang terdapat dikulit terluar (elektron valensi). Unsur-unsur dalam sistem periodik bentuk panjang dapat digolongkan menjadi hal berikut ini.

Golongan Utama (A)

Golongan Utama, yaitu golongan IA sampai dengan VIIA. Unsur-unsur pada golongan utama (A) adalah unsur-unsur yang elektron terakhirnya mengisi orbital-orbital *s* atau *p*. Bila elektron terakhir mengisi orbital *s*, maka disebut blok *s*.

Ada juga yang disebut blok *p*, karena pengisian elektronnya berakhir pada orbital *p*. Unsur-unsur blok *s* maupun unsur-unsur blok *p*, semuanya termasuk golongan A. Unsur-unsur golongan utama ini mempunyai nama-nama seperti berikut :

Tabel 2
Nama Golongan Utama

Nomor Golongan Tertular	Nomor Golongan	Konfigurasi Elektron
I A	Alkali	ns^1
II A	Alkali tanah	ns^2
III A	Boron	$ns^2 \quad np^1$
IV A	Karbon	$ns^2 \quad np^2$
V A	Nitrogen	$ns^2 \quad np^3$
VI A	Oksigen	$ns^2 \quad np^4$
VII A	Halogen	$ns^2 \quad np^5$
VIII A	Gas Mulia	$ns^2 \quad np^6$

Contoh :

- ${}_{13}\text{Al}$ konfigurasi elektron : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$
- ${}_{20}\text{Ca}$ konfigurasi elektronnya : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$

Golongan Transisi atau Peralihan (B)

Golongan transisi, yaitu golongan IB sampai dengan VII B. Unsur golongan transisi adalah unsur yang elektron terakhirnya orbital *d*. Unsur-unsur ini disebut juga unsur-unsur blok *d*.

Contoh :

- ${}_{24}\text{Cr}$ konfigurasi elektronnya : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 3d^5$
- ${}_{30}\text{Zn}$ konfigurasi elektronnya : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10}$

Golongan Transisi Dalam

Golongan transisi dalam, yaitu unsur golongan IIIB. Unsur-unsur golongan transisi dalam, adalah unsur-unsur yang elektron terakhirnya mengisi orbital *f*. Oleh karena itu, unsur ini disebut juga unsur-unsur blok *f*. Unsur-unsur ini juga dibagi menjadi 2 kelompok tersendiri, yaitu : Lantanida dan Aktanida.

- **Kelompok Lantanida**

Unsur golongan IIIB, pada periode 6 yang mempunyai sifat mirip unsur lantanida disebut unsur-unsur lantanida. Kelompok lantanida adalah unsur-unsur yang elektron terakhirnya mengisi orbital-orbital 4f.

- **Kelompok Aktanida**

Unsur golongan IIIB pada periode 7 yang mempunyai sifat seperti aktanida, disebut unsur-unsur aktanida. Kelompok aktanida adalah unsur-unsur yang elektron terakhirnya mengisi orbital-orbital 5f.

3.4. Hubungan Konfigurasi Elektron dengan Sistem Periodik

Penentuan golongan dan periode dalam sistem periodik bentuk panjang dapat ditentukan berdasarkan konfigurasi elektronnya.

Penentuan Periode

Periode ditentukan berdasarkan pada *jumlah kulit* yang telah terisi oleh elektron.

Penentuan Golongan

Golongan ditentukan berdasarkan pada *jumlah elektron* yang terdapat *dik kulit terakhir*. Unsur-unsur golongan utama ditentukan dengan melihat elektron valensinya. Unsur-unsur golongan transisi (B) ditentukan oleh jumlah elektron pada kulit *ns* dan *nd* yang terakhir.

Contoh :

1. ${}_{12}\text{Mg}$, konfigurasi elektronnya $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$. Karena konfigurasi berakhir pada orbital $3s^2$, berarti unsur termasuk unsur blok s, atau golongan A. Pada kulit terluar terdapat 2 elektron terluar, maka Mg termasuk unsur golongan IIA. Untuk menentukan periode dilihat dari harga *n* (nomor kulit) terbesar yaitu 3, berarti Mg berada pada periode 3.

2. ${}_{17}\text{Cl}$ mempunyai konfigurasi elektron $1s^2 2s^3 2p^6 3s^2 3p^5$. Konfigurasi elektronnya berakhir pada $ns^2 np^5$, maka Cl termasuk golongan A. Karena jumlah elektron terluarnya adalah 7, maka unsur klor ini termasuk unsur golongan VIIA. Nomor kulit terbesarnya adalah 3, berarti unsur Cl ini juga terletak pada periode 3.
3. ${}_{24}\text{Cr}$ mempunyai konfigurasi elektron $1s^2 2s^3 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 3d^5$. Karena konfigurasi elektronnya berakhir pada orbital-orbital d, maka unsur ini termasuk golongan transisi (B). Jumlah elektron pada $ns^2 nd^4$ adalah 6 elektron, maka unsur Cr ini termasuk unsur golongan VIB. Karena nomor kulit terbesarnya adalah 4, maka unsur ini terletak pada periode 4.

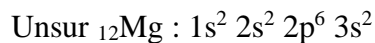
3.5. Sifat-sifat Periodik

Jari-jari Atom dan Jari-jari Ion.

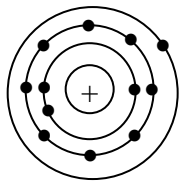
Jari-jari atom adalah jarak dari inti atom sampai kulit terluar. Jari-jari atom unsur dalam satu golongan akan semakin panjang dari atas kebawah, karena makin kebawah jumlah kulitnya makin bertambah. Dalam satu perioda jari-jari atomnya tidak sama panjang, walaupun jumlah kulitnya sama. Hal ini disebabkan makin ke kanan jumlah proton dan jumlah elektronnya makin tertarik ke inti, akibatnya jari-jarinya akan semakin pendek.

Contoh :

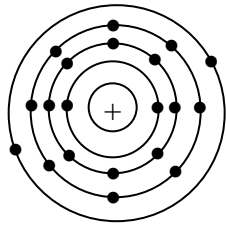
- Dalam satu golongan



K L M



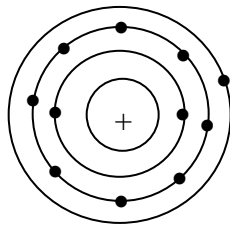
Unsur ${}_{20}\text{Ca}$: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$



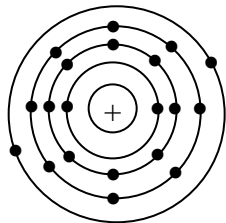
Jari-jari atom Mg lebih kecil dari pada jari-jari atom Ca. Akibatnya, atom Ca lebih mudah melepaskan elektron dari pada atom Mg.

▪ **Dalam satu periode**

Unsur ${}_{11}\text{Na}$: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$



Unsur ${}_{12}\text{Mg}$: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$

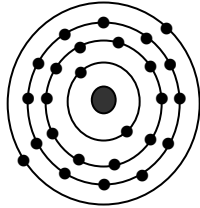


Jari-jari atom Mg. lebih kecil dari pada jari-jari atom Na. Akibatnya atom Na mudah melepaskan elektron dari pada atom Mg.

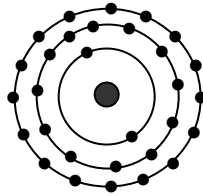
Jari-jari ion positif lebih pendek dari pada jari-jari atomnya. Hal ini disebabkan karena jumlah elektronnya berkurang. Maka kekuatan gaya tarik intinya berkurang.

Contoh :

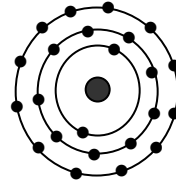
Jari-jari atom Fe dan ion-ionnya.



$$\text{Fe} = 1,24 \text{ \AA}$$



$$\text{Fe}^{2+} = 0,74 \text{ \AA}$$



$$\text{Fe}^{3+} = 0,64 \text{ \AA}$$

Jari-jari ion negatif lebih panjang dari pada jari-jari atomnya. Hal ini disebabkan karena jumlah elektron bertambah, sedangkan jumlah proton tetap, maka gaya tarik inti makin lemah akibatnya kulit elektron makin mengembang.

3.6. Energi Ionisasi atau Potensial Ionisasi

Energi ionisasi adalah energi yang diperlukan atom untuk melepaskan elektron dari kulit terluarnya. Jari-jari atom unsur dalam satu golongan dari atas kebawah emakin panjang, berarti unsur itu akan makin mudah melepaskan elektronnya. Dengan demikian energi yang diperlukan untuk melepaskan elektronnya semakin kecil atau makin rendah. Jadi energi ionisasi unsur-unsur didalam sistem periodik dari atas ke bawah semakin kecil sedangakn dari kiri ke kanan makin besar.

Contoh :

Eenergi ionisasi unsur periode 3

Periode 3	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
Energi ionisasi	5,1	7,6	6,0	8,1	11	10,4	13	15,6

Energi ionisasi dinyatakan dengan elektron volt (ev). Satu elektron volt (1ev), adalah besarnya energi yang diterima oleh satu elektron yang bergerak pada tegangan 1 volt.

$$1\text{ev} = 1,6 \times 10^{-16} \text{ joule}$$

3.7. Keelektronegatifan

Keelektronegatifan adalah kemampuan suatu atom untuk menarik atau menangkap elektron. Unsur yang memiliki keelektronegatifan besar bersifat mudah menangkap elektron. Unsur-unsur dalam sistem periodik dari atas ke bawah, harga keelektronegatifannya mengecil sedangkan dari kiri ke kanan keelektronegatifannya membesar.

Unsur-unsur halogen (golongan VIIA) mempunyai keelektronegatifan paling besar sedangkan harga keelektronegatifan dari unsur-unsur gas mulia (VIIA) paling rendah yaitu 0.

Tabel 3
Harga Keelektronegatifan unsur dalam Sistem Periodik

H																		
2.1																		
Li	Be											B	C	N	O	F		
1.0	1.5											2.0	2.5	3.0	3.5	4.0		
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl		
0.9	1.2											1.5	1.8	2.1	2.5	3.0		
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br		
0.8	1.0	1.3	1.5	1.6	1.6	1.5	1.8	1.8	1.8	1.9	1.6	1.6	1.8	2.0	2.4	2.8		
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I		
0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	1.9	2.2	2.2	2.2	1.9	1.7	1.7	1.8	1.9	2.1	2.3		
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At		
0.7	0.9	1.1	1.3	1.5	1.7	1.9	2.2	2.2	2.2	2.4	1.5	1.8	1.8	1.9	2.0	2.2		
Fr	Ra																	
0.7	0.9																	

3.8. Sifat Logam dan Nonlogam

Sifat unsur-unsur logam adalah mudah melepaskan elektron, sehingga mudah menjadi ion positif atau bersifat elektropositif. Dalam sistem periodik bila jumlah kulit semakin banyak maka jari-jari semakin panjang berarti semakin mudah melepaskan elektron. Dengan demikian pada sistem periodik dari atas kebawah, sifat logamnya semakin kuat.

Sifat logamnya makin lemah dari kiri kekanan. Hal ini disebabkan jari-jari atomnya semakin kecil, sehingga gaya tarik terhadap elektron semakin kuat, elektron semakin sukar dilepaskan.

Bagaimana dengan sifat bukan logamnya? Tentu saja kebalikan dari sifat logamnya, yaitu dari atas kebawah, sifat bukan logamnya berkurang bukan logamnya bertambah dari kiri

kekanan. Hal ini disebabkan jari-jari atom makin ke kanan dan ke atas semakin pendek sehingga makin mudah menarik elektron.

Pertanyaan :

1. Mengapa sistem periodik Mendeleef sekarang tidak dipergunakan lagi? Jelaskan alasannya!
2. Jelaskan sistem periodik bentuk panjang secara rinci dan lengkap!
3. Bagaimana penggolongan unsur dalam sistem periodik bentuk panjang? Jelaskan!
4. Tentukanlah golongan dan periode unsur-unsur di bawah ini dengan mempergunakan konfigurasi elektron :
 - a. ${}_{32}\text{Ge}$
 - b. ${}_{47}\text{Ag}$
 - c. ${}_{56}\text{Ba}$
 - d. ${}_{74}\text{W}$
 - e. ${}_{82}\text{Pb}$
5. Mengapa jari-jari atom dalam sistem periodik bentuk panjang semakin ke kiri dan kebawah semakin panjang? Jelaskan!

Tugas :

1. Apa perbedaan sistem periodik Mendeleef dengan sistem periodik bentuk panjang?
2. Tentukan golongan dan periode untuk unsur A yang mempunyai nomor massa 195 dan neutron sebanyak 117!
3. Berapa nomor atom suatu unsur yang terletak pada golongan VIB, periode 4?

BAB IV

STRUKTUR ATOM DAN KONFIGURASI ELEKTRON

TUJUAN INSTRUKSIONAL

Diharapkan agar mahasiswa dapat memahami dan mengerti tentang Teori Atom, apa itu struktur atom, mengetahui tentang Nomor Atom, Nomor Massa dan apa yang dimaksud dengan Isotop serta bagaimana konfigurasi elektron pada tiap – tiap unsur.

4.1. Teori Atom

Teori atom yang dikenal ada tiga, yaitu :

- Teori atom Dalton
- Teori atom Rutherford
- Teori atom Bohr

Teori atom Dalton

Dasar teori atom Dalton adalah seperti berikut :

- Atom adalah bagian terkecil dari suatu unsur yang tidak dapat berdiri sendiri dan masih mempunyai sifat-sifat unsur tersebut.
- Atom tak dapat dipecah, dimusnahkan atau diciptakan
- Atom dari unsur yang sejenis mempunyai sifat yang sama
- Atom dari unsur yang berbeda mempunyai sifat yang berlainan
- Reaksi kimia adalah penggabungan atau pemisahan atom dari unsur yang ikut dalam reaksi itu dan tertentu banyaknya.
- Molekul unsur ialah molekul yang terbentuk dari gabungan atom sejenis. Molekul senyawa ialah gabungan dari atom tak sejenis.
- Molekul adalah bagian terkecil dari unsur atau persenyawaan yang dapat berdiri sendiri dan masih mempunyai sifat-sifat unsur-unsur atau senyawanya.

Teori atom Dalton ini merupakan teori atom yang pertama, namun para ilmuwan merasa belum puas. Pada unsur-unsur gas mulia seperti He, Ne, Ar, Xe dan Rn mempunyai molekul yang terdiri

atas atom tunggal. Hal ini bertentangan dengan teori atom Dalton yang menyatakan bahwa atom adalah bagian terkecil suatu unsur yang berdiri sendiri. Demikian juga pendapat bahwa atom merupakan bagian terkecil suatu unsur, diselidiki lebih lanjut oleh para ilmuwan.

Teori atom Rutherford. (Said : 24)

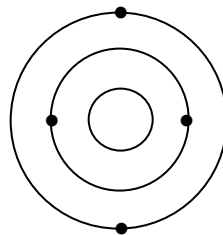
Dasar teori atom Rutherford adalah seperti berikut :

- Atom terdiri atas inti yang bermuatan positif dan dikelilingi oleh elektron yang bermuatan negatif. Elektron selalu bergerak mengelilingi inti unruk melawan gaya tarik pusat inti.
- Jumlah elektron yang mengelilingi inti sama dengan jumlah muatan positif inti.
- Massa elektron sangat kecil sehingga massa suatu atom hanya ditentukan massa intinya.

Teori atom Bohr (A.Haris Watoni : 83)

Niel Bohr memperbaiki kelemahan teori atom Rutherford

- Elektron beredar mengelilingi inti pada lintasan tetentu yang disebut kulit atau orbit stasioner. Tempat beredar elektron menunjukkan tingkat energi. Tingkat energi yang paling rendah samapi yang paling tinggi diberi nomor 1, 2, 3, 4, 5, 6 dan 7. Kulit elektron diberi nama mulai K, L, M, N, O, P dan Q. Kulit K untuk $n = 1$ Kulit L untuk $n = 2$ Kulit M untuk $n = 3$, dan seterusnya. Kulit K, L, M, Disebut kulit elektron dan n adalah bilangan kuantum.
- Peredaran elektron pada orbit stasioner tidak mengalami perubahan energi.
- Bila elektron berpindah dari orbit luar ke orbit dalam akan memancarkan energi, sebaliknya bila berpindah dari orbit dalam ke orbit luar akan menyerap energi.



Gambar 4.1 Loncatan Elektron

Energi yang diserap maupun energi yang dipancarkan berupa energi foton, yang energi yang berbentuk gelombang. Misalnya, cahaya listrik, maupun panas. Dasar ini dalam bidang industri

dikembangkan menjadi LED dan LDR. Ketiga teori diatas pada dasarnya tidak saling bertentangan satu sama lain, bahkan saling melengkapi, sehingga dapat dibuat suatu struktur atom dari gabungan dari teori tersebut.

4.2. Spektrum Unsur

Apabila suatu unsur dipanaskan dengan temperatur tinggi maka atom unsur tersebut akan tereksitasi dan akan memancarkan energi radiasi atau cahaya. Bila diamati dengan alat spektroskop, ternyata spektrum cahaya itu terdiri atas sejumlah garis dengan panjang gelombang tertentu. Masing-masing unsur mempunyai spektrum garis yang khas, jumlah, warna dan susunan garisnya.

4.3. Partikel Dasar

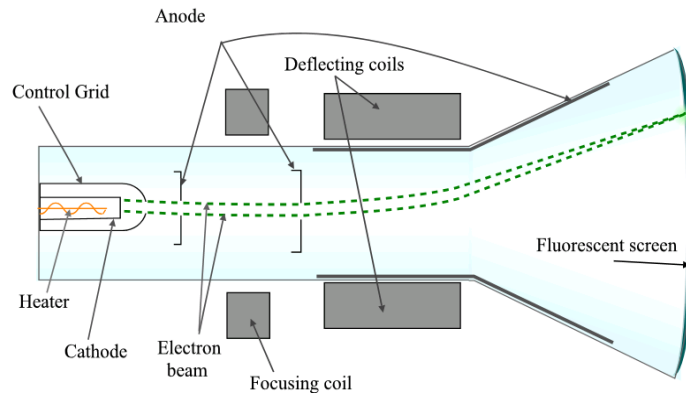
Elektron ($-1e^0$)

Pada tahun 1834, Faraday menemukan bahwa materi dan muatan listrik adalah ekuivalen. Tahun 1891, Stoney mempergunakan nama elektron untuk satuan listrik. Penemuan elektron itu sendiri dimulai dengan pembuatan tabung sinar katoda oleh J. Plucker dan dipelajari lebih lanjut oleh Crookes dan J.J. Thomson.

Prinsip kerja tabung sinar katoda :

Bila katoda (K) dan anoda (A) dihubungkan dengan sumber arus listrik DC yang tegangannya sangat tinggi (1000 volt), maka akan terjadi sinar yang berasal dari katoda menuju anoda. Sinar tersebut dengan sinar katoda.

Secara sederhana tabung sinar katoda dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 1. Tabung Sinar Katode

Dari percobaan yang dilakukan, ditemukan bahwa sinar katoda mempunyai sifat :

- Berasal dari katoda dan bergerak menurut garis lurus
- Dapat dibelokkan oleh medan magnet dan medan listrik. Sinar katoda dibelokkan kearah kutub positif, Ini berarti sinar katoda merupakan partikel yang bermuatan negatif.
- Dapat menyebabkan kaca berfluoresensi (berpendar) biru kehijau-hijauan
- Tidak dapat menembus benda yang menghalanginya sehingga terbentuk bayangan pada kaca

Dari hasil ini disimpulkan bahwa partikel sinar katoda yang disebut elektron, merupakan partikel dasar dari semua zat. J.J. Thomson pada tahun 1897 berhasil menentukan perbandingan antara muatan elektron dan massa elektron, sebesar $e/m = 1,76 \times 10^8$ Coulomb/gram. Pada tahun 1913, Millikan berhasil menentukan muatan sebuah elektron, sebesar $e = 1,6 \times 10^{-9}$ Coulomb.

Dari kedua percobaan ini dapat dihitung massa dari elektron :

$$m = \frac{e}{\frac{e}{m}} = \frac{1,6 \times 10^{-19} \text{ coulomb}}{1,76 \times 10^8 \text{ coulomb/ gram}} = 9,11 \times 10^{-28} \text{ gram}$$

Oleh karena itu boleh dikatakan bahwa elektron merupakan muatan listrik yang terkecil. Setiap muatan listrik yang lain merupakan kelipatan muatan eletron. Elektron merupakan partikel yang bermuatan negatif dan tidak bermassa.

Proton ($1p^+$)

Goldstein pada tahun 1886, menemukan sinar positif dalam tabung sinar katoda, dibalik katoda yang berlubang. Goldstein meletakkan katoda di tengah-tengah tabung dan katoda dibuat

dari lempeng logam yang berlubang-lubang. Setelah tabung diisi gas dan dihubungkan dengan sumber arus listrik, terjadi pancaran sinar katoda dan ternyata dibelakang katoda juga terdapat sinar yang keluar dari lubang saluran katoda yang berasal dari katoda.

Percobaan selanjutnya dilakukan dengan mengganti gas dengan gas He. Antaraksi antara He dengan elektron akan menghasilkan ion He bermuatan positif yang akan tertarik ke arah elektroda negatif. Beberapa ion He^+ menerobos lubang pada katoda dan dibelakang katoda terbentuk sinar-sinar kanal. Sinar-sinar kanal ini bergerak menjauhi anoda. Berapa waktu kemudian dibuktikan bahwa sinar ini dibelokkan oleh medan magnet dan medan listrik. Selain itu dibuktikan bahwa muatan partikel-partikel ini bermuatan positif.

Dari hasil penelitian yang dilakukan oleh *J.J. Thompson* tentang sinar kanal ini, ternyata bahwa e/m tergantung kepada sifat gas yang tertinggal dalam tabung. Partikel yang mempunyai harga e/m tertinggi didapat kalau gas yang tertinggal dalam tabung adalah hidrogen. Dengan demikian harga ini ialah harga untuk proton H^+ . Karena harga ini ternyata $1/1837$ kali harga e/m , maka massa proton 1837 kali massa elektron karena kedua partikel ini jumlah yang sama

Sejak tahun 1920-an para ilmuwan menduga bahwa didalam inti atom pasti ada partikel lain disamping proton. Berdasarkan percobaannya. Pada tahun 1911 Rutherford telah dapat membuktikan, bahwa massa atom setiap unsur hampir seluruhnya terpusat pada suatu inti yang sangat kecil.

Unsur klor dengan nomor atom 17, mempunyai 17 elektron dan 17 proton. Jika inti atom klor hanya terdiri atas proton saja maka massa atom $\text{Cl} = 17$, padahal diketahui massa atom klor adalah 35,453. Ini berarti bahwa inti atom klor beratnya 35,453 kali berat atom hidrogen yang hanya mengandung satu proton. Gejala ini baru dapat dijelaskan pada tahun 1932, ketika James Chandwick menemukan neutron, yaitu partikel inti yang tidak bermuatan. Massa neutron hampir sama dengan massa proton, yaitu 1,0087 sma.

4.4. Struktur Atom

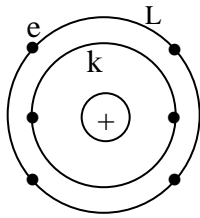
Rutherford mengemukakan bahwa atom terdiri atas inti atom yang bermuatan positif dan elektron bermuatan negatif yang mengelilingi inti. Pernyataan ini disempurnakan lagi oleh Bohr berdasarkan teori kuantum radiasi, yaitu elektron yang mengelilingi inti harus berada pada lintasan tertentu sesuai dengan syarat teori kuantum. Pada teori kuantum dijelaskan bahwa

elektron yang berpindah dari satu energi ke tingkat energi lain akan menyerap atau memancarkan energi yang besarnya tertentu.

Struktur atom yang ada sekarang merupakan gabungan dari model atom Rutherford dan Bohr yaitu atom terdiri atas inti atom yang bermuatan positif, yang mengandung proton dan neutron serta elektron yang mengelilingi inti atom pada lintasan (kulit) tertentu.

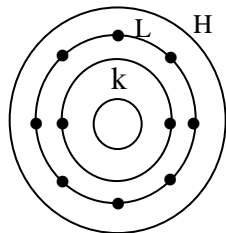
Contoh :

- Unsur karbon dengan nomor atom = 6



+ adalah inti atom
e adalah elektron
K dan L adalah lintasan (kulit) elektron

- Unsur natrium dengan nomor atom = 11



+ adalah inti atom
e adalah elektron
K dan L adalah lintasan (kulit) elektron

4.5. Identitas Atom Unsur

Unsur biasanya dilambangkan dengan satu atau dua huruf yang berasal dari nama unsur tersebut. Satu huruf dituliskan dengan huruf besar, sedangkan huruf berikutnya ditulis dalam huruf kecil.

Contoh :

Fe berasal dari nama unsur Ferrum (besi)

Ca berasal dari nama unsur Calsium (kalsium)

4.6. Nomor atom, Nomor massa dan Isotop

Nomor atom

Nomor atom adalah bilangan yang menyatakan banyaknya proton atau muatan positif di dalam inti atom. Sesuai dengan teori atom Rutherford bahwa jumlah elektron yang mengelilingi inti atom adalah sama dengan jumlah muatan positif yang terdapat di dalam inti atom, maka nomor atom juga menyatakan jumlah elektron yang mengelilingi inti. (A.Haris Watoni : 78)

Nomor Massa

Didalam inti atom selain proton terdapat partikel lain yang massanya hampir sama dengan massa proton tetapi tidak bermuatan disebut neutron. Partikel neutron tidak bermuatan, massanya adalah $1,6747 \times 10^{-24}$ gram dan massa proton adalah $1,6725 \times 10^{-24}$ gram. Nomor massa adalah bilangan yang menyatakan banyaknya proton dan neutron dalam suatu atom. (A.Haris Watoni : 78)

Contoh :



Nomor massa atom Na adalah 23, mempunyai :

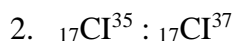
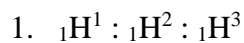
proton = 11

elektron = 11 dan neutron = 12

Isotop

Isotop adalah atom unsur sejenis yang jumlah protonnya sama, tetapi jumlah neutronnya berbeda. Dengan perkataan lain memiliki nomor atom sama tetapi nomor massa berbeda. (Said : 36)

Contoh :



Dari definisi diatas diketahui bahwa isotop suatu unsur memiliki massa atom berbeda, karena massa atom ditentukan oleh massa proton dan neutronnya. Jumlah ketron dalam inti tidak khas untuk setiap unsur. Suatu unsur yang jumlah neutronnya sama tetapi jumlah protonnya berbeda,

maka sifat unurnya juga berbeda. Sebelumnya bila jumlah neutron berbeda, sedangkan jumlah protonnya sama, maka sifat unsurnya akan sama pula.

Massa atom suatu unsur adalah massa atom rata-rata dari seluruh isotopnya.

Massa atom rata-rata dapat dinyatakan dengan persamaan berikut ini

$$\text{Massa atom rata-rata} = \sum_i \frac{a_i m_i}{100}$$

Keterangan :

a_i = menyatakan banyaknya isotop dalam %

m_i = massa dari semua isotop yang mantap

sebagai contoh : klor adalah campuran yang terdiri atas 75,4% $^{35}_{17}\text{Cl}$ dengan massa isotop 34,9775 sma, maka massa atom rata-rata klor adalah $0,754 \times 34,97867 + 0,246 \times 36,97750 = 35,470$ sma. Pada prakteknya, cara penentuan massa isotop dan jumlah proses isotop dilakukan dengan mempergunakan spektrometer massa.

4.7. Bilangan Kuantum

Bilangan kuantum adalah bilangan yang menentukan tingkat energi, ukuran dan bentuk ruang orbital dari suatu atom.

Teori Bohr masih mempunyai kelemahan yaitu hanya berlaku pada atom hidrogen atau dengan satu elektron. Model atom Bohr tidak dapat menerangkan garis-garis spektrum atom helium atau atom lain yang jumlah elektron lebih dari satu. Menurut teori atom Bohr, elektron digambarkan bergerak dalam lintasan (orbit) tertentu dengan kecepatan yang tertentu yang tertentu pula. Pendekatan secara mekanika kuantum ini, kedudukan atau momentum elektron diberikan sebagai kebolehjadian elektron memiliki harga tertentu. Harga yang besar disuatu tempat menunjukkan kebolehjadian yang besar untuk menemukan elektron ditempat tersebut. Bentuk tiga dimensi dari kebolehjadian disebut orbital.

Kebolehjadian untuk menemukan elektron disuatu tempat dengan pendekatan mekanika kuantum ditunjukkan atau diatur oleh 4 harga bilangan kuantum, yaitu bilangan utama, bilangan kuantum azimut, bilangan kuantum magnetik, dan bilangan kuantum spin.

- Bilangan kuantum utama (n)

Bilangan kuantum utama menyatakan nomor kulit tempat kedudukan elektron atau menyatakan tingkat energi. Bilangan kuantum ini mempunyai harga 1, 2, 3, ... dan seterusnya, yang menentukan ukuran orbitalnya. (Said : 27)

- Bilangan kuantum azimut (l)

Bilangan kuantum azimut menentukan besarnya momentum sudut elektron yang terkuantisasi. Untuk setiap harga n, l mempunyai harga 0 samapi (n - 1).

Contoh :

Untuk n = 1 memiliki satu harga l, yaitu l = 0

Untuk n = 2 memiliki dua harga l yaitu l = 0 : l = 1

Untuk n = 3 memiliki tiga harga l yaitu l = 0 : l = 1 : l = 2 dan seterusnya

Bilangan kuantum ini juga menyatakan bentuk ruang dari orbital dan jenis subkulit tempat kedudukan elektron. Sebagai contoh jika mempunyai bilangan azimut l = 0, maka elektron berada di subkulit s, disebut orbital s. Subkulit s berbentuk bola.

Jika bilangan azimut l = 1, maka elektron berada di subkulit p, disebut orbital P. Subkulit p berbentuk balon terpilih. Dengan seterusnya dan subkulit yang mungkin menjadi tempat kedudukan elektron adalah subkulit s, p, d, f. Huruf s, p, d, f, berasal dari istilah *sharp*, *principal*, *diffuse*, dan *fundamental* yang dipakai untuk membedakan deret spektrum pada unsur alkali.

- Bilangan kuantum magnet (m)

Bilangan kuantum ini dapat menentukan orientasi orbital dalam ruangan. Untuk setiap harga l ada sejumlah (2l + 1) harga m, dengan harga m antara -l dan +l.

Contoh :

Untuk l = 0 memiliki 1 harga m, yaitu m = 0

Untuk l = 1 memiliki 3 harga m, yaitu m = 1, m = 0, m = -1

Untuk l = 2 memiliki 5 harga m, yaitu m = 2, m = 1, m = 0, -1, m = -2

Bilangan kuantum magnet disebut pula bilangan kuantum orientasi orbit.

- Bilangan kuantum (s)

Bilangan kuantum ini menyatakan arah rotasi elektron dalam orbital. Dua buah elektron yang menghuni satu orbital masing-masing memiliki harga $s = +1/2$ dan $s = -1/2$.

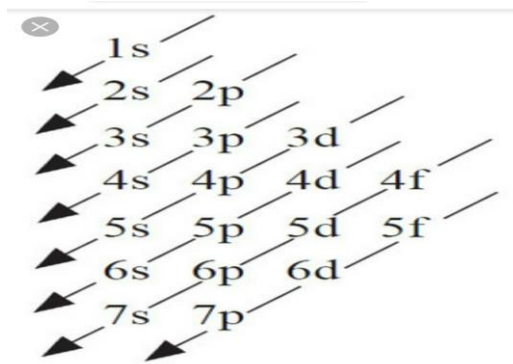
4.8. Konfigurasi Elektron Konfigurasi elektron suatu atom mengikuti tiga aturan yaitu prinsip Aufbau, azas larangan Paull, aturan Hund. ty (**A.Haris Watoni : 105**)

Prinsip Aufbau

Menurut Aufbau, pengisian elektron pada orbitalnya dimulai dari orbital yang tingkat energinya paling rendah. Jika orbital yang berenergi rendah sudah penuh, barulah elektron mengisi orbital yang energinya lebih tinggi. Hal yang perlu diperhatikan adalah :

- Subkulit s mempunyai satu orbital dan maksimum ditempati oleh 2 elektron
- Subkulit p mempunyai tiga orbital dan maksimum ditempati oleh 6 elektron
- Subkulit d mempunyai 5 orbital dan maksimum ditempati oleh 10 elektron
- Subkulit f mempunyai 7 orbital dan maksimum ditempati oleh 14 elektron

Urutan pengisian elektron pada orbitalnya adalah sebagai berikut :



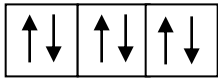
Gambar 2. Prinsip Aufbau

Azas Larangan Pauli

Menurut azas larangan Pauli, bila 2 buah elektron berada didalam sebuah atom tidak mungkin mempunyai kombinasi 4 bilangan kuantum yang sama. Hal ini berarti bahwa setiap orbital hanya

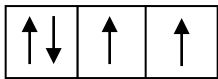
dapat ditempati maksimal oleh elektron dengan arah spin yang berlawanan. Cara penggambaran kedua elektron itu dilambangkan dengan dua anak panah yang berlawanan. (**Said : 34**)

Contoh :



Aturan Hund tentang kelipatan maksimum

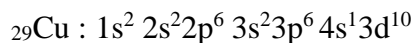
Aturan ini disusun berdasarkan data spektroskopi. Aturan ini dinyatakan bahwa pengisian elektron ke dalam orbital yang tingkat energinya sama, (misalnya 3 orbital 2p) sedapat mungkin berada dalam keadaan tidak berpasangan. Sebelum semua orbital terisi sebuah elektron. Sebagai contoh : bila ada 4 elektron pada orbital 2p, maka pengisiannya adalah sebagai berikut :



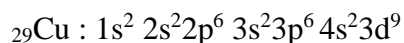
Orbital penuh dan setengah penuh

Orbital elektron yang terisi penuh dan setengah penuh ternyata mempunyai struktur atom yang relatif lebih stabil, terutama untuk orbital s dan d, cenderung akan terisi *penuh* atau *setengah penuh*.

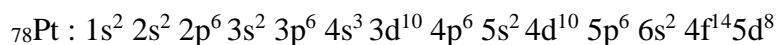
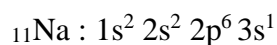
Contoh :



lebih stabil dari pada



Contoh : konfigurasi elektron

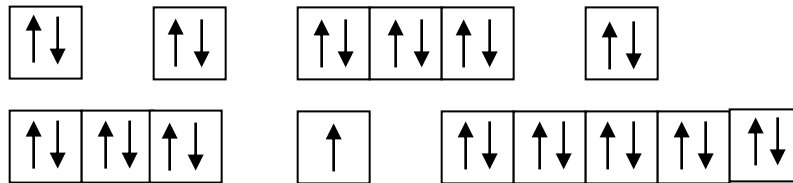
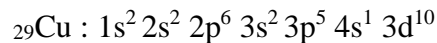


4.9. Sifat Magnetik Unsur

Unsur paramagnetik

Unsur paramagnetik adalah unsur yang dapat tertarik kedalam medan magnet. Suatu unsur dapat ditentukan sifat kemagnetannya dengan melihat konfigurasi elektronnya. Jika pada konfigurasi elektronnya terdapat elektron tunggal (tidak berpasangan) maka unsur tersebut bersifat paramagnetik.

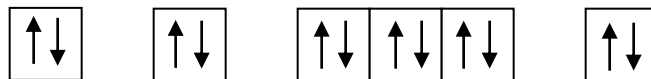
Contoh :



Pada gambar diatas dapat dilihat, bahwa terdapat 1 elektron yang tidak berpasangan sehingga Cu bersifat paramagnetik.

Unsur Diamagnetik

Unsur diamagnetik adalah unsur yang hampir tidak dipengaruhi oleh medan magnet. Hal ini juga dapat dilihat dari konfigurasi elektronnya. Jika semua elektronnya berpasangan, maka unsur bersifat diamagnetik. Sebagai contoh : ${}_{12}\text{Mg} : 1s^2 2s^2 2p^5 3s^2$



Pada gambar diatas, semua elektronnya berpasangan maka unsur Mg bersifat diamagnetik.

Pertanyaan :

1. Jelaskan teori atom Dalton secara urut dan lengkapi!
2. Jelaskan teori atom Rutherford secara urut dan lengkapi!
3. Jelaskan teori atom Bohr secara urut dan lengkap dengan gambar!
4. Apa perbedaan nomor atom dan nomor massa? Jelaskan dan berikan contoh!
5. Jelaskan pengertian isotop dan berikan contoh

BAB V

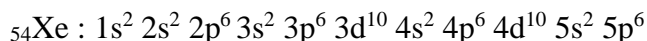
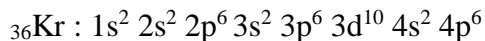
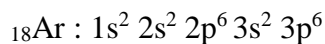
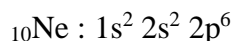
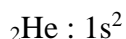
IKATAN KIMIA

TUJUAN INSTRUKSIONAL

Diharapkan agar mahasiswa memahami dan mengerti tentang Ikatan Kimia, ada ikatan kovalen dan ada ikatan ion serta bagaimana peranan elektron dalam ikatan kimia tersebut.

5.1. Peranan Elektron dalam Ikatan Kimia

Unsur gas mulia atau golongan VIII A sangat sukar membentuk senyawa. Hal ini menunjukkan bahwa susunan elektron atau konfigurasi elektron yang dimiliki unsur gas mulia telah stabil. Konfigurasi elektron unsur-unsur gas mulia adalah sebagai berikut :



Konfigurasi gas mulia ternyata berakhir pada $ns^2 np^6$. Jadi, struktur elektron yang stabil mempunyai 8 elektron pada kulit terluar. Karena unsur yang lain juga ingin stabil, maka mereka saling bergabung atau saling mengikat satu sama lain, agar terbentuk 8 elektron pada kulit terluar (kaidah oktet). Untuk mencapai keadaan stabil, unsur ada yang melakukan dengan cara melepaskan Elektronnya, dan ada juga yang menangkap elektron dari unsur lain. Dengan demikian elektron valensi sangat berperan untuk dapat membentuk ikatan kimia. (Said : 68)

5.2. Macam-macam Ikatan Kimia

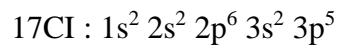
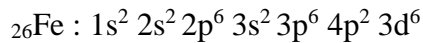
Ikatan Ion

Ikatan ion atau elektronvalen atau heteropolar adalah ikatan yang terjadi antara ion positif dengan ion negatif. Dengan adanya pelepasan dan penerimaan elektron, maka terjadi gaya tarik menarik

elektrositatis (gaya tarik menarik dari dua muatan yang berlawanan). Ikatan ion ini sangat stabil, jika menyangkut ion bervalensi ganda. (Said : 71)

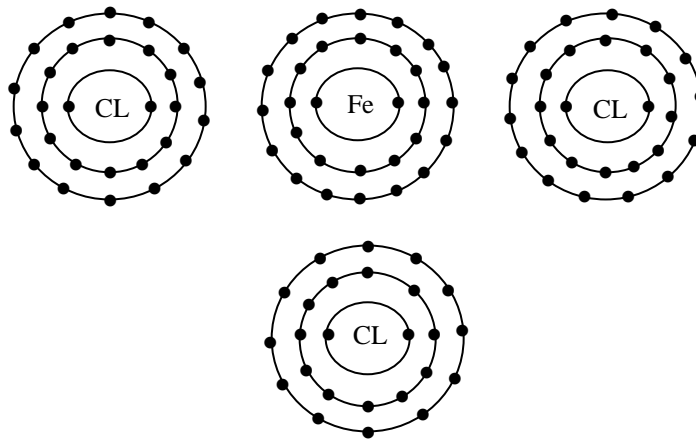
Contoh :

- FeCl_3 , yaitu 1 atom Fe dengan 3 atom Cl

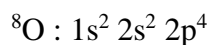
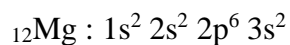


Agar dapat membentuk konfigurasi elektron yang stabil, maka atom Fe akan melepaskan 3 elektronnya, sehingga terbentuk ion Fe^{3+} .

Setiap atom Cl akan cenderung menangkap satu elektron, sehingga terbentuk ion Cl. Kedua ion yang berlawanan ini saling tarik-menarik dan terjadilah senyawa FeCl_3 .

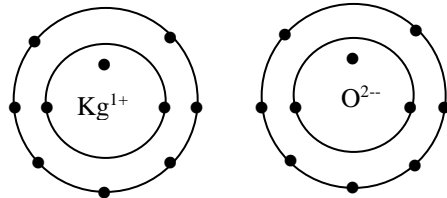


- MgO , yaitu atom Mg dengan atom O

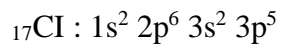
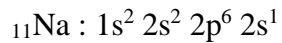


Agar atom Mg dapat membentuk konfigurasi elektron yang stabil, maka atom Mg melepaskan 2 elektronnya, sehingga terbentuk ion Mg^{2+} . Atom oksigen akan cenderung menangkap elektron sehingga terbentuk ion O^{2-} . Kemudian kedua ion yang berlawanan ini

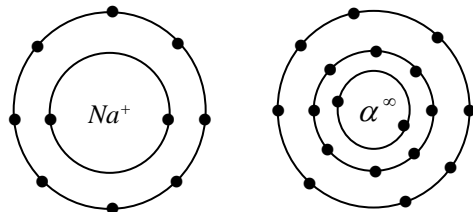
saling tarik menarik dan terjadilah senyawa MgO. Untuk mencairkan senyawa ini perlu energi cukup besar yaitu 2800°C.



- NaCl yaitu atom Na dengan atom Cl



Atom Na akan melepaskan 1 elektronnya untuk mencapai konfigurasi elektron stabil. Atom Cl akan menangkap 1 elektron untuk mencapai konfigurasi tersebut. Tarik menarik antara kedua ion Na^+ dan Cl akan membentuk senyawa NaCl.



Sifat umum senyawa elektronvalen adalah :

- Titik lebur dan titik didih tinggi. Karena senyawa elektrovalen mempunyai ikatan yang kuat maka untuk melepaskan ikatannya diperlukan energi yang besar.
- Dalam keadaan lebur dan dalam keadaan larut dapat menghantarkan listrik, karena senyawa elektrovalen dalam keadaan lebur atau larutan mudah membentuk ion-ion yang dapat menghantarkan listrik.
- Keras dan mudah patah. Karena senyawa elektrovalen mempunyai ikatan yang kuat, maka susunan atomnya sangat rapat dan kuat.

- Mudah larut dalam pelarut polar (misal, air)
- Tidak larut dalam pelarut non polar (misal, alkohol).

Ikatan Kovalen

Ikatan kovalen adalah ikatan antara dua atau lebih atom unsur yang sejenis atau berbeda didasarkan pada pemakaian elektron secara bersama sehingga masing-masing atom membentuk susunan elektron yang stabil, seperti gas mulia. Ikatan ini juga merupakan ikatan primer yang kuat. Ikatan kovalen itu masih dibagi lagi menjadi tiga, yaitu :

- Ikatan kovalen polar

Ikatan kovalen polar terjadi jika pasangan elektron yang dipakai bersama tertarik lebih kuat ke salah satu atom, atau dengan perkataan lain titik berat muatan positif dengan negatif tidak berimpit. Molekul senyawa yang terbentuk disebut molekul polar.

Contoh :



HCl : H₂O

Pada HCl pasangan elektron yang dipakai bersama lebih tertarik ke arah Cl, karena keelektronegatifan Cl lebih besar dari pada keelektronegatifan H, sehingga gaya tarik Cl terhadap elektron lebih kuat. Dengan demikian, semakin besar perbedaan keelektronegatifan antara dua buah atom yang membentuk senyawa, maka ikatannya semakin polar dan molekul yang terbentuk semakin polar pula. Akibatnya molekul polar dapat menghantarkan listrik.

- Ikatan kovalen nonpolar

Ikatan kovalen nonpolar terjadi jika pasangan elektron yang dipakai bersama, tertarik sama kuat oleh kedua atom yang berikatan atau dengan perkataan lain, titik berat muatan positif dan negatif berhimpit. Hal ini dapat terjadi jika terjadi ikatan antara atom yang sejenis atau pada ikatan molekul yang berbentuk simetris.

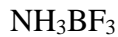
Contoh :



- Ikatan kovalen semipolar atau ikatan kovalen koordinat

Ikatan ini terjadi jika pasangan elektron yang dipakai bersama, hanya berasal dari satu atom saja. Jadi atom yang lain tidak menyumbangkan elektronnya.

Contoh :



Jadi pada ikatan ini salah satu atom yang berikatan harus mempunyai pasangan elektron bebas.

Sifat senyawa kovalen adalah :

- Titik lebur dan titik didih rendah, karena pada senyawa kovalen mempunyai ikatan yang kurang kuat, sehingga untuk melepaskan ikatannya tidak memerlukan energi yang besar.
- Pada umumnya lunak, karena pada senyawa kovalen mempunyai ikatan yang kurang kuat, sehingga susunan atomnya kurang rapat.
- Sebagai senyawa murni, tidak dapat menghantarkan arus listrik, karena pada senyawa kovalen tidak dapat terurai menjadi ion-ion.
- Larut dalam pelarut nonpolar (eter, minyak dan lain-lain).

Ikatan Logam

Ikatan logam adalah ikatan antar atom dalam suatu senyawa logam. Logam mempunyai sifat elektropositif (mudah melepaskan elektron pada kulit terluar). Pada atom logam banyak orbital-orbital yang kosong, maka elektron-elektron yang dilepaskan dapat menempati orbital-orbital kosong di sekitarnya, atau dengan perkataan lain elektron valensi dalam atom logam, bebas bergerak di sela-sela kumpulan atom-atom tersebut.

Dengan terbentuknya awan elektron yang mengikat keseluruhan atom logam, maka akhirnya terjadi tarik menarik antara ion positif dengan elektron yang menghasilkan ikatan logam. Karena susunan atom logam sangat rapat, maka terjadi ikatan yang sangat kuat.

Sifat senyawa logam adalah :

- Merupakan penghantar listrik dan panas yang baik (konduktor), karena elektron valensi mudah berpindah ke segala arah diantara atom-atomnya.

- Pada umumnya, logam berwujud padat dan keras serta massa jenisnya tinggi. Hal ini disebabkan atom-atom logam tersusun rapat, akibat dari gaya tarik dan gaya ikat antar atom sangat kuat. Sehingga pada volume yang sama akan tersusun atom yang sangat rapat dan kuat, karena jarak antar atom makin kecil.
- Ada logam yang lebih lunak dibandingkan dengan logam lainnya, karena jarak antar atomnya lebih besar, sehingga daya ikatnya lebih kecil.
- Mudah dibuat lempeng dan kawat pada logam disebabkan kristal logam mudah mengalami perubahan bentuk.

5.3. Pemberian Nama Senyawa

Untuk menyeragamkan tata nama senyawa kimia di seluruh dunia, maka disusunlah suatu peraturan tata nama senyawa kimia oleh IUPAC (international Union for Pure and Applied Chemistry). Aturan tata nama untuk senyawa dwi atom atau biner (enyawa yang dibentuk oleh dua buah atom) adalah sebagai berikut :

- Semua senyawa dwi atom harus memakai akhiran-ida
- Jika senyawa dwi atom terdiri atas logam dan bukan logam, maka aturan tidak disandang oleh unsur bukan logam.

Contoh :

MgO	Magnesium oksida
CuCl ₂	Cupri klorida
AlCl ₃	Aluminium klorida

- Jika suatu logam mempunyai lebih dari satu macam valensi, maka ada dua macam cara penamaan :

Valensi logam ditandai dengan angka romawi di belakang nama logam tersebut.

Contoh :

FeO	besi (II) oksida
Fe ₂ O ₃	besi (III) oksida
AgCl	perak (I) klorida
AgCl ₂	perak (II) klorida

Logam dengan valensi rendah, memakai nama latin yang berakhiran O, dan logam dengan valensi tinggi memakai nama latin yang berakhiran i.

Contoh :

FeO	oksida
Fe ₂ O ₃	Ferri oksida
Cu ₂ S	Cupro sulfida
CuS	Cupri sulfida

- Jika senyawa dwi atom terdiri atas unsur-unsur bukan logam, maka terdapat dua cara penaman : Memakai valensi dengan angka romawi.

Contoh :

Cl ₂ O	Klor (I) oksida
Cl ₂ O ₃	Klor (III) oksida
Cl ₂ O ₅	Klor (IV) oksida
Cl ₂ O ₇	Klor (VII) oksida

Jumlah masing-masing atom dalam senyawa ditandai dengan awalan bahasa Yunani.

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

Contoh :

Cl ₂ O	diklor	monoksida
Cl ₂ O ₃	diklor	trioksida
Cl ₂ O ₅	diklor	pentoksida
Cl ₂ O ₇	diklor	heptoksida

- Nama senyawa yang sudah umum tidak perlu menggunakan aturan IUPAC.

Contoh :

H ₂ O	air
NH ₃	amoniak

Pertanyaan :

1. Sebutkan sifat-sifat umum senyawa ion dan senyawa kovalen!
2. Mengapa pada senyawa ion titik didihnya lebih tinggi dari pada senyawa kovalen? Jelaskan!
3. Apa perbedaan antara ikatan kovalen polar dan nonpolar, dengan melihat cara elektron bergabung dan daya hantar listriknya?
4. Jelaskan dengan gambar terjadinya ikatan pada logam!
5. Jelaskan cara memberi nama pada senyawa kimia!

Tugas :

1. Elektron-elektron mana yang berperan dalam ikatan kimia? Jelaskan untuk unsur-unsur golongan utama (A) dan transisi (B)!
2. Apa perbedaan ikatan ion dengan ikatan kovalen? Jelaskan dan beri contoh asing-masing!

BAB VI PERSAMAAN KIMIA

TUJUAN INSTRUKSIONAL

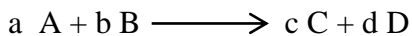
Diharapkan agar mahasiswa memahami dan mengerti tentang Persamaan kimia, bagaimana cara menentukan koefisien reaksi kimia, apa fungsi dari koefisien tersebut, serta mengetahui ada bermacam-macam reaksi kimia.

6.1. Cara Menentukan Koefisien Reaksi

Persamaan kimia adalah lambang-lambang yang menyatakan suatu reaksi kimia. Sedangkan yang dimaksud reaksi kimia adalah suatu proses dimana zat-zat baru yaitu hasil reaksi terbentuk dari beberapa zat aslinya yang disebut **pereaksi**.

Biasanya suatu reaksi kimia disertai oleh kejadian-kejadian fisika seperti perubahan warna, pembentukan endapan atau timbulnya gas.

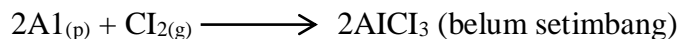
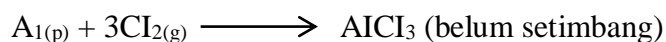
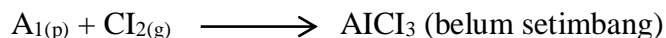
Suatu persamaan reaksi kimia



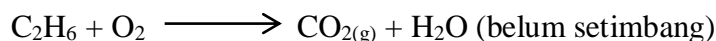
a, b, c, d adalah koefisien reaksi atau perbandingan bilangan zat dalam reaksi. Bilangan tersebut biasanya bulat dan menyatakan jumlah mol.

- Jadi perbandingan mol-mol zat dalam persamaan reaksi berbanding lurus dengan koefisiennya.
- Jika bilangan salah satu zat diketahui, maka bilangan zat-zat lainnya dalam persamaan reaksi dapat ditentukan.

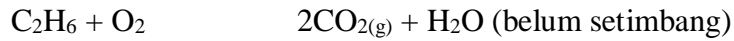
Contoh :



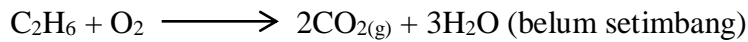
Contoh :



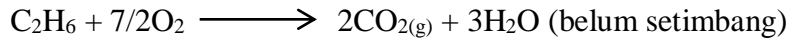
mulai dengan atom C, pereaksi di kiri dan hasil reaksi di kanan jumlah atom harus sama 2 atom C di kiri berarti koefisien 2 harus di depan CO_2 .



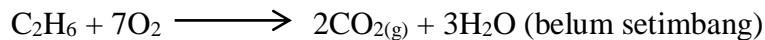
kemudian atom H, 6 atom H pada C_2H_6 maka koefisien H_2O harus 3.



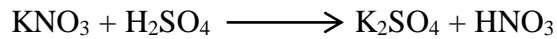
jumlah atom O sebelah kanan 7, berarti sebelah kiri ada $7/2 \text{ O}_2$.



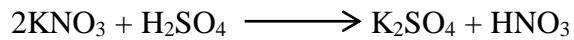
Reaksi ini sudah setimbang, tetapi koefisien masih ada yang berbentuk pecahan untuk menghilangkan koefisien pecahan harus dikalikan 2.



Contoh :



mulai atom K dengan 2 atom disebelah kanan, maka koefisien KNO_3 harus 2



2KNO_3 berarti 2 atom NO_3 disebelah kiri, HNO_3 harus mempunyai koefisien 2



6.2. Macam Reaksi

Dengan mengetahui beberapa sifat jenis reaksi, kita dapat menerangkan reaksi-reaksi kimia lebih mudah. Persamaan reaksi dapat ditulis apabila sudah diketahui rumus molekul zat-zat pereaksi dan hasil reaksi.

Secara umum dikenal 5 macam reaksi yaitu :

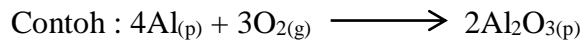
1. Reaksi Kombinasi
2. Reaksi Penguraian
3. Reaksi Pertukaran
4. Reaksi Pertukaran Berganda
5. Reaksi Netralisasi

62.1. Reaksi Kombinasi

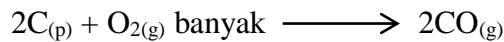
Reaksi kombinasi adalah reaksi dua atau lebih zat (baik unsur atau senyawa) yang bereaksi membentuk satu hasil reaksi.

Beberapa jenis reaksi kombinasi adalah sebagai berikut :

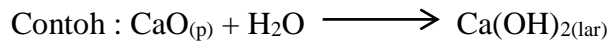
1. **Logam + bukan logam** \longrightarrow **senyawa biner** (oksida logam)



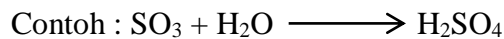
2. **Logam + Oksigen** \longrightarrow **Oksida bukan logam**



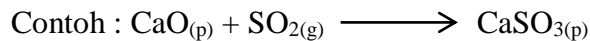
3. **Oksida logam + Air** \longrightarrow **hidroksida logam (basa)**



4. **Oksida bukan logam + Air** \longrightarrow **asam oksi**



5. **Oksida bukan logam + Oksida logam** \longrightarrow **garam**



Oksida logam adalah anhidrida basa

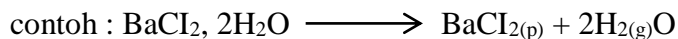
Oksida bukan logam adalah anhidrida asam

6.2.2. Reaksi Penguraian

Reaksi penguraian adalah suatu bentuk 2 atau lebih zat baru, yang hasilnya bisa unsur atau senyawa. Kadang-kadang untuk penguraian diperlukan pemanasan. Umumnya merupakan reaksi khusus.

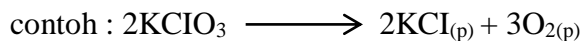
1. Hidrat

dipanaskan terurai menghasilkan air dan garam anhidrat



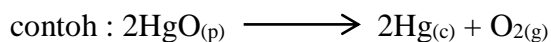
2. Klorat

dipanaskan terurai membentuk klorida dan gas oksigen



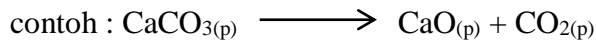
3. Beberapa Oksida Logam

terurai bila dipanaskan membentuk logam bebas dan gas oksigen



4. Beberapa Karbonat

bila dipanaskan terurai membentuk oksida dan karbondioksida



5. Bikarbonat

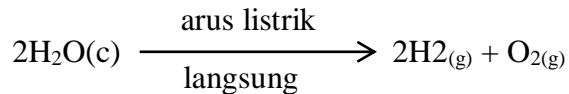
kebanyakan bila dipanaskan membentuk suatu oksida, air dan karbondioksida



Karbonat golongan IA dipanaskan menghasilkan karbonat, karbondioksida dan air

6. Air

akan terurai menjadi gas Hidrogen dan gas Oksigen bila langsung dialiri listrik



6.2.3. Reaksi Pertukaran

Kebanyakan dari jenis reaksi salah satu pereaksinya adalah logam yang akan menggantikan ion logam lain dari larutan.

Logam yang menggantikan harus lebih aktif dari logam yang digantikan.

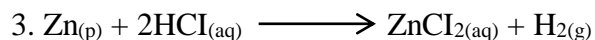
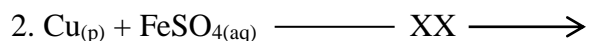
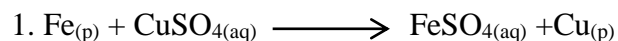
Deret keaktifan logam disebut **deret volta**.

Li K Ba Ca Na Mg Al Zn Fe Cd Ni Sn Pb (H) Au

Susunan ini makin kekanan reaksinya kurng aktif.

Logam yang terletak disebelah kiri H dapat bereaksi dengan asam kuat encer menghasilkan gas Hidrogen.

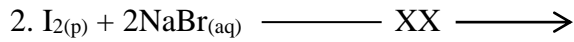
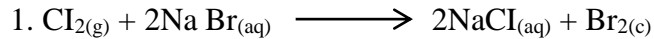
Contoh :



Reaksi pertukaran dapat terjadi juga pada deret bukan logam, misalnya **deret halogen F**

Cl Br I

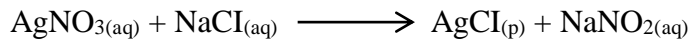
Contoh :



6.2.4. Reaksi Pertukaran Rangkap

Reaksi pertukaran rangkap adalah suatu reaksi dimana terjadi pertukaran antara dua pereaksi.

Contoh :

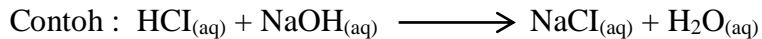


NO_3 dan Cl ditukar tempatnya sehingga NO_3 bergabung dengan Na^+ dan Cl bergabung dengan Ag^+ membentuk AgCl yang tidak larut.

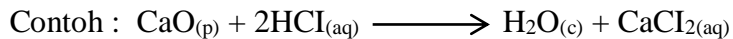
6.2.5. Reaksi Netralisasi

Reaksi netralisasi terjadi pada suatu asam atau oksida asam bereaksi dengan basa atau oksida basa membentuk garam dan air. Bila tidak terbentuk air maka reaksinya antara oksida asam dan oksida basa (= reaksi penggabungan). Macam reaksi netralisasi :

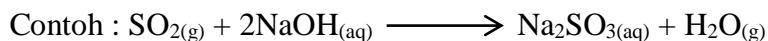
1. Asam + basa \longrightarrow garam + air



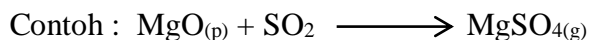
2. Oksida logam + asam \longrightarrow garam + air



3. Oksida bukan logam + basa \longrightarrow garam + air



4. Oksida asam + oksida basa \longrightarrow garam

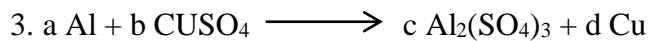
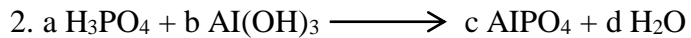
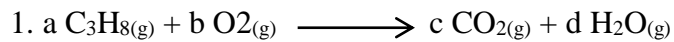


5. Amonia + asam \longrightarrow garam amonia

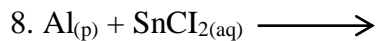
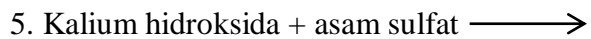
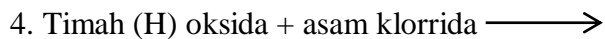
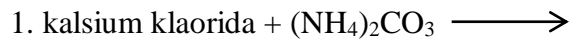


Latihan :

1. Tentukan koefisien reaksi a, b, c, d pada reaksi berikut :



2. Selesaikan reaksi-reaksi berikut dan buatlah setimbang :



BAB VII

STOIKHIOMETRI DAN HUKUM DASAR ILMU KIMIA

TUJUAN INSTRUKSIONAL

Diharapkan agar mahasiswa memahami dan mengerti tentang Stoikiometri dan Hukum dasar ilmu kimia, apa yang dimaksud dengan konsep mol, massa rumus dan apa itu massa molekul. Apa yang dinamakan rumus Empiris dan apa yang dinamakan rumus molekul, bagaimana reaksi kimia yang terjadi dan apa hubungannya dengan Hukum Avogadro, Hukum Lavoisier dan lain lainnya.

7.1. Konsep Mol

Ukuran atom sangat kecil, sehingga massa yang sebenarnya sukar sekali ditentukan, begitu juga dengan molekul. Oleh karena itu tidak mungkin satu atom atau satu molekul suatu senyawa ditimbang dengan timbangan yang ada dilaboratorium. Untuk memudahkan tugas dilaboratorium dibuatlah konsep mol.

Satu mol suatu zat adalah banyaknya zat yang mengandung N partikel, atom molekul atau ion atau pun gabungan partikel-partikel yang dinyatakan dalam rumus kimia. N adalah tetapan Avogadro yang besarnya adalah 6.023×10^{23} .

Contoh :

1 mol unsur aluminium (Al) mengandung = 6.023×10^{23} atom

0,5 mol senyawa besi (II) sulfida (FeS) mengandung = $0,5 \times 6.023 \times 10^{23}$ molekul

7.2. Massa Atom (Ar)

Seperti telah dibicarakan sebelumnya, bahwa atom itu sangat kecil sehingga massa atom sebenarnya sukar sekali ditentukan. Dengan cara membandingkan dengan atom lain, maka massa atom suatu unsur dapat ditentukan. Jafi massa atom relatif (Ar) adalah massa sebuah atom yang dibandingkan dengan massa sebuah atom standar. Mula-mula massa atom standar adalah $H = 1$, kemudian diganti oleh $O = 16$. Dengan cara ini ternyata ada perbedaan antara massa atom secara fisika dan secara kimia, maka diambil massa atom standar baru, yaitu $C = 12$, sehingga massa atom relatif secara fisika sama dengan massa atom secara kimia.

$$Ar \text{ unsur } M = \frac{\text{massa 1 atom } M \text{ sma}}{\frac{1}{12} \times \text{massa 1 atom } C \text{ sma}}$$

Contoh :

Massa 1 atom unsur AI = 27 sma, sedangkan massa 1 atom unsur C = 12 sma

$$\text{massa atom } AI = \frac{27}{\frac{1}{12} \times 12} = 27$$

banayaknya gram unsur itu yang sesuai dengan massa atomnya dinyatakan dengan 1 mol. Jadi 1

$$\text{mol A} = \frac{\text{Ar A gram}}{\text{Ar}}$$

7.3. Massa Rumus (Mr) dan Massa Molekul

Massa molekul adalah massa 1 molekul senyawa itu dibagi oleh $\frac{1}{12}$ x massa satu atom C.

$$\text{Massa molekul } A = \frac{\text{massa 1 molekul } A}{\frac{1}{12} \times \text{massa 1 atom } C}$$

Cara menghitung Mr adalah :

- Kalikan banyaknya atom-aton unsur penyusun senyawa dengan massa atom masing-masing unsur tersebut
- Jumlahkan seluruh hasil perkalian diatas

Contoh :

$$\text{Mr H}_2\text{O} = 2 \times 1 + 1 \times 16 = 18$$

$$\text{Mr CaCl}_2 = 1 \times 40 + 2 \times 35,5 = 111$$

Banyaknya massa rumus atau massa molekul yang dinyatakan dengan gram disebut 1 mol. Jadi 1

$$\text{mol A} = \frac{\text{Mr A gram}}{\text{Mr}}$$

7.4. Rumus Empiris dan Rumus Molekul

Rumus Empiris

Rumus Empiris suatu senyawa adalah rumus yang menyatakan perbandingan terkecil atom-atom unsur penyusun molekul senyawa tersebut. (Said : 87)

Cara menentukan rumus empiris adalah :

- Buat perbandingan massa atau prosentase massa dari masing-masing unsur penyusun senyawa

- Buat perbandingan mol dari masing-masing unsur penyusun senyawa, dengan cara membagi angka-angka perbandingan massa (persentase massa) dengan Ar (massa atom) masing-masing unsur.

Contoh :

Suatu senyawa mengandung 48 gram karbon, 12 gram hidrogen dan 32 gram oksigen ($C = 12$, $H = 1$, $O = 16$). Tentukan rumus empiris senyawa tersebut!

Penyelesaian :

Perbandingan massa $C : H : O = 48 : 12 : 32$

Perbandingan mol $C : H : O = 48/12 : 12/1 : 32/16 = 4 : 12 : 2 = 2 : 6 : 1$

Jadi, rumus empiris senyawa tersebut adalah : C_2H_6O

Rumus Molekul

Rumus Molekul suatu senyawa adalah rumus yang menyatakan jumlah atom-atom unsur penyusun satu molekul senyawa tersebut. Kadang-kadang rumus molekul dan rumus empiris sama, tetapi pada umumnya tidak sama.

Cara menentukan rumus molekul suatu senyawa adalah :

- Tentukan rumus empiris senyawa
- Hitung massa rumus (M_r) dari rumus empiris senyawa
- Hitung kelipatan (n) dengan cara membagi massa rumus senyawa (M_r) dengan massa rumus empiris
- Kalikan rumus empiris dengan harga n (yang merupakan kelipatan)

Contoh :

Suatu gas dengan rumus empiris CH_2 mempunyai $M_r = 70$. Tentukan rumus molekul senyawa?

Penyelesaian :

Rumus empiris CH_2

M_r rumus empiris = $1 \times 12 + 2 \times 1 = 14$

M_r senyawa tersebut = 70

$N = 70/14 = 5$

Jadi rumus molekul senyawa adalah $(CH_2)_5 = C_5H_{10}$

7.5. Reaksi Kimia

Reaksi kimia terjadi karena adanya pemutusan ikatan di antara atom-atom pembentuk senyawa dan pembentukan ikatan baru dengan atom lainnya.

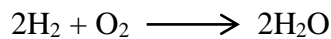
Penyetaraan Reaksi Kimia

Reaksi kimia harus dalam keadaan setara, artinya jumlah atom unsur diruas kiri harus sama dengan ruas kanan.

Jika reaksi kimia belum setara harus disertakan lebih dahulu agar sesuai dengan hukum-hukum dasar kimia. Penyetaraan reaksi ada 2 cara :

- Secara langsung, jika reaksinya sederhana

Contoh :



Atom O diruas kiri ada 2, sedangkan diruas kanan hanya ada 1

Ruas kanan dikalikan dengan 2, diletakkan di depan H_2O

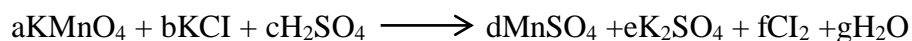
Sekarang jumlah atom H diruas kiri ada 2, sedangkan diruas kanan ada 4.

Ruas kiri dikalikan dengan 2, diletakkan di depan H_2 .

Ruas kiri dan kanan sudah setara.

- Cara aljabar, jika reaksinya rumit

Contoh :



Persamaan reaksi diatas sukar disetarakan secara langsung. Oleh karena itu digunakan cara aljabar, yaitu :

- Beri huruf-huruf didepan senyawa-senyawa yang bereaksi
- Lihat masing-masing unsur

	Kanan	Kiri	
Unsur K	: a + b	= 2e	Pers. 1)
Unsur Mn	: a	= d	Pers. 2)
Unsur O	: 4a + 4c	= 4d + 4e + g	Pers. 3)
Unsur Cl	: b	= 2f	Pers. 4)
Unsur S	: c	= d + e	Pers. 5)
Unsur H	: 2c	= 2g	Pers. 6)

- Ambil salah satu parameter = 1, yaitu $a = 1$, maka persamaan 2 menjadi : $d = a = 1$.
- Lihat persamaan 6) : $2c = 2g$ berarti $c = g$
Jadi persamaan 5) dapat ditulis : $g = d + e = 1 + e$

- Lihat persamaan 3) :

$$4a + 4c = 4d + 4e + g$$

$$(4 \times 1) + 4(1 + e) = (4 \times 1) + 4e + (1 + e)$$

$$4 + 4 + 4e = 4 + 4e + 1 + e$$

$$8 - 5 = 5e - 4e$$

$$3 = e$$

- Persamaan 1) menjadi :

$$a + b = 2e$$

$$1 + b = 2 \times 3$$

$$b = 6 - 1 = 5$$

- Persamaan 5) menjadi :

$$c = d + e$$

$$c = 1 + 3 = 4$$

- Persamaan 4) menjadi :

$$b = 2f$$

$$5 = 2f$$

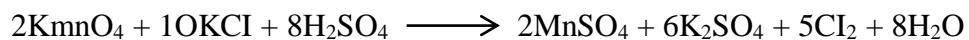
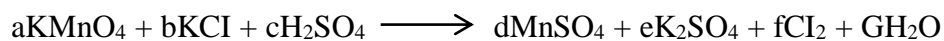
$$f = 2,5$$

- Persamaan 6) menjadi :

$$2c = 2g$$

$$c = g = 4$$

- Huruf-huruf dalam persamaan reaksi diganti dengan angka yang didapat, maka persamaan reaksi menjadi :



7.6. Hukum- Dasar Ilmu Kimia

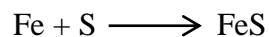
Hukum kekekalan massa (Lavoiser)

Dari percobaan yang dilakukan oleh Lavoiser diperoleh kesimpulan, bahwa massa zat sebelum dan sesudah reaksi adalah sama. Dalam setiap reaksi, zat-zat hanya berubah susunannya, sedangkan banyaknya zat tetap. (A.Haris Watoni : 35)

Contoh :

1. Besi (Fe) ditimbang sejumlah 56 gram kemudian, diteaksikan dengan 32 gram belerang (S). Berapa gram FeS yang dihasilkan, bila Ar Fe = 56, S = 32?

Penyelesaian :



1 mol Fe ekuivalen dengan 1 mol S, ekuivalen dengan 1 mol FeS

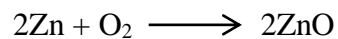
$$56 \text{ gram Fe} = 56/56 \text{ mol} = 1 \text{ mol}$$

$$32 \text{ gram S} = 32/32 \text{ mol} = 1 \text{ mol}$$

Jadi, 1 mol FeS yang terbentuk = 88 gram

2. Dalam reaksi pembakaran seng (Zn), Zn yang dibakar sebanyak 100 gram. Berapa gram ZnO yang dihasilkan, bila Ar Zn = 65, O = 16?

Penyelesaian :



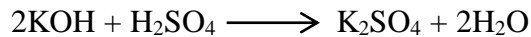
2 mol ZnO ekuivalen dengan 1 mol O₂ ekuivalen dengan 2 mol ZnO

$$100 \text{ gram Zn} = 100/65 \text{ mol} = 1,5385 \text{ mol}$$

1,5385 mol Zn ekuivalen dengan 1.5385 mol ZnO

Jadi, berat ZnO yang terbentuk = 1,5385 x 81 gram = 124,61 gram

3. Berapa gram Kalium hidroksida yang dibuthkan supaya dapat beraksi sempurna dengan 9,8 gram asam sulfat dan berapa gram kalium sulfat yang terjadi dari reaksi tersebut?

Penyelesaian :

2 mol KOH ekuivalen dengan 1 mol H₂SO₄ ekuivalen dengan 1 mol K₂SO₄

9,8 gram H₂SO₄ = 9,8/98 mol = 0,1 mol H₂SO₄

Sehingga 0,1 mol H₂SO₄ ekuivalen dengan 0,2 mol KOH

KOH yang dibutuhkan = 0,2 x 56 gram = 11,2 gram

0,1 mol H₂SO₄ ekuivalen dengan 0,1 mol K₂SO₄

Jadi, K₂SO₄ yang terjadi = 0,1 x 174 gram = 17,4 gram

Hukum perbandingan tetap (proust)

Proust menemukan, bahwa perbandingan massa unsur-unsur penyusun suatu senyawa selalu tetap.

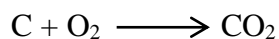
Contoh :

Dalam senyawa FeO, perbandingan unsur Fe : O = 56 : 16 = 7 : 2

Dalam senyawa H₂O, perbandingan unsur H : O = 2 : 16 = 1 : 8

Contoh Soal :

1. Karbon sebanyak 20 geram direaksikan dengan 10 gram oksigen, menghasilkan gas CO₂. Jika perbandingan C : O = 3 : 8. Hitunglah massa gas CO₂ yang terbentuk dan massa zat yang tersisa!

Penyelesaian :

Perbandingan massa C : O dalam senyawa CO₂ = 12 : 32 = 3 : 8. Jika C yang habis bereaksi yaitu 20 gra, maka O₂ yang diperlukan sebanyak = 83/3 x 20 gram = 53,3 gram.

Hal ini tidak mungkin, karena oksigen yang ada hanya 10 gram. Kemudian, jika O₂ yang habis bereaksi 10 gram, maka C yang diperlukan = 3/8 x 10 gram = 3,75 gram.

Hal ini mungkin, karena C yang ada 20 gram, berarti masih ada C yang tersisa = 20 gram – 3,75 gram = 16,25 gram.

CO₂ yang dihasilkan = 10 gram + 3,75 gram = 13,75 gram

Massa zat sebelum reaksi sebelum reaksi = massa CO₂ + massa C yang tersisa

Massa C + massa O₂ = massa CO₂ + massa C yang tersisa

20 gram C + 10 gram O₂ = 13,75 gram CO₂ + 16,25 gram C yang tersisa

2. Berapa kadar Fe dan S yang terdapat di dalam 132 gram FeS, bila Ar Fe = 56 dan S = 32?

Penyelesaian :

Kadar Fe = Fe/FeS x berat FeS

$$= 56/(56 + 32) \times 132 \text{ gram} = 84 \text{ gram}$$

Kadar Fe dalam % = $84/132 \times 100\% = 63,33\%$

Hukum kelipatan perbandingan (Dalton)

Jika 2 unsur membentuk 2 senyawa atau lebih, untuk massa salah satu unsur yang sama banyaknya, maka perbandingan massa unsur yang kedua dalam senyawa-senyawa itu merupakan bilangan yang mudah dan bulat. (A.Haris Watoni : 36)

Contoh :

1. Nitrogen dan oksigen membentuk dua macam senyawa

Senyawa I mengandung N = 63,7%

Senyawa II mengandung N = 46,7%

Penyelesaian :

Pada senyawa I, perbandingan N : O = 63,7 : 36,3 = 1 : 0,57

Pada senyawa II, perbandingan N : O = 46,7 : 53,3 = 1 : 1,14

Perbandingan O pada senyawa I : senyawa II = 0,57 : 1,14 = 1 : 2 (merupakan bilangan bulat dan mudah).

2. Dua senyawa dari unsur A dan B mempunyai komposisi sebagai berikut :

Senyawa	Massa A (gram)	Massa B (gram)
I	1,188	0,711
II	0,396	0,474

Tunjukkan dengan perhitungan bahwa kedua senyawa tersebut sesuai dengan hukum Dalton!

Penyelesaian :

$$\text{Massa } A_I : \text{massa } B_I = (1,188 : 0,711) \times (2)$$

$$\text{Massa } A_{II} : \text{massa } B_{II} = (0,396 : 0,474) \times (3)$$

Syarat perbandingan berganda adalah salah satu massanya tetap.

$$mA_I : mB_I = 2,376 : 1,422$$

$$mA_{II} : mB_{II} = 1,188 : 1,422$$

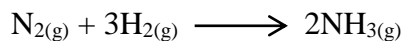
$$\text{Maka } mA_I : mA_{II} = 2,376 : 1,188 = 2 : 1$$

Jadi, kedua senyawa tersebut diatas adalah sesuai dengan hukum Dalton.

Hukum perbandingan volume (Gay-Lussac)

Hasil percobaan yang dilakukan oleh Gay-Lussac menunjukkan, bahwa volum gas yang bereaksi dan volum gas hasil reaksi yang diukur pada temperatur dan tekanan tertentu berbanding sebagai bilangan bulat dan mudah. Hal ini berarti, bahwa perbandingan volum gas yang terlibat dalam suatu reaksi sesuai dengan koefisien reaksi masing-masing gas tersebut. (A.Haris Watoni : 37)

Contoh :



Perbandingan koefisien reaksinya adalah

$$N_2 : H_2 : NH_3 = 1 : 3 : 2$$

maka, perbandingan volum gas adalah $N_2 : H_2 : NH_2 = 1 : 3 : 2$

Jadi, jika volume salah satu gas tidak diketahui, dapat dihitung menggunakan koefisien reaksi.

Hukum Avogadro (Sukardjo : 13)

Avogadro melakukan percobaan yang sejalan dengan Gay-Lussac, hasilnya adalah gas yang volumenya sama, jika diukur pada temperatur dan tekanan sama akan mengandung jumlah molekul yang sama pula. Hal ini berarti juga, bahwa gas yang volumenya sama mempunyai jumlah mol yang sama pula.

7.7.Volume gas pada keadaan standar

Menurut perjanjian, yang ditetapkan sebagai keadaan standar gas adalah temperatur °C dan tekanan 1 atmosfer. Dari percobaan diperoleh, 1 liter O₂ pada temperatur 0°C dan tekanan 1

atmosfer = 1,429 gram. Volum 1 gram. Volum 1 gram $O_2 = 1/1,429$ liter. Karena massa 1 mol $O_2 = 32$ gram, maka 1 mol $O_2 = 32/1,429$ liter = 22,4 liter. Bila gas diukur tidak dalam keadaan standar, maka dipergunakan hukum Boyle Gay-Lussac.

$$\frac{P V}{T} = \text{konstan atau tetap}$$

1 mol gas pada 0°C (273°K), 1 atmosfer, mempunyai volum 22,4 L, maka

$$\frac{P V}{T} = \frac{1 \times 12 \times 22,4}{273} = 0,082 \text{ liter atm/K mol}$$

0,082 disebut tetapan gas dengan notasi R

$$\text{Jadi, } \frac{P V}{T} = R$$

Untuk n mol gas berlaku : $P V = n R T$

Keterangan :

P = tekanan gas (atm)

V = volum gas (liter)

n = jumlah mol gas

R = tetapan gas = 0,08205 L atm/K mol

T = suhu mutalk (K)

Dari rumus diatas dihitung volum 1 mol gas pada keadaan standar (temperatur 273 K dan tekanan 1 atm)

$$P V = n R T$$

$$1 \times v = 1 (0,08205 (273))$$

$$V = 22,4 \text{ liter}$$

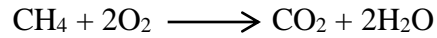
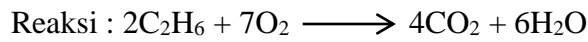
Hasilnya, volum 1 mol setiap gas pada keadaan standar adalah 22,4 liter. Dengan demikian, berlaku hubungan antara mol gas dan volumenya, yaitu :

$$\text{Volume gas} = \text{mol gas} \times 22,4 \text{ liter}$$

Contoh soal :

1. Suatu campuran etana (C_2H_6) dan metana (CH_4) bervolum 15 liter disenyawakan dengan 50 liter oksigen sehingga reaksinya berlangsung sempurna. Berapa volume etana dan metana pada campuran tersebut?

Penyelesaian :



Misalnya :

Volum C_2H_6 yang bereaksi adalah x liter

Volume CH_4 yang bereaksi adalah $(15-x)$ liter

Maka O_2 yang dibutuhkan :

$$7/2 x + 2(15-x) = 50$$

$$7/2 x + 30 - 2x = 50$$

$$7/2 x - 2x = 50 - 30$$

$$1.5 x = 20$$

$$x = 13,33$$

jadi, volum C_2H_6 yang bereaksi = 13,33 liter dan volum CH_4 yang bereaksi = $(15 - 13,33)$ liter = 1,67 liter.

2. Massa suatu senyawa adalah 24 gram, dibakar sempurna, menghasilkan 44 gram CO_2 dan 27 gram H_2O ($\text{C} = 12$, $\text{H} = 1$, $\text{O} = 16$). Bagaimana rumus senyawa tersebut?

Penyelesaian :

Massa karbon pada senyawa $\text{CO}_2 = 12/44 \times 44 \text{ gram} = 12 \text{ gram}$

Massa hidrogen pada senyawa $\text{H}_2\text{O} = 2/18 \times 27 \text{ gram} = 3 \text{ gram}$

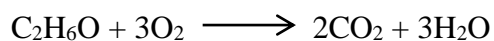
Massa oksigen pada senyawa = $23 \text{ gram} - (12 + 3) \text{ gram} = 8 \text{ gram}$

Perbandingan massa $\text{C} : \text{H} : \text{O} = 12 : 3 : 8$

Perbandingan mol $\text{C} : \text{H} : \text{O} = 12/12 : 3/1 : 8/16 = 1 : 3 : 0,5 = 2 : 6 : 1$

Jadi, senyawa tersebut adalah $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$

Reaksi kimianya :



3. Untuk menentukan air kristal natrium fosfat normal, ($\text{Na}_3 \text{PO}_4 \cdot x \text{H}_2\text{O}$) 38 gram garam tersebut dipanaskan sehingga air kristal semuanya menguap. Sesudah pemanasan beratnya menjadi 16,4 gram. Berapa banyak air kristal yang terkandung didalam natrium fosfat normal itu? ($\text{Na} = 23, \text{P} = 31, \text{O} = 16, \text{H} = 1$)

Penyelesaian :

Massa natrium fosfat = 16,4 gram (setelah airnya menguap)

Massa H_2O = $38 - 16,4$ gram = 21,6 gram

Mol Na_3PO_4 : mol H_2O = $16,4/164$: $21,6/18$

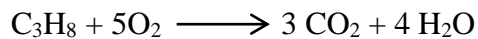
Mol $\text{Na}_3 \text{PO}_4$: mol H_2O = 0,1 : 1,2

Mol $\text{Na}_3 \text{PO}_4$: mol H_2O = 1 : 12

Jadi, banyaknya air kristal = 12 mol atau rumusnya menjadi $\text{Na}_3 \text{PO}_4 : 12 \text{H}_2\text{O}$

4. Pada temperatur 120°C , 2 liter propana (C_3H_8) dibakar sempurna. Berapa volume gas sesudah pembakaran?

Penyelesaian :



CO_2 yang dihasilkan = $3/1 \times 2$ liter = 6 liter

H_2O yang dihasilkan = $4/1 \times 2$ liter = 8 liter

Jadi, volume gas sesudah pembakaran = $(8 + 6)$ liter = 14 liter

Pertanyaan :

1. Apa yang dimaksud dengan
 - a. kosep mol
 - b. massa atom relatif (A_r)
 - c. massa rumus relatif (M_r)
 - d. volum standar?
2. Jika 11,6 gram $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot x \text{H}_2\text{O}$ dipanaskan, akan terbentuk Na_2SO_4 sebanyak 7,1 gram ($M_r \text{Na}_2\text{SO}_4 = 142, M_r \text{H}_2\text{O} = 18$). Berapa jumlah molekul air kristal (x) yang terkandung dalam senyawa tersebut?

3. Campuran serbuk besi dan seng mempunyai berat 17,7 gram. Ketika besi direaksikan dengan asam klorida, terbentuk gas hidrogen sebanyak 7,5 liter pada keadaan temperatur dan tekanan yang membuat berat 1 liter hidrogen 0,08 gram. Carilah susunan campuran ini, bila Ar Fe = 56, Zn = 65!

Tugas :

Kerjakan soal berikut dengan jelas dan singkat!

1. Reaksi pembakaran sempurna pada pirit. (FeS_2) adalah sebagai berikut :
$$2 \text{FeS}_2 + a \text{O}_2 \longrightarrow 2 \text{FeO} + b \text{SO}_2$$

Tentukanlah harga a dan b!
2. Bila ferri klorida direaksikan dengan kalium yodida akan teroksidasi, kalium klorida dan yod. Jika jumlah ferri klorida yang bereaksi 75 gram, hitung :
 - a. berapa gram kalium yodida yang diperlukan?
 - b. berapa gram massa senyawa yang terbentuk?

BAB VIII

L A R U T A N

TUJUAN INSTRUKSIONAL

Diharapkan agar mahasiswa dapat memahami dan mengerti tentang apa itu larutan kimia. Ada yang disebut larutan Elektrolit dan ada juga disebut larutan Non Elektrolit. Bagaimana cara membedakan antara larutan elektrolit dengan larutan Non elektrolit. Apa yang dimaksud dengan konsentrasi larutan, apa yang dimaksud dengan pelarut dan apa juga zat yang dilarutkan.

8.1. Konsentrasi Larutan (Sukardjo : 139)

Konsentrasi Larutan adalah banyaknya zat terlarut (solut) didalam suatu larutan. Larutan disebut encer bila konsentrasinya kecil, sedangkan larutan pekat bila konsentrasinya tinggi.

Cara menghitung konsentrasi, suatu larutan ada dua, yaitu :

1 Konsentrasi sebagai pembandingan banyaknya zat terlarut terhadap banyaknya pelarut.

Konsentrasinya = n/m , bila n adalah banyaknya zat terlarut, dan m adalah banyaknya pelarut.

2 Konsentrasi sebagai pembandingan banyaknya zat terlarut terhadap banyaknya larutan.

Konsentrasinya = $n/(n + m)$

Konsentrasi larutan dapat dinyatakan dengan berbagai satuan, yaitu :

3 Persen berat

4 Molaritas

5 Molalitas

6 Normalitas

Persen berat (%-b)

Persen berat adalah banyaknya gram zat terlarut didalam 100 gram larutan.

Contoh :

Suatu logam paduan (*alloy*) tembaga dan aluminium mengandung 65,6 gram CU dan 423,1 gram Al. Hitunglah persen berat komponen masing-masing!

Penyelesaian :

Logam campuran dapat diasumsikan sebuah larutan padat.

$$\% \text{-b Cu} = \text{berat Cu/berat (Cu + Al)}$$

$$= 65,6 \text{ gram Cu}/(65,6 + 423,1) \text{ gram} \times 100\% = 13,4\%$$

$$\% \text{-b Al} = \text{berat Al/berat (Cu + Al)}$$

$$= 423,1 \text{ gram Al}/(65,6 + 423,1) \text{ gram} \times 100\% = 86,6\%$$

Molaritas (M)

Molaritas adalah banyaknya mol zat terlarut dalam satu liter larutan. (Unggul Sudarmo :6)

Contoh :

1. Dalam 2 liter larutan perak nitrat terdapat 34 gram AgNO_3 . Berapa molaritas larutan tersebut bila Ar Ag = 108, N = 14, O = 16?

Penyelesaian :

$$34 \text{ gram AgNO}_3 = 34/170 = 0,2 \text{ mol}$$

$$\text{Molaritas larutan AgNO}_3 = 0,2 \text{ mol}/2 \text{ L} = 0,1 \text{ M}$$

2. Berapa gram FeCl_3 diperlukan untuk membuat 150 mL larutan FeCl_3 0,5 M, bila Ar Fe = 56, Cl = 35,5?

Penyelesaian :

$$0,5 \text{ M FeCl}_3 = 0,5 \text{ mol dalam } 1,0 \text{ liter larutan}$$

Dalam 150 ml larutan FeCl_3 terdapat

$$= 150/1000 \times 0,5 \text{ mol} = 0,075 \text{ mol FeCl}_3 = 12,1875 \text{ gram FeCl}_3$$

Jadi, FeCl_3 yang diperlukan = 12,1875 gram

Molalitas (m)

Molalitas adalah banyaknya mol zat terlarut dalam 1000 gram pelarut.

Contoh :

1. Bagaimana cara membuat larutan CuSO_4 0,5 m garam $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, bila ArCu = 63,5, S = 32, O = 16?

Penyelesaian :

$$0,5 \text{ m CuSO}_4 = 0,5 \text{ mol CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}/1000 \text{ gram air}$$

$$= 0,5 \times 249,5 \text{ gram}/1 \text{ Kg air} = 124,75 \text{ gram}/1 \text{ Kg air}$$

Jadi cara membuat larutan CuSO_4 0,5 molal adalah menimbang 124,79 gram $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ dimasukkan dalam 1 liter air (= berat jenis air = 1 kg/m^3)

2. Berapa molalitas larutan NaOH, bila 20 gram Naoh ditambah 150 ml air. Ar Na = 23, O = 16, H = 1

Penyelesaian :

$$20 \text{ gram NaOH} = 20/40 \text{ mol NaOH} = 0,5 \text{ mol NaOH}$$

$$\text{Konsentrasi larutan NaOH} = 0,5 \text{ mol}/150 \text{ mL} = 0,5 \text{ mol}/0,150 \text{ L} = 3,333 \text{ molal}$$

Normalitas (N)

Normalitas adalah banyaknya ekuivalen zat terlarut dalam satu liter larutan.

Contoh :

1. Berapa normalitas larutan HNO_3 yang terbuat dari 31,5 gram HNO_3 yang ditambah air, sehingga menjadi 500 mL larutan, bila Ar H = 1, N = 14, O = 16?

Penyelesaian :

$$31,5 \text{ gram HNO}_3 = 31,5/63 \text{ mol HNO}_3 = 0,5 \text{ mol HNO}_3$$

$$\text{Konsentrasi larutan HNO}_3 = 0,5 \text{ mol}/500 \text{ ml} = 0,5 \text{ mol}/0,5 \text{ L} = 1 \text{ N}$$

2. Berapa gram NaOH dibutuhkan untuk membuat 100 ml larutan NaOH 2 N, bila Ar Na = 23, O = 16, H = 1?

Penyelesaian :

NaOH 2 N = 2 ek NaOH dalam 1 liter larutan

$$1 \text{ ek} = (1/\text{valensi}) \text{ mol}$$

NaOH 2 N = 2 ek NaOH dalam 1 liter larutan, sehingga dalam 100 ml terdapat 0,2 mol NaOH

$$0,2 \text{ mol NaOH} = 0,2 \times 40 \text{ gram NaOH} = 8 \text{ gram NaOH}$$

Jadi, NaOH yang dibutuhkan = 8 gram

Pengenceran

Pengenceran adalah memperkecil konsentrasi dengan menambahkan lebih banyak pelarut. Pada pengenceran, jumlah mol zat terlarut tidak berubah, yang berubah hanya jumlah pelarutnya. Bila ingin mengencerkan suatu larutan, maka dapat menggunakan persamaan :

$$\text{Larutan mula-mula} \quad n_1 = V_1 \cdot M_1$$

$$\text{Setelah pengenceran} \quad n_2 = V_2 \cdot M_2$$

$$n_1 = n_2, \quad \text{maka } M_1 \cdot V_1 = M_2 \cdot V_2$$

M = konsentrasi

V = volum

8.2. Larutan Elektrolit (A.Haris W : 257)

Larutan Elektrolit adalah larutan yang dapat menghantarkan listrik. Larutan asam basa, dan garam merupakan larutan elektrolit, karena dapat menghantarkan listrik. Larutan elektrolit menunjukkan sifat koligatif yang lebih besar dari pada larutan non elektrolit.

Daya Hantar Listrik Elektrolit

Menurut teori ion Arrhenius, larutan elektrolit, di dalam air, dapat terurai menjadi ion positif (kation) dan ion negatif (anion). Ion-ion inilah yang dapat menghantarkan listrik. Elektrolit kuat menghasilkan ion-ion yang jauh lebih banyak dari pada elektrolit lemah, sehingga daya hantar listriknya dapat baik. Peristiwa terurai zat menjadi ion positif dan ion negative disebut ionisasi.

Untuk menyatakan banyaknya zat yang terionisasi dinyatakan dengan derajat ionisasi (α) .

$$\text{Derajat ionisasi} \quad (\alpha) = \frac{\text{Banyaknya Zat yang terionisasi}}{\text{Banyaknya Zat yang terionisasi}}$$

Sehingga, bila $(\alpha) = 1$, zat terionisasi sempurna

$$(\alpha) = 0, \text{ zat tidak terionisasi}$$

$$0 < (\alpha) < 1, \text{ zat terionisasi sebagian}$$

Perbedaan kekuatan elektrolit ditunjukkan dengan percobaan yang menggunakan lampu yang dicelupkan pada asam kuat, asa, lemah dan garam. Elektrolit kuat adalah elektrolit yang didalam larutan menghasilkan ion yang banyak, sehingga daya hantar listriknya sangat baik.

Bila lampu dicelupkan pada elektrolit kuat, maka lampu menyala. Elektrolit kuat mempunyai harga (α) mendekati satu.

Contoh Elektrolit Kuat :

Asam kuat : HCl, HBr, H₂SO₄, HNO₃

Basa kuat : KOH, NaOH, Ba(OH)₂, Ca(OH)₂, AgOH

Garam, hampir semua garam mempunyai daya hantar listrik besar.

Elektrolit lemah adalah elektrolit yang didalam larutan menghasilkan ion sedikit, sehingga daya hantar listriknya kurang baik. Bila lampu dicelupkan pada elektrolit lemah, maka lampu tidak menyala. Elektrolit lemah yang mempunyai harga (α) sangat kecil.

Contoh Elektrolit Lemah :

Asam lemah : CH₃COOH, HCN, H₂S, H₂SO₃

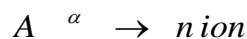
Basa lemah : NH₄OH, Al(OH)₃, Fe(OH)₃

Sifat Koligatif Larutan Elektrolit

Sifat Koligatif Larutan adalah sifat yang hanya tergantung pada banyaknya zat dan tidak tergantung pada jumlah partikel zat terlarut dalam sejumlah tertentu pelarut. Karena elektrolit terurai menjadi ion-ion, maka banyaknya partikel dalam larutan menjadi jauh lebih besar dari pada zat yang tak terionisasi (larutan non elektrolit). Jadi, semakin besar derajat ionisasinya semakin banyak ion-ionnya, berarti makin besar pula sifat-sifat koligatifnya.

Faktor pengali untuk larutan elektrolit, dapat dicari dengan cara sebagai berikut :

Mula-mula x mol zat A terurai dengan derajat ionisasi α menjadi n ion.



Banyaknya zat A mula-mula = x

Banyaknya zat yang terionisasi = αx

Banyaknya zat yang terbentuk = $n \alpha x$

Zat A sisa = $x - \alpha x$

Jumlah seluruh partikel setelah ionisasi = $(x - \alpha x) + n\alpha x = x(1 + \alpha(n-1))$

Perbandingan partikel sebelum dan sesudah reaksi : $x : X(1 + \alpha(n-1)) = 1 : (1 + \alpha(n-1))$

Harga $(1 + \alpha(n-1)) = i$, disebut faktor Van't Hoff atau faktor pangali untuk larutan elektrolit.

Beberapa sifat koligatif arutan adalah :

- 1 Kenaikan titik didih (ΔTd)
- 2 Penurunan titik beku (ΔTb)
- 3 Tekanan osmostik (π)

8.3.Kenaikan titik didih (Unggul Sudarmo : 13)

Peristiwa mendidih terjadi bila tekanan uap jenuh zat cair sama dengan tekanan udara luar. Bila tekanan udara luar 1 atmosfer (760 mm Hg), maka zat cair akan mendidih bila tekanannya mencapai 760 mm Hg. Titik didih normal dari suatu zat cair, ialah temperature zat cair bila tekanan uap jenuhnya, sama dengan 1 atmosfer.

Titik didih normal air murni adalah 100°C, karena pada temperature tersebut, tekanan uap jenuh air sama dengan 1 atmosfer. Jika ke dalam air dilarutkan CuSO_4 atau FeCl_3 , maka larutan tersebut mempunyai tekanan uap lebih rendah dari pada air murni. Untuk menaikkan tekanan agar mencapai 1 atmosfer, temperature harus dinaikkan samapi di atas 100°C. Sehingga larutan tersebut akan mendidih di atas 100°C pada tekanan 1 atmosfer. Jadi, bila ke dalam zat cair dilarutkan zat yang tak dapat menguap maka terjadi kenaikan titik didih.

Menurut *Raoult* : besar kenaikan titik didih sebanding dengan konsentrasi molal dan tidak tergantung jenis zat terlarut.

Rumus : $\Delta Td = m Kd$

ΔTd = titik didih larutan – titik didih pelarut

Kd = kenaikan titik didih molal

m = konsentrasi (molal)

Jika zat terlarut = a gram, pelarut = b gram, maka $m = (a/Mr A) \times (1000/b)$

Jadi,
$$\Delta Td = \frac{a}{MrA} \times \frac{1000}{b} \cdot Kd$$

Untuk larutan elektrolit, persamaan lengkapnya adalah :

$$\Delta Td = \frac{a}{MrA} \times \frac{1000}{b} \times Kd (1 + \alpha (n - 1))$$

Keterangan :

ΔTd = kenaikan titik didih ($^{\circ}\text{C}$)

a = massa terlarut (gram)

b = massa pelarut (gram)

Mr A = massa rumus zat terlarut Δ

Kd = kenaikan titik didih molal ($^{\circ}\text{C}/\text{molal}$)

n = banyaknya ion

α = derajat ionisasi

Kenaikan titik didih molal (Kd) untuk beberapa pelarut tercantum dalam tabel 1.1 di bawah ini.

Tabel 4
Kenaikan Titik Didih molal

Pelarut	Titik Didih ($^{\circ}\text{C}$)	Kd ($^{\circ}\text{C}/\text{mol}$)
Air	100	0,52
Benzena	80,2	2,53
Kloroform	60,2	3,63
Fenol	181,4	3,60
Etanol	78,4	1,20

Contoh :

1. Hitunglah kenaikan titik didih larutan yang dibuat dari 20 gram NaOH ditambah 600 ml air, bila Ar Na = 23, H = 1, O = 16 dan Kd air = 0,52 $^{\circ}\text{C}/\text{molal}$!

Penyelesaian :



NaOH merupakan elektrolit, sehingga mempunyai $\alpha = 1$ dan $n = 2$

$$\Delta Td = a / Mr A \times 1000 / b \times Kd (1 + \alpha (n - 1))$$

$$\Delta Td = 20 / 40 \times 1000 / 600 \times 0,52 (1 + 1 (2 - 1))$$

$$\Delta Td = 0,866 \text{ } ^{\circ}\text{C}$$

2. Berapa konsentrasi garam Kalsium klorida (CaCl_2) supaya larutan itu mempunyai titik didih $102,4^\circ\text{C}$, bila derajat ionsasi = 0,8 dan K_d air = $0,512^\circ\text{C/molal}$?

Penyelesain :



Titik didih pelarut (air) = 100°C

$$\Delta T_d = 102,4 - 100 = 2,4^\circ\text{C}, \text{ dan } n = 3$$

$$i = 1 + \alpha(n-1)$$

$$i = 1 + 0,8(3-1)$$

$$i = 2,6$$

$$T_d = i \cdot m \cdot K_d$$

$$2,4 = 2,6 \cdot m \cdot 0,512$$

$$m = 2,4 / 13,312 = 0,1803 \text{ molal}$$

Jadi, konsentrasi $\text{CaCl}_2 = 1,803 \text{ molal}$

8.4. Penurunan titik beku (Unggul Sudarmo : 17)

Pada titik beku terdapat kesetimbangan antara zat padat dengan zat cair. Hal itu berarti, bahwa zat padat maupun zat cair pada suhu itu mempunyai tekanan uap yang sama. Jika zat padat dilarutkan kedalam zat cair, maka tekanan uapnya turun sehingga suhu kesetimbangan padat-cair menjadi rendah. Jadi dengan menambahkan zat padat kedalam zat cair maka titik beku larutan tersebut akan turun.

Menurut *Raoult* besarnya penurunan titik beku sebanding dengan konsentrasi molal dan tak tergantung pada jenis zat terlarut.

Rumus : $\Delta T_b = m K_b$

Seperti pada kenaikan titik didih, maka persamaan lengkap penurunan titik beku larutan elektrolit adalah $\Delta T_b = a / Mr A \times 1000 / b \times K_b (1 + \alpha(n-1))$

Keterangan :

$$\Delta T_b = \text{penurunan titik beku } (^\circ\text{C})$$

$$\Delta T_b = \text{titik beku pelarut murni-titik beku larutan}$$

Kb = penurunan titik beku molal (°C/molal)

m = konsentrasi (molal)

Penurunan titik beku molal (Kb) untuk beberapa pelarut tercantum pada tabel 1.2 dibawah ini.

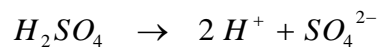
Tabel 5
Penurunan Titik Beku Molal

Pelarut	Titik Beku (°C)	Kb (°C)/mol)
Air	0,0	1,86
Benzena	5,4	5,10
Kloroform	-63,0	4,70
Fenol	42,5	7,30
Etanol	-114,0	

Contoh :

1. Suatu larutan dibuat dari 9,8 gram asam sulfat dilarutkan dengan 1000 gram air. Berapakah titik beku larutan tersebut, bila Ar H = 1, S = 32, O = 16 dan Kb air = 1,9 °C/molal ?

Penyelesaian :



H₂SO₄ elektrolit kuat maka harga $\alpha = 1, n = 3$

$$\begin{aligned}\Delta T_b &= a / Mr A \times 1000 / b \times Kb (1 + \alpha (n - 1)) \\ &= 9,8 / 98 \times 1000 / 1000 \times 1,9 (1 + 1 (3 - 1)) \\ &= 0,1 \times 1 \times 1,9 \times 3 \\ &= 0,57 \text{ } ^\circ C\end{aligned}$$

Titik beku pelarut = 0,0°C

Jadi titik beku larutan = titik beku pelarut - 0,57°C = -0,57°C

2. Berapa derajat ionisasi larutan elektrolit dari ion yang berisi 2,54 gram suatu garam dalam 150 gram air, bila titik beku larutan itu -0,4°C, Mr A = 127 dan Kb air = 1,9 °C/molal.

Penyelesaian :

$$\Delta T_b = a / Mr A \times 1000 / b \times Kb (1 + \alpha (n - 1))$$

$$0,4 = 2,54/127 \times 1000/250 \times 1,9(1 + \alpha(2 - 1))$$

$$0,4 = 0,02 \times 0,66 \times 1,9(1 + \alpha)$$

$$0,4 = 0,25(1 + \alpha)$$

$$(1 + \alpha) = \frac{0,4}{0,25} = 1,6$$

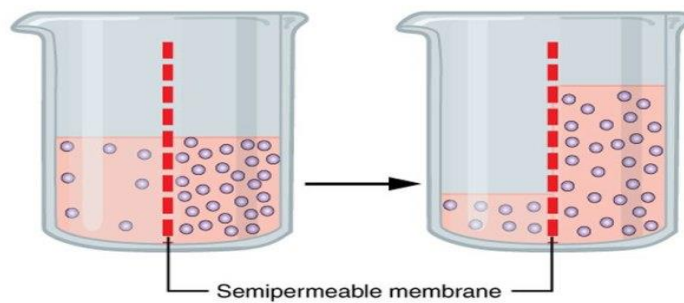
$$\alpha = 1,6 - 1 = 0,6$$

Jadi, derajat ionisasinya = 0,6.

8.5. Tekanan Osmosis (Unggul Sudarmo : 20)

Sebelum membicarakan tekanan osmosis, perlu ditinjau lebih dahulu pengertian osmosis. Osmosis adalah peristiwa Bergeraknya molekul pelarut (A), dari larutan encer ke larutan yang lebih pekat (B), melalui dinding semipermeabel (ada kecenderungan untuk menyamakan konsentrasi). Karena molekul-molekul air yang bergerak menembus dinding dari arah A lebih banyak dari pada arah B, maka permukaan cairan B akan naik, sehingga menimbulkan selisih tekanan hidrostatik. Kelebihan tekanan hidrostatik inilah yang menyebabkan tekanan osmotik.

Tekanan osmotik adalah selisih tekanan hidrostatik maksimum yang timbul karena peristiwa osmosis antara larutan dengan pelarut murni.



Gambar 3. Peristiwa Osmosis



Gambar 4. Peristiwa Tekanan Osmosis

Keterangan :

A = pelarut, misalnya air

B = larutan, misalnya larutan gula

d = dinding semipermeabel, hanya dapat ditembus oleh molekul air, tetapi tidak bisa ditembus oleh molekul gula

π = tekanan osmosis

Peristiwa osmosis juga terjadi antara dua larutan yang konsentrasinya berbeda, asal dipisahkan oleh dinding semipermeabel. Osmosis terjadi ke arah larutan yang konsentrasinya lebih tinggi. Jadi, larutan cenderung untuk mengencerkan diri makin tinggi konsentrasi larutan makin besar tekanan osmosisnya.

Menurut *Van't Hoff* : besarnya tekanan osmosis suatu larutan sama dengan tekanan gas zat terlarut, bila zat itu dianggap sebagai gas yang volume dan temperature sama dengan larutannya.

$$\pi V = n R T \quad \text{bila} \quad n/V = C$$

$$\pi = C R T$$

Persamaan lengkap untuk larutan elektrolit adalah $\pi = C R T (1 + \alpha (n-1))$

Keterangan :

π = tekanan osmose di atmosfer

C = konsentrasi larutan dalam molar

R = tetapan gas besarnya 0,082 L atm/mol K

T = temperature mutlak dalam K

Contoh :

1. Hitunglah tekanan osmotik suatu larutan elektrolit ion dengan konsentrasi 0,2 M pada temperature 27°C, bila derajat ionisasinya 0,93 !

Penyelesaian :

$$\pi = C R T (1 + \alpha (n - 1))$$

$$\pi = 0,2 \cdot 0,082 \cdot (27 + 273)(1 + 0,93(3 - 1))$$

$$\pi = 0,2 \cdot 0,082 \cdot 300 \cdot 2,86 = 14,07 \text{ atm}$$

Jadi, tekanan osmose larutan tersebut = 14,07 atmosfer

2. Bila 24,95 gram $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ dilarutkan dalam air sehingga volum larutan menjadi 300 ml, pada temperature 27°C. Berapakah tekanan osmotik larutan tersebut, bila derajat ionisasina 0,8 dan Ar Cu = 63,5, S = 32, O = 16, H = 1 ?

Penyelesaian :

maka $n = 2$ dan $C = 24,95/249,5 \times 1000/300 \text{ mol/L}$

$$C = 0,333 \text{ mol/L}$$

$$\pi = C R T (1 + \alpha (n - 1))$$

$$\pi = 0,333 \cdot 0,082 \cdot (27 + 273)(1 + 0,8(2 - 1))$$

$$\pi = 0,333 \cdot 0,082 \cdot 300 \cdot 1,8 = 14,74 \text{ atm}$$

Jadi, tekanan osmosisi larutan tersebut = 14,74 atmosfer

8.6. Larutan Non Elektrolit

Larutan Non Elektrolit adalah larutan yang tidak menghantarkan listrik, karena larutan tersebut tidak dapat mengion. Bila ditinjau derajat ionisasinya, maka larutan non elektrolit mempunyai harga nol. Msalnya larutan non elektrolit : alcohol, minyak bumi, gula, urea.

Larutan Non Elektrolit juga mempunyai sifat koligatif larutan, harganya lebih kecil dari larutan elektrolit, karena untuk larutan non elektrolit tidak dikalikan faktor *Van't Hoff*. Berapa sifat koligatif larutan non elektrolit, adalah :

- 1 Penurunan tekanan uap
- 2 Kenaikan titik didih
- 3 Penurunan titik beku
- 4 Tekanan Osmosis

8.7. Penurunan Tekanan Uap (Unggul Sudarmo : 9)

Penurunan tekanan uap terjadi bila dua zat yang sifat-sifatnya sangat berdekatan membentuk larutan yang hampir ideal, misalnya benzene dan tluenta. Menurut *Raoult* : besarnya penurunan tekanan uap relative sebanding dengan fraksi mol zat terlarut.

Persamaannya :

$$\frac{P_o - P_1}{P_o} = \frac{n_1}{n_1 + n_2}$$

Keterangan :

$\Delta P = P_o - P_1 =$ penurunan tekanan uap

$P_o =$ tekanan uap jenuh pelarut

$P_1 =$ tekanan uap jenuh larutan

$n_1 =$ mol zat terlarut

$n_2 =$ mol pelarut

Tabel 6.
Tekanan uap air murni (mm Hg)

Temperatur (°C)	Tekanan Uap
0	4,579
2	5,294
6	7,013
10	9,209
14	11,987
18	15,477
20	17,535
22	19,827
24	22,377
26	25,209
28	28,349
30	31,824
40	55,324
100	760,00

Bila larutan encer, maka n_1 nilainya sangat kecil dibandingkan dengan n_2 , sehingga $n_1/(n_1 + n_2) = n_1/n_2$.

$$\text{Maka } \frac{P_o - P_1}{P_o} = \frac{n_1}{n_2} \quad \text{atau} \quad \Delta P = \frac{n_1}{n_2} \cdot P_o$$

Jika banyaknya zat terlarut = a gram dan pelarutnya = b gram, maka persamaannya menjadi :

$$\Delta P = a / Mr A \times Mr B / b \times P_o$$

Contoh :

1. Dalam suatu percobaan, 5 gram zat A dilarutkan dalam 46 gram alcohol pada temperature 27°C, menunjukkan tekanan uap larutan 273 mmHg. Tekanan uap alcohol pada 27°C adalah 285 mmHg. Berapa massa rumus zat tersebut bila, Ar C = 12, O = 16, H = 1 ?

Penyelesaian :

$$\Delta P = 285 - 273 = 12 \text{ mmHg}$$

$$\Delta P = a / Mr A \times Mr B / b \times P_o$$

$$12 = 5 / Mr A \times 46 / 46 \times 285$$

$$12 = 5 / Mr A \times 285$$

$$Mr A = 5 \times 285 / 12 = 118,75$$

Jadi, massa rumus zat A = 118,75

2. Hitunglah penurunan tekanan uap dari 4 mol benzene dari 1 mol toluene, bila tekanan uap benzene 64,7 mmHg pada temperature 20°C !

Penyelesaian :

$$\begin{aligned}\Delta P &= n_1/n_2 \times P_o \\ &= 1/4 \times 64,7 \text{ mmHg} \\ &= 16,175 \text{ mmHg}\end{aligned}$$

Jadi, penurunan tekanan uapnya = 16,175 mmHg

8.8. Kenaikan titik didih beku (ΔT_d)

Persamaannya sama dengan kenaikan titik didih pada larutan elektrolit, tetapi tidak dikalikan faktor *Van't Hoff* yaitu :

$$\Delta T_d = a / Mr A \times 1000 / b \times K_d$$

Contoh :

1. Bila 15 gram urea $\text{CO}(\text{HN}_2)_2$ dilarutkan dalam 100 gram air. Berapakah titik didih larutan bila K_d air = 0,512 °C/molal. Ar C = 12, N = 14, O = 16, H = 1 ?

Penyelesaian :

$$\begin{aligned}\Delta T_d &= a / Mr A \times 1000 / b \times K_d \\ &= 15 / 60 \times 1000 / 100 \times 0,512 \text{ } ^\circ\text{C} \\ &= 1,28 \text{ } ^\circ\text{C}\end{aligned}$$

Jadi titik didih larutan = 100 + 1,28 = 101,28 °C

2. Berapa massa rumus zat A, bila 18 gram zat tersebut dalam 200 gram air mempunyai titik beku -0,93°C, K_b air = 1,86 °C/molal ?

Penyelesaian :

$$\begin{aligned}\Delta T_b &= a / Mr A \times 1000 / b \times K_b \\ 0,93 &= 18 / Mr A \times 1000 / 200 \times 1,86 \\ Mr A &= 18 \times 5 \times 1,86 / 0,93 \\ Mr A &= 180\end{aligned}$$

Jadi, massa rumus zat A = 180

3. Suatu larutan dibuat dari 3,42 gram sakarosa ($C_{12}H_{22}O_{11}$) dilarutkan dalam air sehingga volum larutan menjadi 300 ml pada $27^{\circ}C$. Berapa tekanan osmosis larutan tersebut, bila Ar C = 12, O = 16, H = 1 ?

Penyelesaian :

$$C = 3,42/342 \times 1000/300 = 0,033 \text{ mol/l}$$

$$\pi = C \cdot R \cdot T$$

$$\pi = 0,033 \cdot 0,082 (27 + 273)$$

$$\pi = 0,812 \text{ atm}$$

Jadi, tekanan osmosis larutan tersebut = 0,812 atmosfer

Pertanyaan :

1. Berapa ml asam sulfat pekat dengan massa jenis 1,84 yang berisi 98 %-b H_2SO_4 diperlukan untuk membuat :
 - a. 1 liter larutan 0,5 M
 - b. 0,5 liter larutan 1 N
2. Hitunglah berapa kg air yang diperlukan untuk melarutkan 11,7 gram NaCl sehingga terbentuk 0,125 m!

BAB IX

TERMOKIMIA

TUJUAN INSTRUKSIONAL

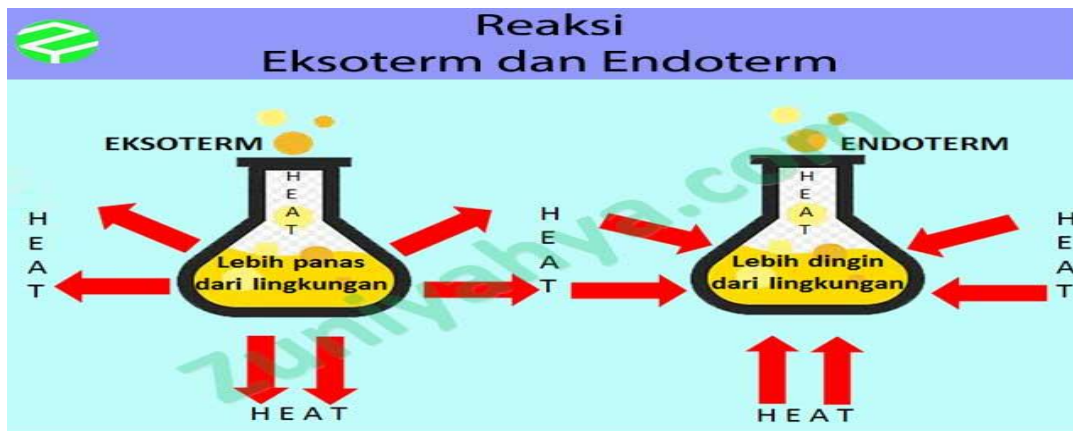
Diharapkan agar mahasiswa memahami dan mengerti tentang Termokimia, apa yang dimaksud dengan reaksi Eksoterm dan apa pula yang dimaksud dengan reaksi Endoterm. Apa yang diketahui tentang Enthalpi, jenis-jenis enthalpy reaksi, ada beberapa Hukum yang dikenal dalam Termokimia.

9.1. Pengertian Termokimia (Sukardjo : 71)

Termokimia adalah ilmu yang mempelajari hubungan antara energi panas dan energi kimia. Sedangkan energi kimia didefinisikan sebagai energi yang dikandung setiap unsur atau senyawa. Energi kimia yang terkandung dalam suatu zat adalah semacam energi potensial zat tersebut. Energi potensial kimia yang terkandung dalam suatu zat disebut panas dalam atau **entalpi** dan dinyatakan dengan entalpi dengan symbol **H**. Selisih antara entalpi reaktan dan entalpi hasil pada suatu reaksi disebut **perubahan entalpi reaktan**. Perubahan entalpi reaksi diberi simbol ΔH

9.2. Reaksi Eksoterm dan Reaksi Endoterm

Apabila perubahan entalpi reaksi negative, reaksinya disebut **reaksi eksoterm**. Artinya reaksi tersebut membebaskan panas . Apabila reaksi menyerap panas , maka reaksi disebut reaksi Endoterm, dan perubahan enthalpi positif.



Gambar 5. Reaksi Eksoterm dan Reaksi Endoterm

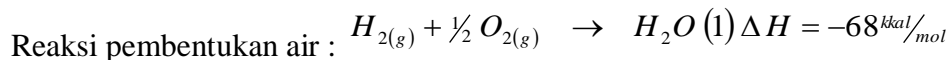
Satuan yang digunakan untuk menyatakan jumlah panas yang diserap atau dibebaskan adalah kalori atau joule. Satu kalori adalah banyaknya panas yang diperlukan untuk menaikkan suhu 1°C bagi 1 gram air. Satu kalori = 4,186 joule perubahan entalpi reaksi, umumnya diukur pada suhu 25°C dan tekanan 1 atmosfer.

9.3. Jenis – jenis Entalpi Reaksi (A.Haris Watoni : 62)

1. ΔH Pembentukan (ΔH_p)

Yaitu panas yang dikeluarkan atau diperlukan untuk membentuk 1 mol senyawa dari unsur-unsurnya.

Contoh :

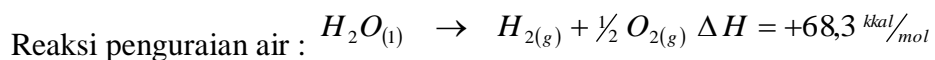


Artinya : Perubahan entalpi pembentukan air dalam fasa cair = -68,3 kkal

2. ΔH Penguraian

Yaitu panas yang dikeluarkan atau diperlukan untuk menguraikan 1 mol senyawa menjadi unsur-unsurnya.

Contoh :

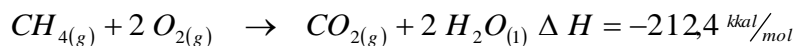


Artinya : Perubahan entalpi penguraian air = +68,3 kkal/mol

3. ΔH Pembakaran

Yaitu Panas yang dikeluarkan pada pembakaran 1 mol unsur atau senyawa

Contoh :



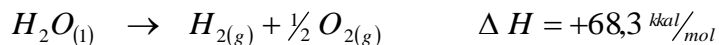
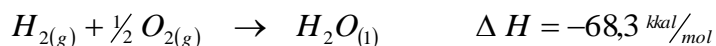
Artinya : Perubahan entalpi pembakaran metana adalah $-212,4 \text{ kkal/mol}$

9.4. Beberapa Hukum yang dikenal dalam Termokimia (Sukardjo : 75)

1. Hukum Laplace

Hukum ini dikemukakan oleh Marquis de Laplace (1749-1827), yang berbunyi : Jumlah kalar yang dilepaskan pada pembentukan suatu senyawa dari unsur-unsur sama dengan jumlah kalor yang diperlukan untuk menguraikan senyawa itu menunjukkan unsur-unsurnya.

Contoh :



2. Hukum Hess

Gemain Hess (1840), mengemukakan : Bila suatu perubahan kimia dapat menjadi beberapa jalan/cara yang berbeda jumlah perubahan energi panas keseluruhannya (total) adalah tetap, tidak bergantung pada jalan/cara yang ditempuh.

Contoh :



Bila reaksi dipecah menjadi beberapa jalan, misalnya :



maka perubahan entalpi total $= \Delta H_2 + \Delta H_3 + \Delta H_4$

$$= \Delta H_3 + \Delta H_6$$

$$= \Delta H_1$$

Dengan demikian hukum Hess dapat digunakan untuk menghitung ΔH reaksi berdasarkan reaksi-reaksi lain yang ΔH -nya sudah diketahui.

Contoh Soal :

1. Tentukan perubahan entalpi pembakaran gas metana, jika diketahui :

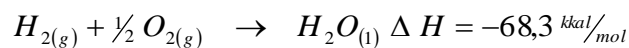
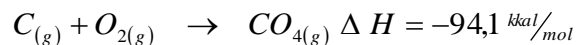
$$\Delta H_{\text{pembentukan}} \text{CH}_4 = -17,9 \text{ kkal/mol}$$

$$\Delta H_{\text{pembentukan}} \text{CO}_2 = -94,1 \text{ kkal/mol}$$

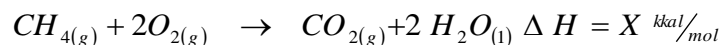
$$\Delta H_{\text{pembentukan}} \text{H}_2\text{O} = -68,3 \text{ kkal/mol}$$

Penyelesaian :

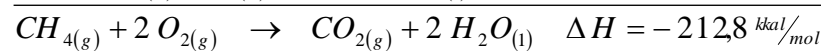
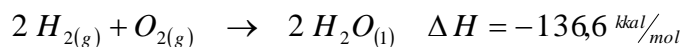
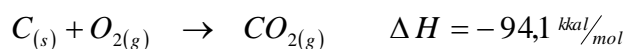
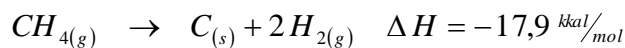
Tentukan terlebih dahulu reaksi yang telah diketahui, yaitu :



sedangkan reaksi pembakaran metana (CH_4)



Langkah selanjutnya adalah membandingkan persamaan reaksi yang diketahui terhadap persamaan reaksi yang ditanya. Persamaan-persamaan yang diketahui disusun sedemikian rupa, sehingga hasil penjumlahannya sama dengan persamaan yang ditanya.

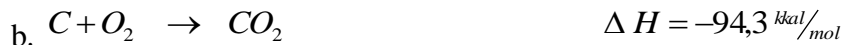
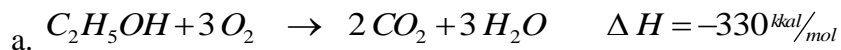


Jadi perubahan entalpi pembakaran gas metana = -21,2 kkal

2. Panas pembakaran etanol (C_2H_5OH) adalah -330 kkal. Bila panas pembentukan CO_2 dan H_2O adalah -94,3 kkal dan -68,5 kkal, hitunglah panas pembentukan etanol !

Penyelesaian :

Reaksi yang diketahui :



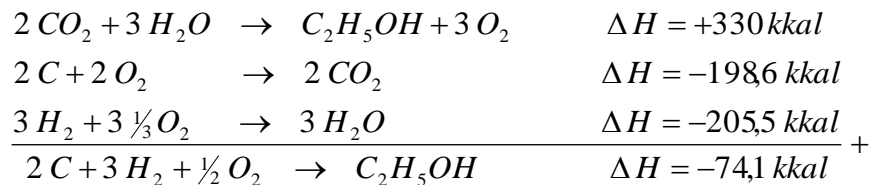
reaksi yang ditanya (reaksi pembentukan etanol) :



Selanjutnya perhatian langkah berikut :

- reaksi a dibalik, sehingga ΔH bernilai kebalikan
- reaksi b dikalikan 2, sehingga ΔH juga harus dikalikan 2
- reaksi c dikalikan 3, sehingga ΔH juga harus dikalikan 3

dari langkah tadi didapat persamaan reaksi sebagai berikut :

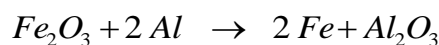


Jadi panas pembentukan etanol = -74,1 kkal

Catatan :

ΔH reaksi pembentukan unsure (misalnya Fe, Si, Na) dan gas-gas diatomic (misalnya H_2 , O_2 , N_2 , Cl_2) dalam keadaan bebas dibeli harga 0 kkal.

3. Besi (III) oksida dapat diubah menjadi besi menurut reaksi :



Bila diketahui :



$$\Delta H \text{ pembentukan } Al_2O_3 = -3987 \text{ kkal}$$

Tentukan ΔH reaksi untuk 5,0 kg Fe_2O_3 !

Penyelesaian :

Misal ΔH reaksinya = X kkal

$$\Delta H \text{ reaksi} = \Delta H \text{ hasil} - \Delta H \text{ reaktan}$$

$$X = (2 \cdot \Delta H_{pFe} + \Delta H_{pAl_2O_3}) - (\Delta H_{pFe_2O_3} + 2 \cdot \Delta H_{pAl})$$

$$X = (0 - 389,7) - (-198,9 + 0) \text{ kkal}$$

$$X = (-398,7 + 198,9) \text{ kkal}$$

$$X = -199,8 \text{ kkal}$$

panas reaksi tersebut berlaku untuk tiap mol Fe_2O_3

$$\begin{aligned} 5,0 \text{ kg } Fe_2O_3 &= \frac{5000 \text{ g}}{Mr(Fe_2O_3) \text{ g}} \times 1 \text{ mol } Fe_2O_3 \\ &= \frac{5000}{160} \text{ mol } Fe_2O_3 \\ &= 31,25 \text{ mol } Fe_2O_3 \end{aligned}$$

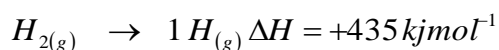
Jadi untuk 5,0 kg Fe_2O_3 panas reaksinya = $(-199,8 \times 31,25) \text{ kkal} = 6243,75 \text{ kkal}$

9.5. Energi Ikatan (A.Haris Watoni : 80)

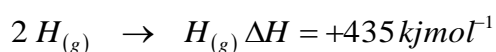
Pada dasarnya reaksi kimia adalah proses pemutusan dan pembentukan ikatan. Proses ini selalu disertai dengan perubahan energi. Energi Ikatan adalah energi yang diperlukan untuk memutuskan ikatan kimia dalam mol suatu senyawa dalam wujud gas pada keadaan standar menjadi atom-atom gasnya. Energi ikatan kadang-kadang juga disebut entalpi ikatan. Tabel 3.1 menunjukkan nilai energi ikatan.

Contoh :

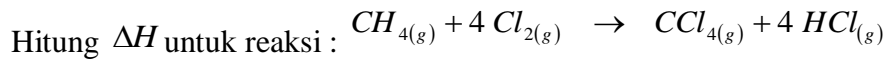
- a. pemutusan ikatan (menerima energi)



- b. pembentukan ikatan (melepas energi)



Contoh Soal :



Penyelesaian :

ΔH pemutusan ikatan : (ΔH_1)

$$4 \text{ mol C - H} = 4 \text{ mol} \times (+ 414 \text{ kJ mol}^{-1}) = +1656 \text{ kJ}$$

$$4 \text{ mol H - Cl} = 4 \text{ mol} \times (+243 \text{ kJ mol}^{-1}) = +972 \text{ kJ}$$

ΔH pemutusan ikatan : (ΔH_2)

$$4 \text{ mol C - Cl} = 4 \text{ mol} \times (-326 \text{ kJ mol}^{-1}) = -1304 \text{ kJ}$$

$$4 \text{ mol H - Cl} = 4 \text{ mol} \times (-431 \text{ kJ mol}^{-1}) = -1724 \text{ kJ}$$

$$\text{Panas reaksi} = \Delta H_1 + \Delta H_2$$

$$= (+1656 + 972 - 1304 - 1724) \text{ kJ}$$

$$= -400 \text{ kJ}$$

Tabel 7.
Energi Ikatan (kJ mol^{-1})

Ikatan	Energi Ikatan (kJ mol^{-1})
H - H	435
H - C	414
H - N	389
H - O	464
H - F	565
H - Cl	431
H - Br	364
H - I	297
C - C	347
C = C	611
C \equiv C	837
C - N	305
C = N	891
C - O	360
C = O	736
C - Cl	326
N - N	163
N = N	418
N \equiv N	946
F - F	155
Cl - Cl	243
Br - Br	192
I - I	152

9.6. Arah Proses

Berdasarkan kespontannya, suatu proses reaksi dapat dibagi menjadi 2 yaitu :

1. Proses spontan adalah suatu proses yang berlangsung satu arah, sistem dan lingkungan tidak berada dalam keseimbangan.

Contoh :

- Air mengalir dari tempat yang tinggi ke tempat yang rendah
- Spirtus terbakar

2. Proses tidak spontan adalah suatu proses yang dapat berlangsung karena adanya pengaruh dari luar sistem. Sistem dan lingkungan selalu berada dalam keadaan kesetimbangan.

Contoh :

- Air membeku
- Memproleh alumunium dari oksidanya

Suatu reaksi kimia berlangsung spontan atau tidak spontan dapat ditentukan dengan melihat 3 fungsi keadaan yaitu :

1. Entalpi (H)

Reaksi spontan $\Delta H < 0$ dan tidak spontan bila $\Delta H > 0$

2. Entropi (S)

Entropi adalah derajat ketidakteraturan sistem

Reaksi spontan $\Delta S > 0$ dan tidak spontan bila $\Delta S < 0$

3. Energi bebas (G)

Perubahan energi bebas (ΔG) adalah jumlah energi maksimum dalam suatu proses yang berlangsung pada suhu dan tekanan tetap yang tidak digunakan untuk menghasilkan kerja.

Oleh karena itu reaksi spontan $\Delta G < 0$ dan tidak spontan bila $\Delta G > 0$

$$\Delta G = \Delta H - T \cdot \Delta S$$

T = suhu dalam derajat Kelvin

Pertanyaan :

1. Apa yang kamu ketahui tentang entalpi ? Jelaskan !
2. Mengapa pada reaksi eksoterm ΔH reaksi berharga negative dan pada reaksi endoterm sebaliknya ?
3. Hitunglah panas yang dibebaskan pada pembakaran satu mol propane (C_3H_8) Jika diketahui :

$$\Delta H \text{ pembentukan } C_3H_{8(g)} = -24,8 \text{ kkal/mol}$$

$$\Delta H \text{ pembentukan } CO_{2(g)} = -94,7 \text{ kkal/mol}$$

$$\Delta H \text{ pembentukan } H_2O_{(l)} = -68,3 \text{ kkal/mol}$$

Jika diketahui bahwa 1 kalori sama dengan 4,184 joule, berapa kJ (kilojoule) panas yang dihasilkan pada reaksi diatas ?

BAB X

ELEKTROKIMIA

TUJUAN INSTRUKSIONAL

Diharapkan agar mahasiswa memahami dan mengerti tentang Elektrokimia.

Apa yang dimaksud dengan elektrokimia, bagaimana sel-sel elektrokimia, apa yang dinamakan dengan elektrolisa, bisa memberi contoh peristiwa elektrolisa.

10.1. Pengertian Elektrokimia

Elektrokimia merupakan bidang kimia yang mempelajari tentang perubahan energi kimia menjadi energi listrik atau sebaliknya. Energi listrik pada suatu sel kimia dihasilkan oleh reaksi kimia disebabkan oleh adanya electron yang dilepaskan dari satu elektroda (peristiwa oksidasi dari katoda) dan diterima oleh elektroda lainnya (peristiwa reduksi pada anoda).

- 1 Perubahan kimia yang menghasilkan listrik berlangsung dalam suatu sel volta atau sel galvanic.
- 2 Energi listrik diubah menjadi energi kimia terjadi pada suatu sel elektrolisis.

Dalam mempelajari elektrokimia akan selalu berhubungan dengan larutan elektrolit, ion, dan elektroda. Seperti dijelaskan pada bab terdahulu, bahwa larutan elektrolit adalah larutan yang dapat menghantarkan listrik. Ion adalah partikel yang bermuatan listrik.

Ada dua macam ion, yaitu :

- 3 Kation adalah ion positif yang menuju ke katoda
- 4 Anion adalah ion negatif yang menuju ke anoda

Elektroda adalah suatu kutub dalam sel elektrokimia maupun elektrolisis. Elektroda ada dua, yaitu :

- 5 Katoda adalah elektroda negatif. Pada katoda terjadi reaksi reduksi
- 6 Anoda adalah elektroda positif. Pada anoda terjadi reaksi oksidasi.

Dalam elektrokimia dibicarakan dua hal yang berbeda, yaitu :

- 7 Sel elektrokimia
- 8 Sel elektrolisis

Sel elektrokimia

Prinsip sel elektrokimia adalah energi kimia diubah menjadi energi listrik. Sel elektrokimia terdiri atas dua elektroda dan suatu elektrolit. Jika kedua sistem elektroda dihubungkan dengan suatu kawat penghantar akan terjadi arus listrik yaitu aliran elektron dari elektroda yang potensial elektrodanya lebih besar ke elektroda yang potensialnya lebih kecil.

Dengan perkataan lain, pada sel elektrokimia terjadi reaksi kimia yang menghasilkan arus listrik yaitu perpindahan elektron dari reduktor ke oksidator.

Sel elektrolisis

Prinsip sel elektrolisis adalah energi listrik diubah menjadi energi kimia. Sel elektrolisis terdiri atas dua elektroda dan suatu elektrolit. Jika kedua elektroda dihubungkan dengan sumber arus DC, maka akan terjadi reaksi kimia. Dengan perkataan lain elektrolisis adalah reaksi kimia yang ditimbulkan oleh arus listrik.

10.2. Sel-sel Elektrokimia

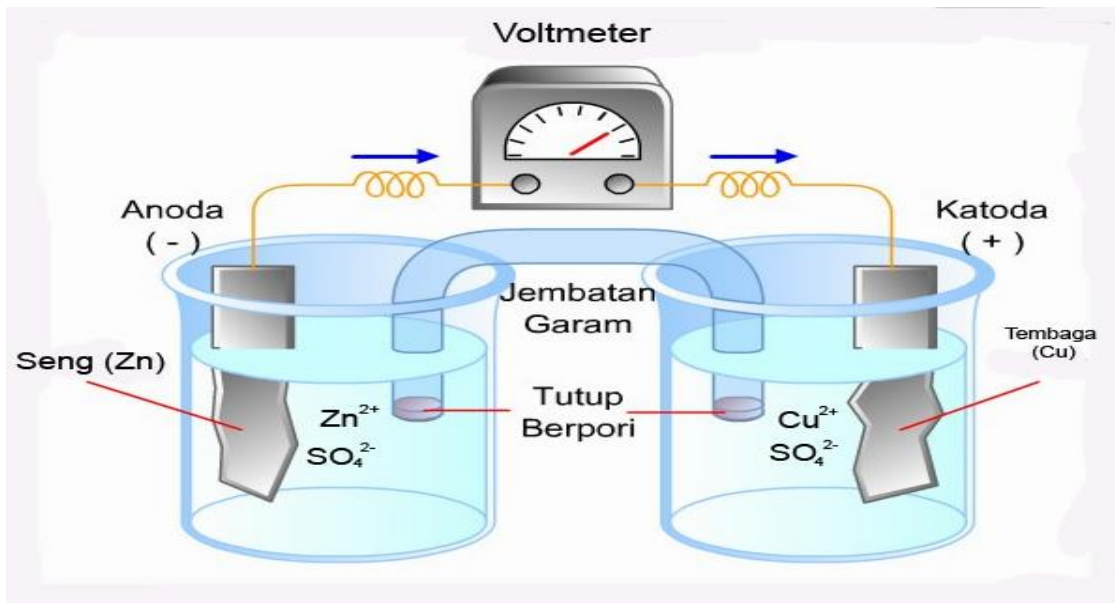
Pada sel elektrokimia dikenal 2 istilah, yaitu :

1. Sel primer
2. Sel sekunder

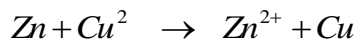
Sel primer adalah sel yang mempunyai sifat bila salah satu komponennya habis terpakai, hasil reaksinya tidak dapat berubah kembali menjadi pereaksi. Sel sekunder adalah sel yang mempunyai sifat bila salah satu komponennya habis terpakai, hasil reaksinya dapat berubah kembali menjadi pereaksi.

10.3. Sel Volta

Sel Volta merupakan sel primer yang terdiri atas 2 labu atau tabung yang masing-masing berisi elektroda Cu dengan elektrolit CuSO_4 , dan elektroda Zn dengan elektrolit ZnSO_4 . Sel volta adalah sel yang menghasilkan arus listrik karena terjadinya reaksi kimia di dalam sel tersebut. Proses suatu sel volta didasarkan pada reaksi redoks.



Gambar 6. Sel Volta



Peristiwa yang terjadi pada setengah reaksi pertama :



Ion Zn^{2+} meninggalkan elektroda Zn dan masuk ke dalam larutan ZnSO_4 . Pada elektroda Zn terjadi kelebihan electron sedangkan pada larutan ZnSO_4 kelebihan ion positif. Elektron yang berlebih pada elektroda Zn akan mengalir ke elektroda Cu karena kedua elektroda dihubungkan dengan kawat penghantar. Pada setengah reaksi kedua : $\text{Cu}^{2+} + 2e^{-} \rightarrow \text{Cu}$

Elektron yang terdapat pada elektroda Cu diambil oleh ion Cu^{2+} yang berasal dari larutan CuSO_4 dan terbedntuklah endapan Cu pada elektroda Cu. Pada larutan CuSO_4 terjadi kelebihan ion SO_4^{2-} . Ion SO_4^{2-} ini mengalir ke larutan ZnSO_4 yang kelebihan ion positif melalui jembatan garam. Dengan demikian larutan ZnSO_4 dan ZnSO_4 tersebut menjadi netral kembali tidak ada yang kelebihan ion positif maupun ion negatif.

Pada proses diatas electron mengalir dari elektroda Zn ke elektroda Cu (dapat dilihat melalui voltmeter), sehingga elektroda Zn berperan sebagai elektroda (kutub) negatif, dan elektroda Cu berperan sebagai elektroda (kutub) positif. Ion yang berlebih dialirkan melalui jembatan garam (yang berisi KCl dalam agar-agar), sehingga larutan menjadi netral kembali.

Penyambungan langsung kedua elektroda/kutub tersebut menghasilkan reaksi yang terlalu cepat sehingga belum sempat netral kembali. Hal ini akan menyebabkan reaksi terhenti. Oleh karena itu arus electron bagian luar harus sedikit dihambat dengan diberi suatu tahanan atau beban lain. Dengan cara ini reaksi dapat berlangsung sambil melakukan kerja. Potensial sel yang timbul adalah 1,10 volt.

10.4. Sel kering baterai dan Aki

Sel kering ditemukan oleh Leclanche sehingga sering disebut sel Leclanche. Diantara berbagai sel kering yang paling lama dikenal dan paling murah adalah baterai. Sel leclanche terdiri atas satu silinder seng yang berisi pasta dari MnO_2 , NH_4Cl , karbon dan sedikit air.

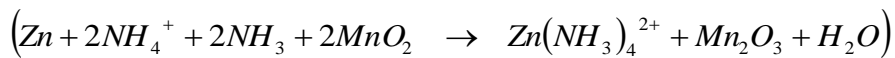
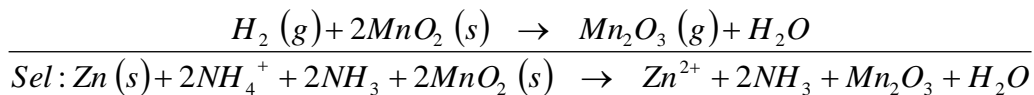
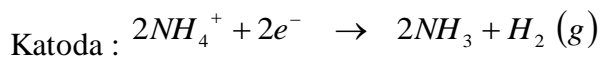
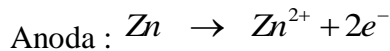


Gambar 7. Batery kering dan bagian -bagian nya

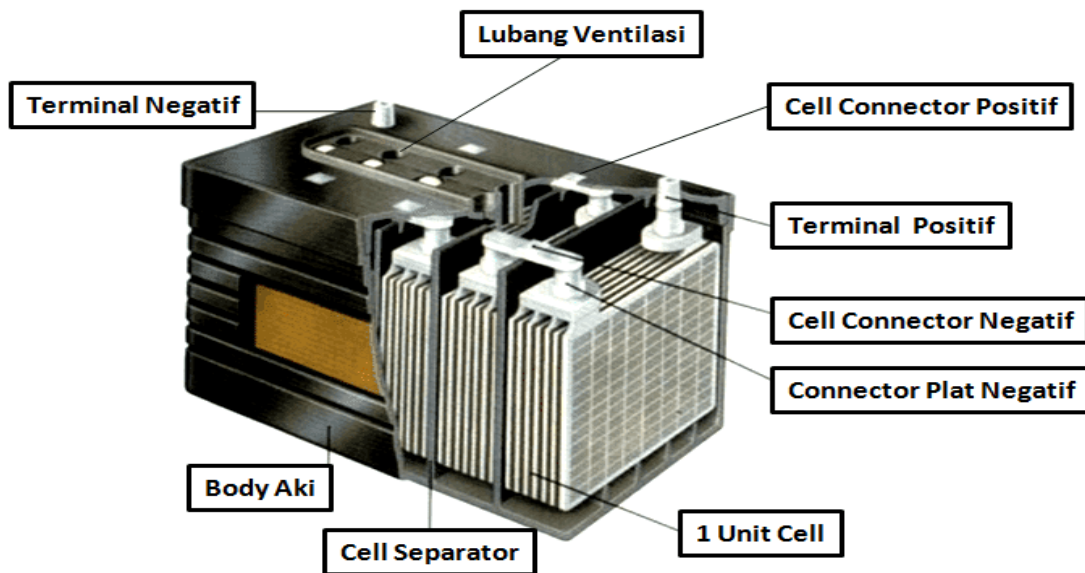
Penulisan notasinya : $Zn | MnO_2, NH_4Cl, ZnCl | C \text{ (grafit)}$

Anoda (kutub negatif) berupa logam Zn yang dikontakkan $ZnCl_2$ dan NH_4Cl basah (NH_4 dicampur dengan serbuk gergaji dan air). Katoda (kutub positif) berupa sebatang grafit yang dibalut dengan lapisan bubuk MnO_2 dan perekat.

Fungsi pasta adalah untuk mencegah penguapan air yang membasahi campuran sedangkan karton berpori sebagai pengikat. Reaksi yang terjadi pada :



Potensial sel kering adalah 1,5 volt. Sel kering tidak dapat diisi kembali.



Gambar Aki Mobil dan bagian-bagiannya

Aki adalah alat penyimpan tenaga listrik pada waktu aki diisi dengan tenaga listrik *energi* diubah menjadi energi kimia. Kemudian pada waktu aki dipakai, energi kimia diubah menjadi energi listrik. Aki terdiri dari atas :

- 1 Pb sebagai kutub negatif
- 2 PbO₂ sebagai kutub positif
- 3 Elektrolit H₂SO₄.

Penulisan notasinya : $Pb | H_2SO_4 | PbO_2$

Pemakaian aki

Reaksi sel pada waktu aki dipakai : $H_2SO_4 \rightarrow 2H^+ + SO_4^{2-}$

Pada anoda: $Pb(s) + SO_4^{2-} \rightarrow PbSO_4(s) + 2e^-$

Pada katoda: $PbO_2(s) + H_2SO_4 + 2H^+ + 2e^- \rightarrow PbSO_4(s) + 2H_2O$

$Pb(s) + PbO_2(s) + 2H_2SO_4 \rightarrow 2Pb(SO_4)(s) + 2H_2O$

Hal yang perlu diperhatikan pada waktu aki dipakai :

- 4 Pada anoda dan katoda terbentuk zat yang sama yaitu PbSO₄, yang mengendap pada kedua elektroda. Akibatnya tidak ada beda potensial, tidak terjadi arus lagi disebut aki “kosong”, harus diisi.
- 5 H₂SO₄ diikat menjadi air. Dengan demikian kadar H₂SO₄ berkurang dan massa jenis larutan berkurang.

Pada waktu aki diisi kedua kutub dihubungkan dengan sumber listrik searah. Kutub positif pada aki disambungkan dengan kutub positif sumber sebaliknya kutub negative aki

disambungkan dengan kutub negatif sumbernya. Arus yang digunakan waktu pengisian sebaliknya kecil misalnya 0,5 A dalam waktu yang lama untuk menghindari panas yang tinggi waktu pengisian. Reaksi yang terjadi pada :

Anoda: $PbSO_4(s) + 2H_2O \rightarrow PbO_2 + H_2SO_4 + 2H^+ + 2e^-$

Katoda: $PbSO_4(s) + 2e^- \rightarrow Pb + SO_4^{2-}$

Sel: $2PbSO_4(s) + 2H_2O \rightarrow Pb(s) + PbO_2(s) + 2H_2SO_4$

Pada waktu aki diisi kedua kutub dihubungkan dengan sumber arus listrik searah sehingga PbSO_4 diubah kembali menjadi Pb (kutub negative) dan PbSO_4 diubah kembali menjadi PbSO_2 (kutub positif)

Perlu diperhatikan bahwa beda potensial aki baru, biasanya 2 volt dan massa jenis $\text{H}_2\text{SO}_4 = 1,3 \text{ gram/cm}^3$. Aki 12 volt terdiri atas 6 sel yang dihubungkan seri, aki mempunyai batas minimum beda potensial 1,9 volt dan batas minimum massa jenis $\text{H}_2\text{SO}_4 = 1,8 \text{ gram/cm}^3$. Apabila beda potensial dan massa jenisnya lebih kecil dari batas minimum ini maka aki akan rusak dan sukar “diisi” kembali. Untuk menjaga kondisi seperti diatas aki perlu dipelihara airnya tidak boleh kurang dan sewaktu-waktu harus diisi.

10.5. Energi Aki

Jika aki diisi maka terjadi pengumpulan muatan listrik, muatan listrik yang dikumpulkan itu disebut energi aki dinyatakan dalam amper-jam (AH).

Contoh :

Aki diisi dengan arus 1 A selama 20 jam

Energi aki itu besarnya = 1 x 20 AH

Jadi muatan listrik maksimum = 1 x 20 x 3600 coulomb

Jumlah muatan listrik ini dikeluarkan lagi jika aki dipakai.

Efisiensi Aki

Jika aki dipergunakan tidak semua energi listrik yang dimasukkan dapat dipergunakan kaarena ada yang menjadi panas pada rangkaian penghantar maka efisiensi aki dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{Efisiensi} = \frac{\text{Energi yang dipakai (AH)}}{\text{Energi yang dimasukan (AH)}} \times 100\%$$

Efisiensi aki umumnya adalah 80-90%

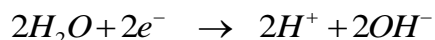
10.6. Elektrolisis (Sukardjo : 419)

Elektrolisis adalah peristiwa kimia yang terjadi bila aliran listrik searah dialirkan melalui suatu larutan elektrolit. Sel elektrolisis terdiri atas sel elektrolitik yang berisi elektroilit (larutan atau leburan) dan dua elektroda yang dibuat dari logam atau karbon tergantung dari kebutuhan yang disebut anoda (elektroda positif) dan katoda (elektroda negatif).

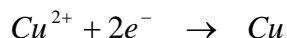
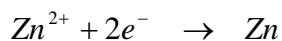
Reaksi pada katoda untuk sel elektrolisis

Reaksi pada katoda tergantung pada jenis kation yang terdapat pada larutan

- 1 Ion logam positif (dari K^+ s.d Al^{3+}) yang terletak disebelah kiri H pada susunan deret volta akan terjadi netralisasi ion H^+ dari H_2O .



- 2 Ion logam positif (dari Zn^{2+} S/d Pb^{2+}) yang terletak disebelah kiri H pada susunan deret volta akan terjadi netralisasi muatan dari ion logamnya dengan pembatasan bahwa ion-ion ferri dan stani direduksi hanya sampai ion-ion ferro dan stano saja.



- 3 H^+ dari asam : $2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2 (g)$

Reaksi pada anoda sel elektrolisis

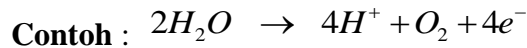
Reaksi pada anoda tergantung pada anion dan anodanya.

1. Dengan anoda inert (tak bereaksi) : C, Pt atau Au

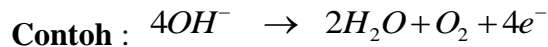
Ion negative yang tidak mengandung oksigen, seperti Cl^- , I^- , Br^- , terjadi netralisasi muatan dari ion-ion itu.



Ion negative yang mengandung oksigen seperti SO_4^{2-} , NO_3^- akan terjadi netralisasi muatan H^+ dari H_2O .



OH^- dari basa :



2. Dengan anoda tidak inert (bukan Pt, Au atau C)

Anodanya akan mengalami oksidasi sehingga lama-kelamaan habis atau tertutup oleh suatu senyawa yang sukar larut.

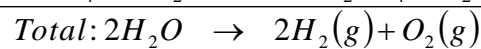
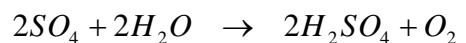
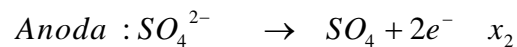
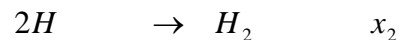
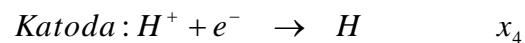
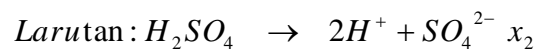


Deret volta adalah deret keaktifan logam, dari logam yang lebih aktif ke logam yang kurang aktif. Susunannya didasarkan pada keaktifan logam dalam membentuk ion positif (cenderung melakukan oksidasi).

Li-K-Ba-Ca-Na-Mg-Al-Mn-Zn-Cr-Fe-Cd-Co-Ni-Sn-Pb-(H)-Sb-Bi-Cu-Hg-Ag-Pt-Au

Contoh Elektrolisis

1. Elektrolisis larutan H_2SO_4 dengan elektroda Pt



Karena H_2SO_4 disebelah kiri dan kanan tanda panah sama banyaknya, maka hasil akhir elektrolisis ialah penguaraian H_2O menjadi gas-gas H_2 dan O_2 . Elektrolis larutan H_2SO_4 tersebut adalah salah satu cara pembuatan gas-gas H_2 dan O_2 dalam teknik.

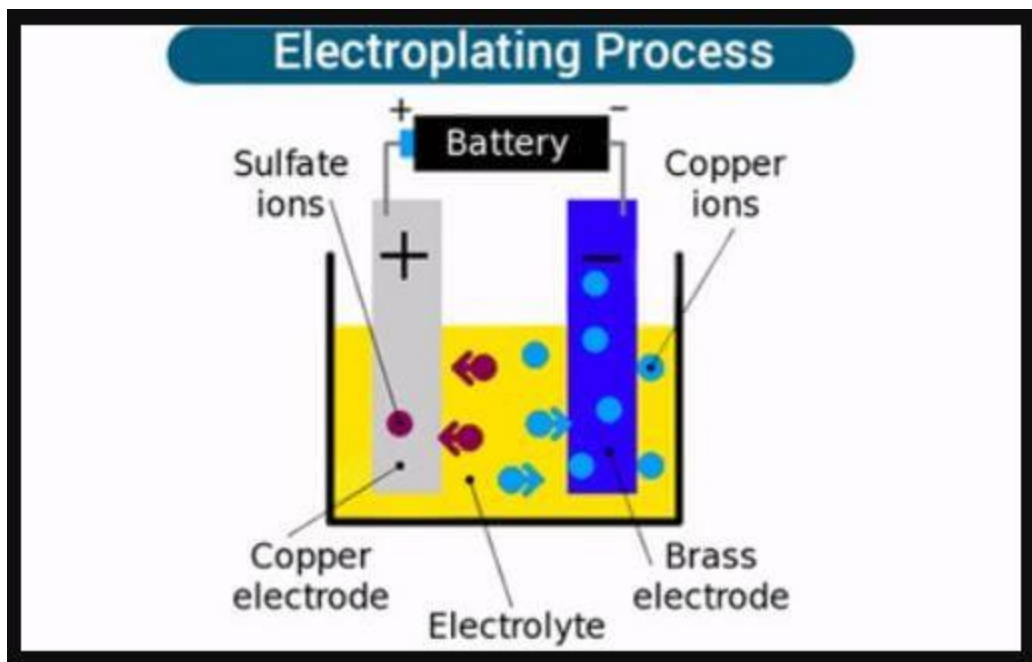
10.7. Electroplating

Electroplating adalah proses pelapisan suatu logam dengan logam lain secara elektrolisis. Tujuannya adalah melindungi logam yang mudah rusak oleh udara dengan mempergunakan logam yang lebih tahan, (misalnya mencegah korosi). Prinsip proses electroplating :

Katoda berupa logam yang akan dilapisi

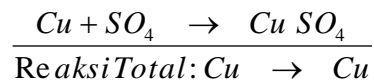
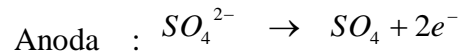
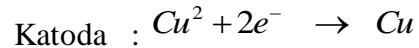
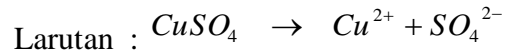
Anoda berupa logam yang akan dipergunakan untuk melapisi

Larutan elektrolit menggunakan garam dari anodanya.



Gambar 9. Proses Electroplating

Reaksi yang terjadi :



Jika dilihat secara sepintas larutan awal tidak mengalami perubahan selama elektrolisis berlangsung tetapi sebenarnya anoda Cu terus-menerus melarut dan katoda terus-menerus terlapsi Cu.

10.8. Hukum Faraday

Pada abad 19 Michael Faraday seorang ahli kimia fisika dan menemukan hubungan antara jumlah zat yang dibebaskan pada elektroda dengan jumlah muatan listrik yang dialirkan kedalam sel elektrolisis. Penemuan Faraday disimpulkan dalam hukum :

1 Hukum Faraday I :

Massa zat yang terbentuk selama elektrolisis berbanding lurus dengan jumlah listrik yang mengalir

2 Hukum Faraday II :

Massa beberapa zat yang terbentuk oleh jumlah listrik yang sama akan berbanding lurus dengan berat setara zat-zat tersebut.

Dari kedua hokum Faraday tersebut dapat ditarik suatu kesimpulan sebagai berikut berdasarkan kedua hokum Faraday tersebut, perubahan massa zat yang terjadi dapat diungkapkan dengan rumus :

$$M = Q \frac{A}{n} \cdot \frac{1}{F}$$

Keterangan :

M = massa zat yang dinyatakan dalam gram

Q = jumlah muatan listrik dalam coulomb

A/n = berat ekuivalen

A = massa atom (Ar)

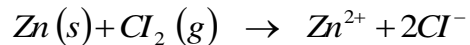
n = perubahan bilangan oksidasi

F = tetapan Faraday = 96500 coulomb/mol

Dari persamaan diatas terlihat bahwa satu Faraday adalah jumlah muatan listrik yang diperlukan untuk perubahan zat sebanyak satu ekuivalen zat pada elektroda.

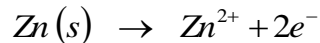
Contoh :

1. Reaksi suatu sel galvanic adalah :



Hitung berapa gram Zn yang dihabiskan oleh sel tersebut untuk menghasilkan arus 0,10 ampere selama 246,6 jam.

Penyelesaian :

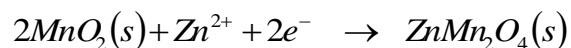


Pada reaksi diatas 1 mol Zn menghasilkan 2 Faraday.

$$Q = i \times t = 0,10 \text{ ampere} \times 246,6 \times 60 \times 60 \\ = 8877600 \text{ coulomb}$$

$$M = \frac{Q \cdot A}{n \cdot F} = 8877600 \times 65/2 \times (1/96500) \\ = 29,9 \text{ gram}$$

2. Reaksi katoda pada batu baterai dapat ditulis sebagai berikut :



Jika dalam batu baterai terdapat 6 gram MnO₂, hitung lamanya waktu penggunaan batu baterai itu jika batu baterai tersebut menghasilkan arus sebesar 5 miliampere.

$$\text{Mr MnO}_2 = 87$$

$$\text{Mol MnO}_2 = 6/87 = 0,07 \text{ mol}$$

$$M = Q \cdot \frac{A}{n} \cdot \frac{1}{F}$$

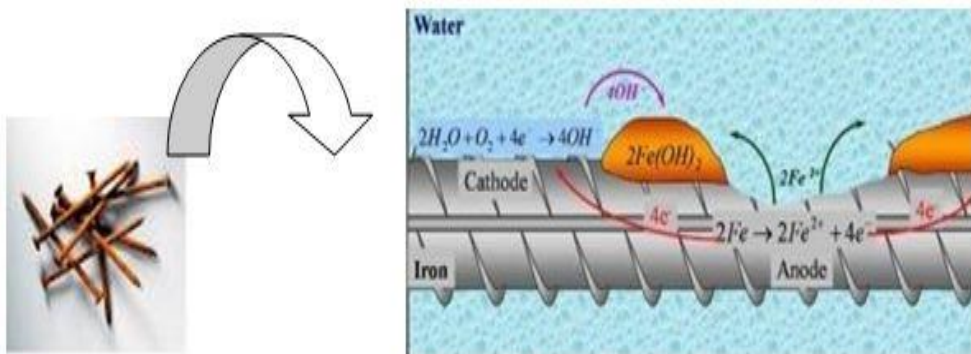
$$6 = Q \frac{87}{2} \cdot \frac{1}{96500} = 1331035$$

$$t = \frac{1331035}{5} = 266207 \text{ det}$$

10.9. Korosi

Korosi atau perkaratan adalah suatu gejala atau peristiwa pada benda-benda logam khususnya besi bila dibiarkan diudara akan mengalami peristiwa reduksi-oksidasi yaitu terjadi pembentukan bercak-bercak dipermukaannya.

Permukaan besi berlaku sebagai anoda maka terjadi oksidasi. Elektron yang dihasilkan dialirkan kebagian lain dari besi yang berfungsi sebagai katoda. Pada bagian itu oksigen mengalami reduksi. Mekanisme proses korosi dapat ditulis sebagai berikut :



Gambar 10. Peristiwa Korosi pada besi dan paku

1. Oksidasi besi : $Fe(s) \rightarrow Fe^{2+}(aq) + 2e^- \dots\dots\dots(1)$
2. Reduksi oksigen : $O_2(g) + H_2O(l) + 2e^- \rightarrow 2OH^-(aq) \dots\dots\dots(2)$
3. Pengendapan fero : $Fe^{2+}(aq) + 2OH^-(aq) \rightarrow Fe(OH)_2(s) \dots\dots\dots(3)$
4. Pembentukan karat :

$$Fe(OH)_2(s) + 1/4 O_2(g) + (x-1)H_2O(l) \rightarrow 1/2 Fe_2O_3 \cdot xH_2O \dots\dots\dots(4)$$

$$Fe(s) + 3/4 O_2(g) + x H_2O(l) \rightarrow 1/2 Fe_2O_3 \cdot x H_2O$$

$$2Fe(s) + 1,5 O_2(g) + x H_2O(l) \rightarrow Fe_2O_3 \cdot xH_2O(\text{karet besi})$$

Ion H^+ pada reaksi diatas berperan pada reduksi oksigen dengan demikian maka makin besar konsentrasi H^+ reaksi berlangsung makin cepat (asam). Sebaliknya makin kecil konsentrasi H^+ (basa) reaksi makin lambat.

Dari reaksi diatas dapat dilihat bahwa air akan mempercepat terjadinya korosi pada besi, selain itu proses korosi akan lebih cepat terjadi pada lingkungan air asin dan asam. Dilain pihak reaksi (2) sulit berlangsung pada suatu permukaan yang licin dan bersih disebabkan oleh adanya *overvoltage* (potensial lebih) pada permukaan yang licin dan bersih, permukaan tersebut akan berfungsi sebagai katoda. Dengan perkataan lain proses korosi hanya terjadi pada bagian yang tidak murni atau bagian yang cacat dipermukaan besi. Beberapa cara untuk mengurangi laju korosi adalah :

- 1 Mengendalikan atmosfer dengan cara mengurangi konsentrasi O_2 dan H_2 pada permukaan besi
- 2 Mencat
- 3 Melapisi dengan minyak/gemuk
- 4 Melapisi besi dengan seng disebut galvanisasi
- 5 Melapisi dengan nikel dan kromi disebut menyepuh
- 6 “*Sherardizing*” dengan PO_4^{3-} (PO_4^{3-} yang diadsorpsi menutupi permukaan besi)
- 7 “*Electrolyzing*” dengan menggunakan batang Al atau Mg
- 8 Mengendalikan keasaman
- 9 Perlindungan katoda (*Cathodic Protection*)

Cara perlindungan katoda secara elektrokimia

Salah satu cara pencegahan korosi adalah dengan perlindungan katodik biasanya cara ini dilakukan terhadap benda-benda yang harus ditanam ditanah atau dipasang di dalam air laut misalnya pipa baja atau tiang pancang dipelabuhan.

Caranya : dengan memasukan suatu logam yang mempunyai potensial elektroda lebih negative (logam yang mempunyai sifat elektro positif lebih kuat dari pada besi), misalnya seng atau magnesium kedalam tanah. Logam tersebut ditanam didekat pipa besi kemudian keduanya dihubungkan dengan kawat karena potensial logam tersebut lebih negatif maka magnesium akan berperan sebagai anoda dan mengalami reaksi.



Jadi Mg mudah melepaskan electron sedangkan besi berfungsi sebagai katoda dapat dilakukan cara elektrolisis dengan mengambil sumber listrik dari luar seperti batere, generator atau sumber listrik .

Elektron mengalir dari anoda ke benda yang akan dilindungi terhadap korosi sehingga benda itu menjadi katoda. Ion positif mengalir dari anoda melalui elektrolit (dalam hal ini tanah) kepada benda yang akan dilindungi sehingga seperti rangkaian listrik tertutup. Adanya oksigen dan kelembaban udara akan menyebabkan seng tersebut habis sedangkan besi terlindungi dari proses korosi. Cara ini adalah salah satu alasan mengapa pipa serta lembaran besi dilapisi seng (galvanisasi seng) sebagai pencegah karat? Disamping sebagai pencegahan langsung dalam bentuk lapisan dipermukaan maslf, juga dapat berperan sebagai pelindung secara katoda bila lapisan tergores.

Pertanyaan :

1. Apa perbedaan fungsi kutub positif dan negatif pada sel elektrokimia dan elektrolisis? Jelaskan!
2. Apa perbedaan sel primer dengan sel sekunder?
3. Apa perbedaan pengisian dan pemakaian aki? Jelaskan dengan gambar dan reaksi kimia!
4. Faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi korosi dan bagaimana cara mengatasinya?
5. Pada suatu elektrolis larutan ZnSO_4 dalam waktu 30 menit dapat diendapkan 2,546 gram Zn pada katoda. Berapa arus yang dipergunakan?
5. Elektrolisis larutan AgNO_3 dengan menggunakan elektroda Pt, menghasilkan 300 mL gas oksigen pada anoda dalam keadaan standar (0°C , 1 atm) dalam waktu 20 menit. Hitunglah kuat arus dan jumlah endapan perak yang terjadi!

BAB XI

G A S

TUJUAN INSTRUKSIONAL

Diharapkan agar mahasiswa memahami dan mengerti tentang apa itu Gas, bagaimana sifat-sifat gas, apa yang disebut dengan tekanan gas, Hukum -hukum yang berlaku pada gas. Apa yang dinamakan dengan gas ideal, persamaan gas ideal, apa yang dimaksud dengan campuran gas-gas, serta gas dalam reaksi kimia.

11.1. Sifat-sifat Gas

Gas akan menyebar mengisi ruang dimana gas itu ditempatkan sehingga berbentuk seperti ruang tersebut. Setiap gas akan berdifusi diantara sesamanya dan akan bercampur dalam segala perbandingan oleh karena itu campuran gas merupakan campuran yang homogen. Sifat lain dari gas adalah partikel-partikel gas tidak dapat dilihat.

11.2. Tekanan Gas (Said : 97)

Tekanan didefinisikan sebagai gaya persatuan luas ($P = F/A$), tekanan gas biasanya diukur secara tidak langsung dengan jalan membandingkannya dengan tekanan cairan. Tekanan cairan hanya bergantung pada berat jenis dan tinggi cairan yang didefinisikan sebagai berikut :

gaya yang bekerja pada zat cair :

$$\begin{aligned} W &= m \cdot g \\ &= v \cdot \rho \cdot g \\ &= A \cdot h \cdot \rho \cdot g \end{aligned}$$

keterangan :

A : luas penampang zat cair

h : tinggi zat cair

ρ : densitas cairan

g : gravitasi

sehingga tekanan gas :

$$\begin{aligned} P &= \frac{F}{A} = \frac{W}{A} \\ &= \frac{A \cdot h \cdot \rho \cdot g}{A} \\ &= h \cdot \rho \cdot g \end{aligned}$$

Pengukuran tekanan gas biasanya dilakukan dengan menggunakan barometer yang berisi air raksa. Satuan yang dipergunakan umumnya atmosfer (atm) mm Hg (mm air raksa) atau torr. Kesetaraan dari ketiga satuan tersebut adalah :

$$\begin{aligned} 1 \text{ atm} &= 760 \text{ mm Hg} \\ &= 760 \text{ torr} \end{aligned}$$

Contoh :

Berapa tinggi kolom air yang dapat ditahan oleh udara yang mempunyai tekanan 1 atm?

Penyelesaian :

Tekanan yang dihasilkan dengan menggunakan air raksa :

$$\begin{aligned} P_{11g} &= h_{11g} \cdot \rho_{11g} \cdot g \\ &= 76 \text{ cm} \cdot 13,6 \text{ g/cm}^3 \cdot g \end{aligned}$$

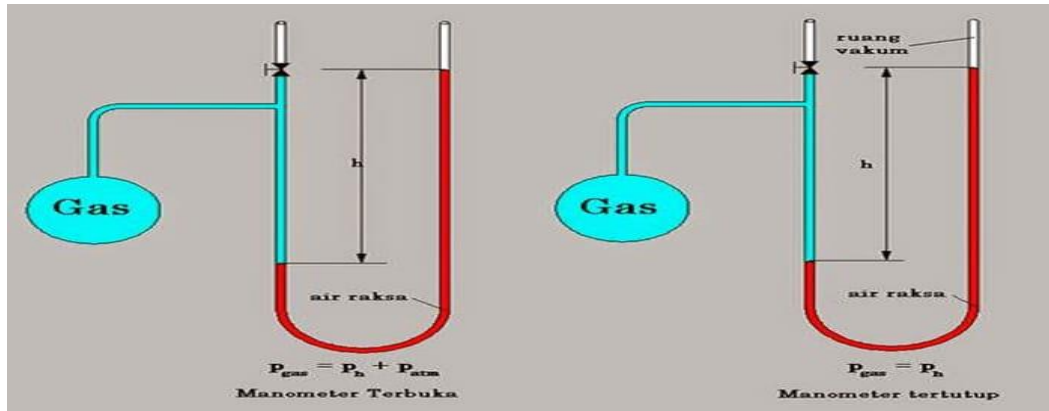
Tekanan yang dihasilkan dengan menggunakan air :

$$\begin{aligned} P_{h_2O} &= h_{H_2O} \cdot \rho_{H_2O} \cdot g \\ &= h_{H_2O} \cdot 1,0 \text{ g/cm}^3 \cdot g \end{aligned}$$

jadi tinggi kolom air yang dapat ditahan oleh udara :

$$\begin{aligned} h_{H_2O} &= 76 \text{ cm} \times \frac{13,6 \text{ g/cm}^3}{1,0 \text{ g/cm}^3} \\ &= 1,03 \times 10^3 \text{ cm} \\ &= 10,3 \text{ m} \end{aligned}$$

Gas juga dapat diukur dengan manometer, alat ini berguna untuk mengukur tekanan gas yang rendah. Pengukuran gas ini menghasilkan berbagai keadaan pada manometer/barometer yang digambarkan sebagai berikut :



Gambar 11. Alat Ukur Gas (Manometer

Contoh :

Berapa tekanan gas (P_{gas}) jika ketika manometer dihubungkan dengan gas, keadaan manometer sama dengan gambar 5.3 diatas.

$P_{bar} = 735,7 \text{ mmHg}$. Perbedaan tinggi air raksa pada kedua kaki (ΔP) = $18,2 \text{ mmHg}$

Penyelesaian :

$$\begin{aligned}
 P_{gas} &= P_{bar} + \Delta P \\
 &= 735,7 \text{ mmHg} + 18,2 \text{ mmhg} \\
 &= 753,9 \text{ mmHg}
 \end{aligned}$$

11.3. Beberapa hukum yang berlaku pada gas

a. Hukum Boyle (Sukardjo : 2)

Boyle menyatakan bahwa volume gas dalam suatu ruangan tertutup akan sebanding terbalik dengan tekanannya bila suhu gas tetap.

$$P1 . V1 = P2 . V2$$

keterangan :

P1 : tekanan mula-mula

P2 : tekanan akhir

V1 : volume gas awal

V2 : volume gas akhir

Contoh :

Volume suatu tabung ditentukan dengan jalan berikut :

Tabung itu pertama-tama dihampakan kemudian dihubungkan dengan tabung gas yang yang bervolume $30,0 \ell$. Setelah dihubungkan tekanan gas dalam tabung turun menjadi $1,15 \text{ atm}$, sedangkan tekanan mula-mula $21,5 \text{ atm}$. Berapa volume dari tabung yang diukur tersebut?

Penyelesaian :

P_1 : tekanan mula-mula = $21,5 \text{ atm}$

P_2 : tekanan setelah dihubungkan = $1,15 \text{ atm}$

V_1 : volume tabung gas = $30,0 \ell$

V_2 : volume tabung seteelah dihubungkan

$$\begin{aligned} V_2 &= V_1 \times \frac{P_1}{P_2} \\ &= 30,0 \ell \times \frac{21,50 \text{ atm}}{1,15 \text{ atm}} \\ &= 560,8 \ell \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jadi volume tabung yang akan diukur} &= 560,8 \ell - 30,0 \ell \\ &= 530,8 \ell \end{aligned}$$

b. Hukum Charles

Charles menyatakan bahwa volume dari gas dalam ruang tertutup pada tekanan tetap dalah sebanding dengan suhunya yang dinyatakan dengan derajat Kelvin.

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

Contoh :

Suatu contoh gas bervolume $75,0 \text{ cm}^3$ pada $10,0^\circ\text{C}$ dipanaskan $100,0^\circ\text{C}$, tekanan diusahakan konstan pada 1 atm . Berapa volume gas pada saat itu?

Penyelesaian :

V_1 : $75,0 \text{ cm}^3$

T_1 : $273^\circ\text{K} + 10^\circ\text{K} = 283^\circ\text{K}$

T_2 : $273^\circ\text{K} + 100^\circ\text{K} = 373^\circ\text{K}$

$$V_2 = V_1 \times \frac{T_2}{T_1}$$

$$= 75,0 \text{ cm}^3 \times \frac{373 \text{ } ^\circ\text{K}}{283 \text{ } ^\circ\text{K}} = 98,9 \text{ cm}^3$$

c. Hukum Avogadro

Avogadro menyatakan bahwa :

1. Volume yang sama dari berbagai gas pada suhu dan tekanan yang sama akan mengandung jumlah molekul yang sama.
2. Jumlah molekul yang sama dari berbagai gas pada suhu dan tekanan yang sama akan mempunyai volume yang sama.

Contoh :

1 liter O_2 dalam keadaan normal beratnya 1,429 gram. Berapa volume 1 mol gas dalam keadaan normal?

Penyelesaian :

$$1 \ell O_2 = \frac{1,429}{32} \text{ mol}$$

$$\text{Jadi 1 mol } O_2 = \frac{32}{1,429} \times 1 \ell$$

$$= 22,4 \ell$$

11.4. Persamaan Gas Ideal (Said : 105)

Persamaan ini merupakan penggabungan dari ketiga hukum gas yang telah dibicarakan diatas.

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

dimana R adalah tetapan gas. Nilai R ini dapat ditentukan dengan jalan sebagai berikut : pada kondisi STP diketahui :

$$V : 22,4 \text{ L}$$

$$T : 273,15 \text{ } ^\circ\text{K}$$

$$P : 1 \text{ atm}$$

$$n : 1 \text{ mol}$$

maka

$$R = \frac{PV}{n \cdot T}$$
$$= \frac{1 \text{ atm} \times 22,44 \text{ l}}{1 \text{ mol} \times 273,15 \text{ } ^\circ K} = 0,08206 \frac{\text{l atm}}{\text{mol } ^\circ K}$$

Satuan R biasanya digunakan sebagai patokan satuan variable-variabel lain. Jadi bila R dinyatakan dalam $\text{l atm/mol } ^\circ K$, maka satuan tekanan harus atm, volume = L, jumlah mol gas = mol dan suhu = $^\circ K$.

Contoh :

Berapa volume dari 3,50g gas Cl_2 pada $45^\circ C$ dan 745 mmHg?

Penyelesaian :

$$P = 745 \text{ mmHg} \times \frac{1 \text{ atm}}{760 \text{ mmHg}} = \frac{745}{760} \text{ atm} = 0,980 \text{ atm}$$

$$n = 3,50 \text{ g } Cl_2 \times \frac{1 \text{ mol } Cl_2}{70,99 \text{ g } Cl_2} = \frac{3,50}{70,9} \text{ mol } Cl_2 = 0,0494 \text{ mol } Cl_2$$

$$R = 0,08206 \frac{\text{L atm}}{\text{mol } ^\circ K}$$

$$T = (45 + 273) \text{ } ^\circ K = 318 \text{ } ^\circ K$$

$$V = \frac{n \cdot R \cdot T}{P}$$
$$= \frac{0,0494 \text{ mol} \times 0,0826 \text{ L atm mol}^{-1} \text{ K}^{-1} \times 318 \text{ K}}{0,980 \text{ atm}}$$
$$= 1,32 \text{ L}$$

11.5. Penentuan Bobot Molekul (Sukardjo : 25)

Bobot Molekul gas dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan gas ideal. Diketahui bahwa

$$n = \frac{m}{BM}$$

keterangan :

n : mol gas

m : massa molekul gas (g)

BM : bobot molekul gas

maka :

$$PV = n \cdot R \cdot T$$

$$P \cdot V = \frac{m \cdot R \cdot T}{BM}$$

Contoh :

Berapa BM suatu gas bila 1,81 gr gas tersebut pada suhu 25°C dan tekanan 737 mmHg mempunyai volume 1,52 L.

Penyelesaian :

$$P = 737 \text{ mmHg} \times \frac{1 \text{ atm}}{760 \text{ mmHg}} = 0,970 \text{ atm}$$

$$V : 1,52 \text{ L}$$

$$m : 1,81 \text{ g}$$

$$R : 0,08206 \text{ L atm mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

$$T : (25 + 273) \text{ }^{\circ}\text{K} = 298 \text{ }^{\circ}\text{K}$$

$$\begin{aligned} BM &= \frac{m \cdot R \cdot T}{P \cdot V} \\ &= \frac{1,81 \text{ g} \times 0,08206 \text{ L atm mol}^{-1} \text{ K}^{-1} \times 298 \text{ }^{\circ}\text{K}}{0,970 \text{ atm} \times 1,52 \text{ L}} \\ &= 30,0 \text{ g/mol} \end{aligned}$$

11.6. Berat Jenis Gas (Said : 100)

Berat jenis dinyatakan dalam m/v sehingga persamaan gas ideal dapat disusun sebagai berikut :

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{(BM) \cdot P}{R \cdot T}$$

Contoh :

Berapa berat jenis O₂ pada kondisi STP?

$$\begin{aligned}\rho &= \frac{m}{V} = \frac{(BM) \cdot P}{R \cdot T} \\ &= \frac{32,0 \text{ g mol}^{-1} \times 1 \text{ atm}}{0,08206 \text{ L atm mol}^{-1} \times 273 \text{ }^\circ\text{K}} \\ &= 1,43 \text{ g/L}\end{aligned}$$

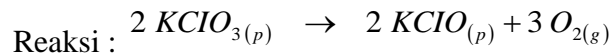
11.7. Gas dalam reaksi kimia

Persamaan gas ideal dapat pula digunakan untuk memecah persoalan reaksi kimia yang melibatkan gas.

Contoh :

Berapa L gas O_2 yang terbentuk pada 735 mmHg dan 26 °C bila 7,81 gr $KClO_3$ dipanaskan?

Penyelesaian :



$$\begin{aligned}\text{Jumlah mol gas } O_2 &= 7,81 \text{ g } KClO_3 \times \frac{1 \text{ mol } KClO_3}{123 \text{ g } KClO_3} \times \frac{3 \text{ mol } O_2}{2 \text{ mol } KClO_3} \\ &= 9,0952 \text{ mol } O_2\end{aligned}$$

$$P = 735 \text{ mmHg} \times \frac{1 \text{ atm}}{760 \text{ mmHg}} = 0,967 \text{ atm}$$

$$n : 0,0952 \text{ mol}$$

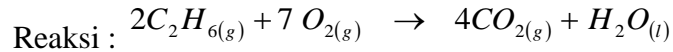
$$R : 0,08206 \text{ L atm mol}^{-1} \text{K}^{-1}$$

$$T : (26 + 273) \text{ }^\circ\text{K} = 299 \text{ }^\circ\text{K}$$

$$\begin{aligned}V &= \frac{n \cdot R \cdot T}{P} \\ &= \frac{0,0952 \text{ mol} \times 0,08206 \text{ L atm mol}^{-1} \text{K}^{-1} \times 299 \text{ }^\circ\text{K}}{0,967 \text{ atm}} \\ &= 2,42 \text{ } \ell\end{aligned}$$

Contoh :

60 gram etana (C_2H_6) dibakar dengan gas oksigen (O_2) pada suhu $120^\circ C$ dan tekanan 1,5 atm. Hitunglah volume O_2 yang diperlukan serta volume CO_2 yang terbentuk!

Penyelesaian :

$$\begin{aligned} \text{Jumlah mol } O_2 &= 60g C_2H_6 \times \frac{1 \text{ mol } C_2H_6}{30g C_2H_6} \times \frac{7 \text{ mol } O_2}{2 \text{ mol } C_2H_6} \\ &= 7,0 \text{ mol } O_2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume } O_2 &= \frac{7 \text{ mol} \times 0,08206 \ell \text{ atm mol}^{-1} K^{-1} \times 393^0 K}{1,5 \text{ atm}} \\ &= 150,31 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah mol } CO_2 &= 60g C_2H_6 \times \frac{1 \text{ mol } C_2H_6}{30g C_2H_6} \times \frac{4 \text{ mol } CO_2}{2 \text{ mol } C_2H_6} \\ &= 4,0 \text{ mol } CO_2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume } CO_2 \text{ yang terbentuk} &= \frac{4 \cdot \text{mol} \times 0,08206 \ell \text{ atm mol}^{-1} K^{-1} \times 393^0 K}{1,5 \text{ atm}} = 85,9 \ell \end{aligned}$$

11.8. Campuran gas

Persamaan gas ideal dapat pula digunakan untuk menghitung campuran gas. Nilai n pada persamaan gas ideal haruslah merupakan jumlah mol dari gas-gas yang terdapat dalam campuran.

Contoh :

Berapa tekanan yang ditimbulkan oleh campuran antara 1g gas H_2 dan 5,0g gas He, bila campuran tersebut dimasukkan kedalam wadah yang bervolume 5,0 pada $20,0^\circ C$?

Penyelesaian :

$$\begin{aligned} n \text{ total} &= \left(1,0g H_2 \times \frac{1 \text{ mol } H_2}{2g H_2} \right) + \left(5,0g He \times \frac{1 \text{ mol } He}{4g He} \right) \\ &= 0,5 \text{ mol } H_2 + 1,25 \text{ mol } He \\ &= 1,75 \text{ mol gas} \end{aligned}$$

$$P = \frac{n \cdot total \cdot R \cdot T}{V}$$

$$P = \frac{1,75 \text{ mol} \times 0,08206 \text{ L atm mol}^{-1} \text{ K}^{-1} \times 293 \text{ K}}{5,0 \text{ L}}$$

$$= 8,4 \text{ atm}$$

Selain itu John Dalton mengemukakan bahwa tekanan partial dari gas-gas dalam campuran adalah dengan tekanan total dari campuran gas tersebut. Misalkan campuran gas terdiri dari gas A, B, C.

$$P_{total} = P_A + P_B + P_C$$

$$= \frac{n_A \cdot R \cdot T}{V} + \frac{n_B \cdot R \cdot T}{V} + \frac{n_C \cdot R \cdot T}{V}$$

$$= \frac{R \cdot T}{V} (n_A + n_B + n_C)$$

$$n_A + n_B + n_C = n_{total}$$

Bentuk lain hukum *Dalton* yang dikenal dengan hukum *Amagast*, berguna dalam perhitungan campuran gas yang komposisinya dinyatakan dalam proses volume.

$$V_{total} = \frac{n_{total} \cdot R \cdot T}{P_{total}}$$

$$= \frac{n_A \cdot R \cdot T}{P_{total}} + \frac{n_B \cdot R \cdot T}{P_{total}} + \frac{n_C \cdot R \cdot T}{P_{total}}$$

$$= V_A + V_B + V_C$$

Suatu persamaan lain yang berguna dalam perhitungan campuran gas adalah perbandingan antara volume partial terhadap volume total atau tekanan partial terhadap tekanan total.

$$\frac{P_A}{P_{total}} = n_A \cdot \frac{RT}{\frac{V_{total}}{n_{total} \cdot RT}} = \frac{n_A}{n_{total}}$$

$$\frac{V_A}{V_{total}} = n_A \cdot \frac{RT}{\frac{P_{total}}{n_{total} \cdot RT}} = \frac{n_A}{n_{total}}$$

$$\frac{n_A}{n_{total}} = \frac{P_A}{P_{total}} = \frac{V_A}{V_{total}}$$

Contoh :

Udara terdiri dari campuran gas nitrogen 78,08%, oksigen 20,45%, Argon 0,93% dan CO₂ 0,03%. Berapa tekanan partial dari gas-gas tersebut bila tekanan udara 1 atm?

Penyelesaian :

Misal volume total = 100,0 L

$$V_{N_2} = 78,08 \ell \quad V_{Ar} = 0,93 \ell$$

$$V_{O_2} = 20,95 \ell \quad V_{CO_2} = 0,03 \ell$$

$$P_{N_2} = \frac{V_{N_2}}{V_{total}} \times P_{total} = \frac{78,08 \ell}{100,0 \ell} \times 1 \text{ atm} = 0,7808 \text{ atm}$$

$$P_{O_2} = \frac{V_{O_2}}{V_{total}} \times P_{total} = \frac{20,95 \ell}{100,0 \ell} \times 1 \text{ atm} = 0,2095 \text{ atm}$$

$$P_{Ar} = \frac{V_{Ar}}{V_{total}} \times P_{total} = \frac{0,93 \ell}{100,0 \ell} \times 1 \text{ atm} = 0,0093 \text{ atm}$$

$$P_{CO_2} = \frac{V_{CO_2}}{V_{total}} \times P_{total} = \frac{0,03 \ell}{100,0 \ell} \times 1 \text{ atm} = 0,0003 \text{ atm}$$

Pertanyaan :

1. Tentukan volume 1,0g gas-gas berikut (STP)
 - a. hidrogen sulfida
 - b. metana
 - c. oksigen
 - d. etana
 - f. nitrogen
2. Massa 1 ℓ gas B pada suhu 25°C dan tekanan 70 Cm Hg 4,0g. Berapa Mr gas B?

BAB XII

PERANAN BAHAN-BAHAN KIMIA DALAM BIDANG INDUSTRI

TUJUAN INSTRUKSIONAL

Diharapkan agar mahasiswa memahami dan mengerti tentang Peranan bahan-bahan Kimia dalam bidang industri, apa saja bahan kimia yang digunakan dalam berbagai industri seperti bahan yang terdapat pada industri deterjen, bahan kimia dalam industri makanan, industri alat-alat listrik dan lain sebagainya.

12.1. Pengertian bahan kimia

Sebelum diuraikan tentang peranan bahan kimia dibidang elektro terlebih dahulu perlu dijelaskan pengertian bahan-bahan kimia. Bahan kimia disini adalah :

- 1 Unsure logam yang telah ada dialam dalam keadaan relative murni. Contoh : air raksa, magnesium.
- 2 Senyawa kimia yang telah ada di alam yang langsung dipergunakan tanpa melalui pengolahan yang sulit. Contoh : pasir, udara
- 3 Zat kimia yang telah ada di alam tetapi perlu proses lebih lanjut agar dapat digunakan dalam bidang elektro. Contoh : semen, minyak bumi, plastic.

Peranan bahan kimia dalam bidang elektro dapat dikelompokkan :

- 4 Sebagai bahan penyekat listrik
- 5 Sebagai bahan penghantar listrik
- 6 Sebagai bahan tahanan
- 7 Sebagai bahan magnetis

12.2. Bahan kimia sebagai bahan penyekat listrik

Tujuan penyekat listrik adalah agar arus listrik tidak dapat mengalir jika pada bahan penyekat tersebut diberi tegangan listrik. Bahan kimia sebagai bahan penyekat dapat dikelompokkan menjadi 3 bagian.

12.3. Bahan kimia dalam bentuk padat

Jenis bahan kimia dalam bentuk padat sebagai bahan penyekat diantaranya adalah seperti berikut :

1. Asbes

Asbes merupakan bahan yang berserat, fleksibel, lunak atau lemas semacam sutera. Komposisi asbes bermacam-macam antara lain adalah $Mg_6Si_4O_{10}(OH)_8$, Nafe $(SiO_3)_2 FeSO_3$, $Ca_2Fe_5Si_8O_{22}(OH)_2$ dan lain-lain. Keistimewaan asbes adalah :

1. Tidak dapat terbakar, tahan panas tinggi
2. Tidak menghantarkan panas

Pada umumnya asbes digunakan sebagai penyekat listrik untuk tegangan rendah dan penyekat panas. Berdasarkan keistimewaan asbes, maka banyak sekali dipergunakan pada peralatan listrik, misalnya : seterika listrik, kompor listrik, pemanas listrik. Pada penyekat panas, elemen pemanas dibalut dengan benang-benang asbes. Misalnya pada mesin listrik yang bekerja dengan beban berat dan tidak teratur yaitu motor trem listrik, Derek dan pompa. Lilitan motor tersebut dibalut dengan asbes.

Untuk mempertinggi daya sekat listriknya, asbes dicelupkan kedalam pernis atau siriak. Hal tersebut juga memberikan kekuatan mekanik dan lebih tahan air. Selain dibuat benang asbes juga dibuat dalam bentuk lempengan tipis disebut kertas asbes. Serat-serat asbes dipres dengan lapisan kertas ditambah bahan perekat dipakai untuk membungkus elemen pemanas listrik.

Semen asbes dibuat dari bahan semen Portland sebagai pengikat dan asbes sebagai pengisi dipres dalam keadaan dingin dibentuk menjadi papan lempeng, tabung atau pipa dan lain-lain.

Contoh :

Asbes berbentuk papan dipergunakan sebagai panel distribusi sebagai penyekat pada tempat yang memungkinkan terjadinya bunga api, misalnya pada kontak penghubung dan bentuk tabung atau pipa untuk selongsong bagian benda yang memerlukan penyekaatan.

2. Mika

Mika mempunyai beberapa komposisi diantaranya, $KAl_2(Si_2O_5)_2$ (mika putih), $KMg_3(Si_3O_{10})(OH)_2$ (mika ember), $K(Mg, Fe)_3(Si_3O_{10})(OH)_2$ (mika hitam). Sifat-sifat teknis mika adalah :

- Daya sekat listrik dan kekuatan mekanis sangat tinggi
- Tahan panas dan tahan air (tidak dapat dilalui air) yang baik sekali.
- Sangat ringan warnanya bening (transparan) dan licin mengkilat
- Pada temperature 1250°C mika mulai berpilar
- Jika dipanaskan sampai temperature yang tinggi mika akan mengeluarkan air yang merupakan bagian dari susunannya. Dalam hal demikian maka telah kehilangan kekuatan mekanisnya mudah retak sehingga daya hantar sekatnya berkurang.

Contoh :

- Menyekat elemen pemanas pada alat kompor listrik, setrika listrik, pemanggang roti.
- Penyekat komutator antara lamel-lamelnnya.
- Mesin-mesin tegangan tinggi (turbogenerator, hidroelektrik generator) pada komutatornya.
- Sebagai dielektrika kondensator

3. Kertas

Bahan dasarnya adalah selulosa yang terdapat pada serat tumbuh-tumbuhan. Sifat-sifat kertas adalah :

- Mudah menyerap cairan
- Kekuatan kerta tergantung pada kadar airnya
- Fleksibel, lunak

Contoh : pembalut lilitan kawat dan kumparan, penyekat kabel dan kondensator kertas.

4. Gelas

Komposisi utamanya adalah silica (SiO_2) dan beberapa oksida lain yang berfungsi sebagai pelengkap untuk memperbaiki mutu gelas, misalnya B_2O_3 , P_2O_5 , CaO , Na_2O dan lain-lain. Sifat-sifat gelas pada umumnya adalah :

- Zat padat
- Amorf (tidak berupa kristal)
- Bening (dapat ditembus oleh cahaya)

- Keras, tetapi rapuh (mudah pecah)
- Kurang baik sebagai penghantar panas
- Tidak dapat larut didalam beberapa jenis zat pelarut
- Bila dipanasi melunak sehingga mudah dibentuk.

Tanda-tanda gelas yang baik adalah :

- Tidak ada gelembung-gelembung udara
- Tidak ada garis-garis pada permukaannya
- Bunyinya nyaring
- Permukaannya rata
- Tebalnya sama

Dalam bidang teknik listrik gelas dipergunakan untuk peralatan yang memerlukan temperatur lebih dari 180°C yaitu untuk :

- Bola lampu pijar
- Bola lampu TL
- Bak akumulator
- Thermometer kontak

5. Keramik

Bahan dasar keramik adalah tanah liat (lempung) yang mengandung Al silikat. Keramik dibakar agar semua air kristalnya hilang sehingga tidak dapat lunak lagi walaupun diberi air. Keramik yang dipergunakan untuk peralatan listrik harus mempunyai daya sekat yang besar sehingga dapat menahan gaya mekanis yang besar pula. Keramik terdiri atas beberapa macam antara lain :

- Steatit atau soapstone

Steatite terdiri atas : $Mg_5Al_2Si_3O_{10}(OH)_8$ (mineral klorit). (magnesite), $MgSiO_3$ (enstatit), $Mg_6Si_4O_{10}(OH)_8$ (serpentin). Dipasaran bahan-bahan ini dikenal dengan nama *frequelutit* dan *radiolit*. Sifat-sifat steatite adalah :

- tahan panas
- bila dipanaskan dalam waktu yang lama sifat mekanisnya makin baik
- pada waktu pemanasan tidak mengalami perubahan bentuk
- tahan terhadap asam

- mampu menahan gaya tekan yang besar dan tidak mudah pecah, tidak menghantarkan panas dan listrik.

Contoh :

- Bagian dalam scalar dan kontak tusuk membuat manik-manik penyekat kawat penghubung yang dapat melentur (fleksibel) dan letaknya berdekatan dengan alat pemanas listrik.
- Membuat tabung penerus (*tube*), pena kontak baut dan badan pemanas misalnya kompor listrik dan seterika listrik.

Contoh : penyekat lonceng dipakai untuk jaringan hantaran listrik, penyekat untuk instalasi hantaran tegangan tinggi.

6. Plastik

Plastik merupakan polimer dari senyawa organik seperti polietilen ($-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$)_n, polivinil klorida ($-\text{CH}_2-\text{CHCl}-$)_n, polipropilen ($-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$)_n. Plastik ada juga yang diberi tambahan senyawa anorganik untuk memperbaiki kualitas plastic. Plastik kurang baik dibuat untuk barang yang harus mengalami panas yang tinggi dan menahan beban.

Sifat-sifat plastik adalah ringan, daya hantar panas sangat rendah, tahan air, daya sekat tinggi dan temperature pemakaian maksimum 120°C. Contoh penggunaannya adalah untuk kapasitor dan penyekat dan pipa.

7. Karet

Karet alam merupakan polimer isoprene yang mempunyai struktur ($-\text{CH}_2 - \text{C} = \text{CH} - \text{CH}_2-$)_n



- Karet alam mempunyai sifat elastis, kenyal dapat larut dalam bensin.

Contoh :

- pita penyekat pada sambungan kawat, ujung kabel
- alas pada bagian yang harus menahan tumbukan
- pipa karet untuk menyekat sepatu kabel

- Ebonit

Bahan dasar ebonite adalah karet ditambah belerang (S) melalui proses vulkanisasi. Untuk menambah sifat kekerasan dicampur dengan belerang 30% sampai 50%. Ebonit mempunyai sifat, tahan asam, tidak menyerap air, tidak tahan panas.

Contoh : bahan penyekat listrik, bak aki.

12.4. Bahan-bahan kimia yang berupa zat cair

Jenis bahan kimia penyekat listrik yang berupa zat cair sebagai penyekat listrik, diuraikan antara lain seperti berikut :

- Minyak transformator adalah hasil pemurnian minyak bumi. Minyak ini terutama dipakai sebagai pendingin pada inti lilitan dan bagian lain yang diperlukan.

Caranya : Inti dan lilitan pada transformator atau seluruh kontak pada pemutus arus, seluruhnya dimasukkan ke dalam bak yang berisi minyak transformator sehingga minyak merupakan bahan penyekat.

12.5. Bahan kimia yang berupa gas

Jenis bahan kimia penyekat listrik yang berupa gas diantaranya diuraikan dibawah ini :

- **Nitrogen (N_2)**

Sifat-sifat gas nitrogen adalah :

1. tidak berwarna, tidak berbau dan tidak berasa
2. tidak dapat terbakar
3. sangat sedikit larut dalam air
4. sukar bersenyawa dengan unsure-unsur lain

Contoh penggunaan gas nitrogen adalah untuk pengendali saluran kabel pengisi (distribusi) untuk mengetahui keadaan penyekat kabel yang dipakai. Dengan cara, kabel tanah yang didalamnya berlubang diisi dengan gas N_2 pada tekanan 1,5 kg/cm² sampai 3 kg/cm². Apabila terjadi kerusakan pada kabel maka tekanan gas N_2 menurun dengan demikian dapat dikendalikan dengan mudah.

- **Hidrogen (H_2)**

Sifat-sifat gas hydrogen adalah :

1. tidak berwarna, tidak berbau dan tidak berasa

2. merupakan gas yang teringan
3. mudah terbakar
4. nyala H₂ tidak berwarna dan menimbulkan energi panas yang banyak
5. dengan udara H₂ merupakan campuran yang mudah meledak
6. merupakan pereduksi yang kuat
7. sukar larut dalam air

Contoh penggunaannya adalah sebagai pendingin turbogenerator dan kondensor sinkron sebab lebih efisien, lebih bersih, bahan penyekat yang ada pada turbogenerator lebih awet karena tidak mudah teroksidasi akan tetapi gas H₂ dapat menimbulkan ledakan.

12.6. Bahan kimia sebagai penghantar listrik

Bahan kimia sebagai penghantar listrik adalah bahan kimia yang dapat menghantarkan arus listrik bila bahan kimia tersebut diberi tegangan listrik. Bahan kimia sebagai bahan penghantar listrik dapat dikelompokkan menjadi :

- penghantar listrik berbentuk padat
- penghantar listrik berbentuk cair
- penghantar listrik berbentuk gas

1. Penghantar listrik berbentuk padat

Penghantar listrik berbentuk padat kebanyakan dari logam kecuali grafit. Jenis penghantar listrik berbentuk padat antara lain dijelaskan dibawah ini :

Tembaga

Sifat-sifat tembaga adalah

- logam berwarna kemerah-merahan, agak keras, tetapi sangat kenyal, tahan terhadap udara, tahan udara lembab dan dapat diregang (ditarik).
- Titik cairnya 1083°C dan titik didihnya 2595°C
- Bila dipanaskan akan terbentuk lapisan hitam yaitu oksida tembaga
- Memiliki daya hantar yang baik
- Tidak bereaksi dengan HCl dan asam sulfat encer bila tidak ada udara tetapi bereaksi dengan asam sulfat pekat membentuk sulfur dioksida.



- Mudah bereaksi dengan asam nitrat menjadi kupri nitrat
- Tahan karat oksidanya mudah dipatri maupun dilas

Contoh :

- Kabel, tembaga dipijarkan pada temperature 350°C kemudian didinginkan pada udara terbuka sehingga tegangan tariknya naik 40% dan mudah dibentuk menjadi kabel dengan cara ditarik serta daya hantarnya naik.
- Tempat pelindung kumparan yang dipakai pada peralatan radio
- Pengatur kontak dan lamel komutator

Aluminium

Sifat-sifat logam aluminium adalah

- logam ringan dan berwarna putih keperak-perakan
- titik cair 657°C dan titik didih 1800°C
- mudah ditarik, ditempa dan digulung pada temperature ruang
- setelah mengalami tarikan menjadi keras pada temperature ruang tetapi setelah dipijarkan dan didinginkan menjadi lunak kembali
- tahan udara, tetapi mudah bereaksi dengan HCl, CH₃COOH, KOH, serta NaOH. Asam nitrat tidak bereaksi dengan aluminium sedangkan asam sulfat sedikit bereaksi dengan aluminium.
- Daya hantarnya 60% dari daya hantar tembaga

Contoh :

- kabel dengan komposisi 99,5% Al dan 0,5% campuran Fe, Si dan Cu. Aluminium yang kuat ditarik dicampur dengan Mn, Si, atau Fe.
- Karena daya hantarnya hanya 60% dari daya hantar tembaga maka kalau digunakan untuk penghantar diatas tanah, harus diikat dahulu dengan kawat baja supaya kuat bila ditarik. Aluminium tidak digunakan untuk kabel tanah karena perlu penampang yang sangat besar dan juga tidak digunakan untuk lilitan mesin listrik karena perlu penampang yang besar pula.

Baja

Jenis baja yang banyak terdapat dipasaran adalah baja arang (carbon steel) mengandung besi dengan campuran Mn 0,45%, Si 0,25%, C 0,2%. Semakin tinggi persentase karbon maka kekuatan tarik dan kekerasan baja bertambah. Batas maksimum persentase karbon adalah 1,7% bila lebih besar, sifat regang dan titik leburnya berkurang.

Sifat-sifat baja adalah :

- mudah berkarat
- bukan penghantar yang baik

Contoh :

- untuk kawat (baja kadar C = 0,1% sd 0,15%)
- sebagai kawat baja untuk transmisi dilapisi tembaga supaya tahan karat
- kabel transmisi diatas tanah biasanya hanya berfungsi sebagai penguat dari aluminium dengan cara kawat baja dililit oleh aluminium.

Seng

Sifat-sifat logam seng adalah

- berwarna putih kebiru-biruan
- pada temperature biasa mudah patah dan daya mekanis tidak kuat
- titik cair 419°C dan titik didih 906°C
- berat jenis 7,1 dan tahanan jenis 0,12 ohm mm²/m
- kekal dalam udara karena terjadi lapisan seng karbonat yang melindunginya dari udara
- pada temperature 100-150°C menjadi lunak, mudah ditempa dan mudah dituang
- mudah bereaksi dengan asam dan membentuk H₂ :
$$Zn + H_2SO_4 \rightarrow ZnSO_4 + H_2$$
- kalau dipanasi dalam udara akan terbakar dengan nyala berwarna biru dan membentuk ZnO.

Contoh :

- bahan selongsong elemen kering yang berfungsi sebagai kutub negative
- elektroda pada elemen galvanic dan dibuat kawat

Timah hitam

Sifat-sifat logam timah hitam (Pb)

- berwarna kebiru-biruan, lekas kusam karena tertutup oleh oksida yang warnanya abu-abu
- titik cair 325°C dan titik didih 1560°C
- berat jenisnya 11,4 sedangkan tahanan jenisnya 0,34 ohm mm²/m
- lunak, mudah ditekan dan mudah dipotong-potong pada temperature ruang
- tahan terhadap udara (karena terbentuk oksida), tahan terhadap H₂SO₄ dan HCl (karena garamnya sukar larut)
- tidak tahan terhadap asam cuka (karena garamnya mudah larut), HNO₃ (karena garamnya mudah larut), kapur dan adonan beton yang basah.

Contoh :

- sebagai pelindung kabel laut
- sebagai pelat aki
- sebagai kutub akumulator
- sebagai bahan soldir, dicampur dengan timah putih

Timah putih

Sifat-sifat logam timah putih adalah

- warna putih mengkilat dan tidak beracun
- titik cair 232°C dan titik didih 1500°C
- lunak dan sifat mekanis tidak kuat
- berat jenis 7,3 dan tahanan jenis 0,15 ohm mm²/m
- tahan terhadap udara
- tidak tahan terhadap HCl dan H₂SO₄ (karena garamnya larut)

Contoh :

- pelapis tembaga pada hantaran yang bersekat karet dan hantaran tanah
- pelapis peralatan listrik agar tahan karat
- sepatu kabel, kontak penghubung rel-rel, kotak sekering, papan penghubung dan pelat-pelat tipis untuk kapasitor
- bahan soldir dicampur dengan Pb

Karbon dan grafit

Sifat-sifat karbon adalah

- tahanan listriknya lebih tinggi dari pada logam
- merupakan penghantar yang baik
- tidak elastis sehingga mudah patah dan retak
- pada temperature ruang tidak dapat bereaksi dengan unsure-unsur lain
- reduktor yang kuat pada temperature tinggi
- mudah larut dalam besi cair

Sifat-sifat grafit adalah

- Merupakan kristal yang berwarna hitam
- Tidak terpengaruh oleh O₂ di udara pada temperature tinggi

Contoh :

- Karbon digunakan sebagai elektroda pada elemen kering, tungku listrik, sikat mesin listrik
- Grafit, digunakan pada elektrolisis karena bersifat lebih murni dari bahan yang mengandung karbon lain, penghantar yang baik, tahan terhadap oksidasi

Perak (Ag)

Sifat-sifat logam perak adalah

- Lunak, elastis dan mengkilat
- Mudah dibentuk dan ditarik pada temperature ruang
- Titik cair 960°C
- Berat jenisnya 10,5 dan tahanan jenisnya 0,016 ohm mm²/m
- Daya hantar listriknya lebih tinggi dari tembaga (Cu)
- Dapat dipatrikan pada besi (Fe) dan tembaga (Cu)
- Sukar teroksidasi

Contoh :

- Kumparan alat ukur
- Kawat yang sangat lembut pada pengaman lebur (sekering)
- Titik kontak

Platina (Pt)

Sifat-sifat platina adalah

- Tidak mudah berkarat, berwarna putih keabu-abuan
- Dapat ditempa, ditarik
- Tahan terhadap sebagian besar zat kimia
- Titik cair 1774°C
- Berat jenis 21,5 dan tahanan jenisnya 0,42 ohm mm²/m

Contoh :

- Sebagai pelindung kabel laut
- Sebagai pelat aki
- Sebagai kutub akumulator
- Sebagai bahan soldir, dicampur dengan timah putih

Wolfram (W)

Sifat-sifat logam wolfram adalah

- Berwarna abu-abu dan keras
- Titik cair 3400°C dan titik didihnya 59°C
- Berat jenisnya 20 dan tahanan jenisnya 0,055 ohm mm²/m

Contoh :

- Katoda tabung electron
- Kawat pijar (filamen)
- Kawat elemen pemanas, elektroda tabung sinar x

Molibdenum (Mo)

Sifat-sifat logam Molibdenum adalah

- Titik cairnya 2620°C dan titik didihnya 3700°C
- Tahanan jenisnya 0,048 ohm mm²/m
- Keras dan tahan karat

Contoh :

- Katoda tabung electron
- Lampu sinar x
- Kawat elemen pemanas

2. Penghantar berbentuk cair

Jenis penghantar listrik yang berbentuk cair antara lain dijelaskan di berikut ini :

Air raksa (Hg)

Sifat-sifat air raksa adalah

- Satu-satunya logam cair pada temperature biasa
- Warna putih perak dan tahan terhadap udara
- Dapat melarutkan hampir semua logam kecuali Pt, Ni dan Fe
- Titik bekunya -39°C dan titik didihnya 357°C
- Tahanan jenisnya $0,95 \text{ ohm mm}^2/\text{m}$ sedangkan koefisien temperature tahanan $0,00027^{\circ}\text{C}$
- Mudah dioksidasi jika dipanasi diudara
- Uap air raksa sangat beracun.

Contoh :

- Lampu-lampu uap air raksa
- Penghubung atau sekelar air raksa
- Mengukur sifat-sifat dielektrikum padat
- Menghindarkan kontak-kontak listrik atau elektronika terbakar pada saat menghubungkan atau memutuskan rangkaian arus

Asam sulfat (H_2SO_4)

Sifat-sifat asam sulfat adalah

- Zat cair dengan massa jenis = $1,85 \text{ gram/ml}$
- Zat yang sangat higroskopis (menarik air)
- Jika dicampur dengan air menimbulkan panas
- Merupakan oksidator dan asam kuat

Contoh : penggunaannya adalah untuk mengisi aki

3. Penghantar berbentuk gas

Umumnya gas digunakan untuk lampu penerangan. Tidak semua gas sebagai penghantar missal pada lampu pijar. Lampu pijar biasanya diisi gas Ar, Kr, N dan He. Gas-gas tersebut digunakan agar lampu bersinar dengan warna yang dikehendaki misalnya kuning, biru, ungu dan lain-lain. Disamping itu untuk menjaga agar filamen lebih tahan terhadap panas tinggi dan supaya

memperkuat cahaya lampu. Jadi fungsi gas di sini merupakan penghantar pada lampu filuoresen yaitu lampu yang berpendar karena ada energi listrik dari luar.

12.7. Bahan kimia sebagai bahan tahanan (resistor)

Bahan tahanan umumnya mempunyai tahanan jenis tinggi atau bersifat menghambat arus listrik dan dibuat dari paduan logam. Pemakaian tahanan dapat digolongkan menjadi tiga pemakaian :

1. Pembuatan kotak tahanan, standar dan shunt, karena bahan tahanan memiliki tahanan jenis yang tinggi, koefisien temperatur tahanan mendekati nol, daya elektromotoris termo yang kecil artinya tegangan yang timbul karena panas kecil.
2. Tahanan dan rheostat
3. Unsur pemanas listrik, kompor dan semacamnya bahan dapat menimbulkan panas yang tinggi, bahan tahanan tidak mudah teroksidasi sehingga tidak mudah berkarat.

Jenis bahan tahanan yang banyak dipergunakan antara lain dijelaskan seperti dibawah ini :

Nikelin

Nikelin adalah paduan Cu (kurang dari 58%). Ni (kurang dari 42%) dan Zn (sisanya).

Sifat-sifat nikel adalah :

- warna putih perak
- tahanan jenisnya 0,42 ohm mm²/m
- temperatur kerja 400-500 °C

Contoh penggunaannya adalah untuk :

- elemen pemanas (rheostat)
- dapat digunakan pada termokopel

Manganin

Manganin merupakan paduan Cu (86%). Mn (12%) dan Ni (2%)

Sifat-sifatnya manganin adalah

- warna coklat kemerah-merahan
- tahanan jenisnya 0,42 ohm mm²/m
- kekuatan tarik 40-50 kg/mm².
- Koefisien temperatur tahanan dan daya elektromotoris termalnya rendah.

- Temperatur kerja paling tinggi 70°C
- Cepat teroksidasi tetapi perubahan temperatur tidak banyak berpengaruh.

Contoh penggunaannya adalah :

- sebagai peukur
- sebagai kotal tahanan
- sebagai tahanan standar dan shunt

Nikrom

Nikrom merupakan paduan antara Ni dan Cr, kadang-kadang dicampur Fe sehingga menjadi nikrom-besi dengan komposisi : Ni (58-62%), Cr (15-17%) dan Fe (sisanya).

Sifat-sifatnya adalah :

- tahanan jenisnya 1 ohm mm²/m
- tegangan tarik 70 kg/mm².
- Tidak mudah teroksidasi oleh udara pada temperatur tinggi.
- Dapat tahan panas lebih dari 1000 °C

Contoh penggunaannya adalah sebagai elemen pemanas, pada peralatan pemanggang, seterika listrik dan kompor listrik

Konstantan

Konstantan merupakan paduan antara logam Cu (60%) dan Ni (40%)

Sifat-sifatnya adalah :

- tahanan jenisnya 0,5 ohm mm²/m dan kekuatan tariknya 40-50 kg/mm².
- kenaikan temperatur hampir tidak mempengaruhi besar tahanan
- temperatur kerja 400-500 °C
- jika bersambungan dengan Cu konstantan menimbulkan daya elektromotoris termo yang tinggi.

Contoh penggunaannya adalah :

- sebagai elemen pemanas atau rheostat
- dalam termokopi untuk mengukur temperatur sampai tinggi

12.8. Bahan kimia sebagai bahan magnetis

Bahan magnetis dapat dibagi menjadi dua jenis yaitu :

1. Bahan magnetis lunak

Bahan ini sangat mudah menjadi magnet, artinya apabila didekatkan dengan magnet lain, bahan ini dengan mudah menjadi magnet. Bahan seperti ini baik sekali untuk pembuatan magnet-magnet listrik.

2. Bahan magnetis yang selalu mempertahankan kemagnetannya

Bahan seperti ini baik sekali untuk pembuatan magnet permanen.

Jenis bahan kimia yang banyak dipakai sebagai bahan magnet antara lain dijelaskan dibawah ini :

Pelat baja listrik

Bahan baja lunak yang dipadu dengan silikon merupakan bahan magnet yang penting dalam bidang elektro. Perpaduan dengan silikon perlu untuk memperbaiki sifat magnetis baja. Sifat tahanan listriknya akan naik sehingga kerugian arus pusar dan histeresis akan menurun tetapi bila silikon semakin banyak akan berakibat :

- berat jenisnya berkurang
- sifat mekanisnya menjadi kurang baik
- baja menjadi sangat rapuh

Contoh penggunaannya adalah untuk :

- pembuatan transformator tenaga dibuat dari baja transformator yang mengandung Si 4%
- mesin-mesin listrik dibuat dari baja dinamo yang mengandung Si 1%-2%

Bahan paduan besi-nikel

Paduan besi-nikel yang mengandung Ni 20% bersifat non-magnetis. Jika Ni makin banyak maka sifat kemagnetannya makin besar. Jika Ni 78,5%, maka permeabilitas magnet mencapai puncaknya. Paduan besi-nikel kadang-kadang diberi Cu, dinamakan *permalloys*. Jika *permalloys* itu mengandung Ni 40%-50% disebut *permalloys* nikel rendah, sedangkan *permalloys* yang mengandung Ni 72%-80% disebut *permalloys* nikel tinggi. *Permalloys* mengandung Ni dengan kadar tinggi, permeabilitasnya juga tinggi setelah mengalami pemanasan khusus.

- **Alsifer**

Alsifer adalah singkatan dari aluminium, silikon, ferrum yang mengandung Si (9,5%), Al (5,6%) dan Fe (sisanya).

Sifat-sifatnya adalah :

Tahanan jenisnya 0,81 ohm mm²/m, bahan sangat rapuh sehingga mudah dijadikan serbuk untuk pembuatan magnetodielektrik (magnet yang diisi serbuk).

Contoh penggunaannya adalah :

Magnetodielektrik dipakai untuk inti-inti lingkaran magnet yang bekerja pada frekuensi sangat tinggi.

- **Ferrit**

Ferrit mengandung Fe₂O₃ (ferri oksida) dengan oksida-oksida lain diantaranya NiO (nikeloksida) dan ZnO (seng-oksida).

Sifat-sifat ferrit adalah :

Keras dan rapuh sehingga dapat dibentuk dengan jalan dipres/ditekan. Permeabilitasnya tinggi dan seperti bahan magnet lainnya permeabilitasnya menurun dengan kenaikan frekuensi.

Contoh penggunaannya adalah :

Sebagai semikonduktor, dipakai sebagai inti magnet dalam frekuensi tinggi, sebagai bahan magnet tidak permanen.

12.9. Bahan-bahan magnet permanen

- Baja karbon dengan tambahan wolfram (W), kromium (Cr) atau kobalt (Co), merupakan bahan magnet yang baik tetapi harganya mahal.
- Alni (Aluminium-nikel-besi), Al, Ni, Fe, Si), Alnico dan magnico (Mg-Ni-Co) mempunyai sifat-sifat magnet yang baik dan ongkos pembuatannya murah serta merupakan bahan yang sangat keras.
- Baja karbon murni, baja wolfram murni, baja krom murni dan baja kobalt murni harus atau dilapisi dalam air atau minyak mineral lebih dulu sebelum dijadikan magnet agar menjadi bahan magnet permanen yang baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Arja SK, et.al, 1992, Logam dan Non Logam (Untuk SMA), Pakar Raya Bandung
- Bodner, G M and Pardue, HL, Chemistry An experimental Science 2/e, Jhon Wiley & Son, Singapore, 1995
- Chang, R., 2005, Chemistry, 8th ed., New York, Mc Graw – Hill
- Keenan, Charless W (et al.)- Pujaatmaka, Ilmu kimia Universitas (Terjemahan), Erlangga, Jakarta 1999
- Petrucci, R.H. 1990. College Chemistry : Principles and Modern Application fourth Edition . Collier Macmillan Inc. New . York.
- Poling dan Harsono, R. 1984. Ilmu Kimia. Erlangga. Jakarta .
- Petrucci, Ralp H- Suminar, Kimia Dasar Prinsip dan Terapan Modern Erlangga Jakarta , 1999.
- Rosenberg, L.J . 1972. College Chemistry : Fifth edition. Mc. Graw Hill International Book Company. New York.
- Said, M., dan M. Amin. 1987. Kimia Dasar. Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya. Palembang
- Sukarjo., 1985. Cetakan pertama Februari Penerbit BINA AKSARA Jakarta
- Sudarmo Unggul ., 2016 KIMIA 3 untuk SMA / MA Klas XII berdasarkan kurikulum 2013 edisi revisi ., Penerbit ERLANGGA
- Tutu subowo dan Sunjaya Akhmad ., 1978 Cetakan pertama , Penerbit ARMICO Bandung



PROFIL PENULIS

Lahir di Baturaja , tanggal 20 Maret 1961, Ayah bernama Selamin (Almarhum) adalah seorang pensiunan Mayor Polisi dan bertugas di Baturaja Sumatera Selatan dan berasal dari Muaradua Kisam Ogan Komring Ulu , sedangkan Ibu bernama Saipah (Almarhumah), adalah seorang ibu rumah tangga biasa yang berasal dari Mentok Bangka. Merupakan anak ke 4 dari 4 bersaudara, yang semasa kecil tinggal dan bersekolah di Baturaja, TK Bhayangkari (hanya 1 tahun) , kemudian melanjutkan ke SD negeri 14 dan lulus tahun 1973, setelah itu melanjutkan di SMP negeri 1 Baturaja lulus tahun 1976 , selanjutnya bersekolah di SMA Negeri Baturaja dan lulus tahun 1980.

Pada Pertengahan tahun 1980, mengikuti test SNMPTN dan lulus di UNSRI Mengambil jurusan Teknik Kimia. Menyelesaikan S1 Teknik Kimia pada tahun 1986 , kemudian mencoba mengabdikan diri menjadi dosen honorer di Sekolah Tinggi Teknologi Industri (APRIN) Palembang, mulai tahun 1988. Pada Tahun 1990 menjadi PNS di Kopertis Wilayah II sebagai tenaga Edukatif dan tetap mengabdikan diri sebagai dosen di STTI-APRIN. Karir jabatan fungsional dosen dimulai dari Asisten Ahli Madya pada tahun 1991, kemudian menjadi Asisten Ahli pada tahun 1993 , dan dilanjutkan ke Lektor Muda pada tahun 1995, Pernah menjadi Ketua Jurusan Teknik Industri pada tahun 1993 – 1996.

Pada awal September 1996, dipindahkan ke STMIK Bina Darma Palembang untuk mengajar mata kuliah Kalkulus dan Aljabar Linear, serta mata kuliah Kimia Dasar mempunyai 2 orang anak, 1 orang Putra dan 1 orang putri. Pada tahun 1999 mendapat jabatan Lektor Madya, pada tahun 2002 mengambil S2 di UNSRI dengan Program Studi Teknik Kimia dengan konsentrasi Teknologi Energi dan lulus pada tahun 2006. Pada 1 September 2006 mendapat jabatan Fungsional Lektor Kepala (IV-b) dan tetap bertugas sebagai dosen di Universitas Bina Darma Palembang sampai dengan sekarang.