

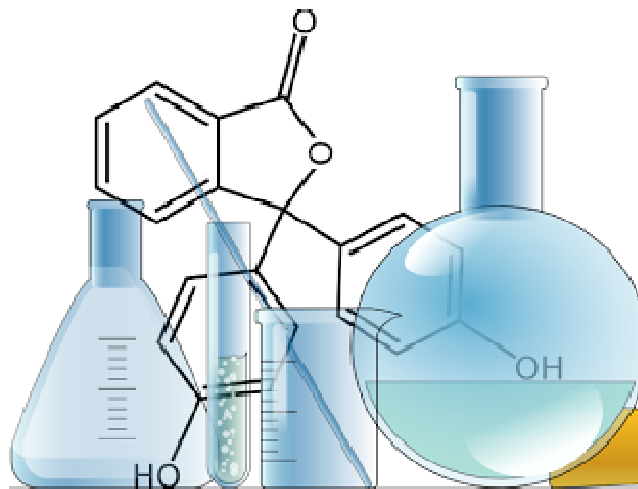
## Nota Kimia Tingkatan 4 [bm]

# Bab 1 - Pengenalan Kepada Kimia (Introduction to Chemistry)

## Kimia dan Kepentingannya

Manusia yang menggunakan proses kimia sebelum 500 BC untuk mengekstrak logam seperti tembaga (copper) dan besi (iron) untuk membuat perhiasan. Mereka juga mengetahui cara-cara untuk membuat seramik (ceramics) daripada tanah liat (clay). Walau bagaimanapun, mereka tidak dapat menjelaskan proses kimia yang berlaku.

1700 tahun seterusnya, sejarah kimia telah dikuasai oleh pseudo-sains dipanggil 'alchemy' (pseudo ertinya tidak tulen atau palsu).



'Alchemy' berasal dari perkataan Arab, '**al-kimiya**' (kimiya = seni yang bertukar-tukar/berubah-ubah).

Ahli kimia di Mesir percaya mereka boleh menukar logam yang murah seperti plumbum menjadi emas. Usaha mereka tidak berjaya, tetapi sepanjang usaha tersebut mereka;

- mendapat penemuan baru bahan-bahan lain seperti merkuri (mercury), antimoni (antimony), sulfur (sulphur) dan fosforus (phosphorus).
- memajukan beberapa teknik manipulasi kimia.
- mempelajari cara-cara untuk menyediakan beberapa asid galian (mineral acids) seperti asid sulfurik (sulphuric), asid hidroklorik (hydrochloric) dan asid nitrik (nitric).

Ilmu kimia moden (modern chemistry) dipelopori seorang lelaki berbangsa Inggeris bernama Robert Boyle. Pada tahun 1661, beliau menulis sebuah buku yang berjudul 'The Sceptical Chymist' yang memperkenalkan konsep moden unsur-unsur kimia (chemical elements).

Unsur (element) adalah bahan yang **TIDAK BOLEH** dipecahkan (broken down) kepada bahan yang lebih ringkas dengan menggunakan proses kimia.

Dalam abad yang berikutnya, banyak unsur ditemui.

## Kepentingan Kimia

Ilmu kimia (chemistry) ialah sains yang berkenaan dengan komposisi bahan-bahan, bentuk asas jirim dan interaksi antara mereka.

Bahan kimia terdiri daripada satu atau lebih daripada elemen-elemen (unsur-unsur) di bumi kita.

Bahan kimia adalah penting dalam kehidupan kita. Berikut adalah beberapa contoh kepentingan kimia.

- Perubatan: untuk memerangi penyakit dan memanjangkan jangka hayat.
- Baja dan racun perosak: meningkatkan hasil tanaman.
- Pengawet: membantu memanjang masa penyimpanan makanan.
- Bahan yang digunakan untuk membuat pakaian seperti kapas (cotton), sutera (silk) dan nilon (nylon).
- Bahan binaan seperti simen (cement), konkrit (concrete) dan kaca (glass).
- Komponen (components) automobil dan komputer.
- Produk pengguna seperti sabun (soap) dan bahan pencuci (detergent).

Jadual di bawah menunjukkan beberapa contoh penggunaan bahan kimia dalam kehidupan seharian kita.

<b>Nama Bahan</b>	<b>Formula Kimia</b>	<b>Kegunaan</b>
Oksigen (Oxygen)	O <sub>2</sub>	Pernafasan dan pembakaran
Nitrogen	N <sub>2</sub>	Pembuatan ammonia
Karbon dioksida (Carbon dioxide)	CO <sub>2</sub>	Dalam fotosintesis dan dalam pembuatan minuman berkarbonat.
Natrium klorida (sodium chloride)	NaCl	Pemeliharaan makanan, cth: ikan masin.
Propena (Propene)	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	Pembuatan bahan plastic.
Formaldehid (Formaldehyde)	HCHO	Pemeliharaan specimen biologi.
Ferum (II) sulfat (Iron(II) sulphate)	FeSO <sub>4</sub>	Pil untuk merawat anemia
Dichlorodiphenyl-trichloroethane (DDT)	(ClC <sub>6</sub> H <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> CHCl <sub>3</sub>	Sebagai racun serangga. Cth: kawalan nyamuk.
Aspirin	CH <sub>3</sub> COOC <sub>6</sub> H <sub>4</sub> COOH	Dadah analgesik untuk merawat kesakitan dan demam
Kalsium sulfat (Calcium sulphate) hemihydrate	2CaSO <sub>4</sub> .H <sub>2</sub> O	Digunakan sebagai cast untuk menyokong tulang patah mangsa

		kemalangan.
Keluli tahan karat (Stainless steel)	80% iron + 18% chromium + 1% copper + 1% antimony	Untuk membuat perkakas dapur seperti periuk, pisau, sudu dan garfu.
Aloi tembaga-nikel (Copper nickel-alloy)	25% nickel + 75% copper	Untuk membuat duit syiling.
Urea	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	Baja.
Asid borik (Boric acid)	$\text{H}_3\text{BO}_3$	Untuk memelihara makanan laut seperti ikan dan sotong.
Asid sulfuric (Sulphuric acid)	$\text{H}_2\text{SO}_4$	Sebagai elektrolit dalam pengumpulan asid plumbum
Etanol (Ethanol)	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	Sebagai pelarut dan pembuatan perindustrian kimia.
Sodium borate	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$	Racun lipas.
Zink fosfid (Zinc phosphide)	$\text{Zn}_3\text{P}_2$	Racun tikus.
Sodium stearete	$\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COONa}$	Sabun.
Natrium nitrit (Sodium nitrite)	$\text{NaNO}_2$	Pemeliharaan makanan seperti daging burger dan sosej.
Ethanoic/Asetic acid	$\text{CH}_3\text{COOH}$	Pemeliharaan buah- buahan dan pembuatan perisa makanan.
Magnesium oksida (magnesium oxide)	$\text{MgO}$	Pil anti-asid untuk merawat pesakit gastrik.
Sodium bikarbonat (Sodium bicarbonate)	$\text{NaHCO}_3$	Serbuk penaik.
Kalsium karbonat (Calsium carbonate)	$\text{CaCO}_3$	Kalsium tambahan.

Ahli kimia di seluruh dunia amat giat menjalankan penyelidikan untuk menghasilkan bahan-bahan baru untuk meningkatkan kualiti hidup kita.

Dalam ilmu kimia, kita mengkaji:

- Unit asas yang membentuk bahan-bahan ini.
- Bagaimana bahan kimia berinteraksi antara satu sama lain.

- Bagaimana untuk menggunakan pengetahuan tentang sifat-sifat-bahan kimia bagi menghasilkan bahan-bahan yang baru.

## Kaedah Saintifik

Kimia ialah cabang sains yang amat mementingkan eksperimen sama seperti Biologi dan Fizik yang mana ianya memerlukan kajian saintifik.

Terdapat beberapa garis panduan asas dalam usaha mendekati mana-mana penyelidikan saintifik. Garis panduan ini adalah dikenali sebagai kaedah saintifik (penyiasatan saintifik).

Kaedah saintifik adalah satu pendekatan yang sistematik dalam penyelidikan. Ianya terdiri daripada langkah-langkah berikut:

1. **Membuat pemerhatian tentang situasi.**  
Penyelidikan saintifik bermula dengan pemerhatian. Sebagai contoh, seorang pelajar mengalami dan memerhatikan keadaan seperti berikut:

Apabila dia menambah 20g gula 100cm<sup>3</sup> air panas dan dikacau, semua gula tersebut yang dilarutkan. Walau bagaimanapun, apabila 20g gula ditambah kepada 100cm<sup>3</sup> air pada suhu bilik dan dikacau, masih terdapat sebahagian gula tidak larut dalam air. Beliau juga mendapati bahawa jika 20g gula ditambah 200cm<sup>3</sup> air pada suhu bilik dan dikacau, semua gula larut di dalamnya, tetapi tidak semua 20g gula akan larut dalam 100cm<sup>3</sup> air pada suhu bilik.

2. **Mengenal pasti pemboleh ubah.**  
Pemboleh-ubah adalah satu faktor yang memberi kesan kepada keputusan eksperimen. Faktor-faktor yang mempengaruhi kelarutan gula di dalam air adalah dipanggil pemboleh-ubah. Didapati bahawa suhu dan isipadu air mempengaruhi kelarutan gula di dalam air.

Pemboleh-ubah dikawal adalah faktor yang dimalarkan sepanjang eksperimen. Untuk mengkaji kesan suhu terhadap kelarutan gula di dalam air, isipadu air yang digunakan didalam eksperimen mestilah dimalarkan. Isipadu air tersebut dipanggil **pemboleh-ubah dikawal** (controlled variable).

Pemboleh-ubah yang bertukar sepanjang eksperimen dijalankan dipanggil pemboleh-ubah dimanipulasi. Satu eksperimen boleh dijalankan dengan memanaskan air kepada suhu 30°C, 40°C, 50°C, 60°C dan 70°C. Jisim gula yang larut pada suhu air yang berbeza kemudiannya disukat. Suhu air tersebut dipanggil **pemboleh-ubah dimanipulasi** (manipulated variable).

Pemboleh-ubah bertindak balas adalah pemboleh-ubah yang memberi respons kepada perubahan yang disebabkan oleh pemboleh-ubah dimanipulasi. Jumlah gula yang larut dalam air pada suhu yang berbeza dipanggil **pemboleh-ubah bertindak balas** (responding variable).

Oleh itu,

Pemboleh-ubah dimanipulasi → Suhu air.

Pemboleh-ubah bertindak balas → Jumlah gula yang larut dalam air pada suhu yang berbeza.

Pemboleh-ubah dikawal → Isipadu air.

3. **Mencadangkan** **satu** **kenyataan** **masalah.**  
Ini adalah soalan yang mengenal pasti masalah yang berkaitan dengan pemerhatian.

**'Adakah kebolehlarutan gula meningkat berkadar terus dengan peningkatan suhu air?'**

Seterusnya, ini akan membawa kepada pembentukan hipotesis.

4. **Membentuk/membuat** **hipotesis.**  
Hipotesis adalah cadangan, idea, teori, atau apa-apa pernyataan lain yang diterima pakai sebagai titik permulaan untuk perbincangan, penyiasaan atau kajian. Sebagai contoh, untuk mengkaji kesan suhu air pada jumlah gula yang larut, hipotesis akan berbentuk seperti berikut;

**'Semakin tinggi suhu air, lebih besar jumlah gula yang boleh larut di dalamnya.'**

5. **Radas** **dan** **bahan-bahan.**  
Apabila merancang eksperimen, radas yang sesuai dan bahan-bahan yang diperlukan untuk menjalankan eksperimen mestilah dipilih.

6. **Penyenaraian** **prosedur** **kerja.**  
Prosedur adalah senarai langkah-langkah yang perlu diambil untuk menjalankan eksperimen. Adalah lebih baik untuk menyenaraikan langkah-langkah dalam bentuk fakta (point).

7. **Menjalankan** **eksperimen.**  
Selepas merancang eksperimen, ahli sains akan menjalankan eksperimen mengikut prosedur.

8. **Mengumpul** **data.**  
Kemudian, seseorang ahli sains itu mestilah merekodkan keputusan eksperimen dengan tepat. Beliau juga tidak sepatutnya mengubah keputusan eksperimen dan mesti bersikap jujur.

9. **Mentafsir** **data** **dan** **membuat** **kesimpulan.**  
Selepas mengumpul data, seseorang ahli sains akan menganalisis keputusan eksperimen tersebut. Keputusan boleh dipersembahkan atau dibentangkan dalam pelbagai bentuk seperti jadual, graf atau pengiraan. Kemudian, seseorang ahli sains itu perlu kepada membuat satu kesimpulan berdasarkan keputusan eksperimen.

10. **Menulis** **laporan.**  
Akhir sekali, seseorang ahli sains itu perlu menulis sebuah laporan tentang hasil serta kerja-kerja yang telah dilakukannya. Ini bagi membolehkan serta memudahkan beliau untuk berkomunikasi dengan ahli-ahli sains yang lain.

## Bab 2 - Struktur Atom (The Structure of Atom)

### Jirim

Kimia (chemistry) adalah kajian mengenai jirim (matter), komposisi dan perubahan yang dilaluinya.

**Jirim** (matter) adalah apa jua benda (samada hidup atau bukan hidup) yang **memenuhi ruang** (occupies space) dan **mempunyai jisim** (mass). Dalam erti kata lain, jirim adalah apa jua benda yang mempunyai isipadu (volume) dan jisim.

Contoh jirim adalah buku, pen, kerusi, air, udara dan tumbuh-tumbuhan. Contoh bukan jirim (non-matter) adalah seperti elektrik dan cahaya.

Teori zarah menyatakan jirim terdiri zarah diskret yang sangat kecil. Kajian sifat zarah dalam jirim adalah seperti berikut:

1. [Susunan zarah dalam pepejal.](#)
2. [Susunan zarah dalam cecair.](#)
3. [Susunan zarah dalam gas.](#)

Zarah asas yang membentuk jirim adalah atom, molekul atau ion.

Kewujudan zarah adalah disokong oleh beberapa pemerhatian (observation). Antara contohnya adalah seperti berikut:

- Apabila setitik dakwat biru jatuh ke dalam air didalam sebuah bikar, warna biru dakwat tersebut merebak ke seluruh air. Ini menunjukkan bahawa dakwat terdiri daripada zarah dalam gerakan (particles in motion).
- Apabila paip gas di makmal dibuka, bau gas dapat dikesan dengan serta-merta. Ini menunjukkan bahawa gas juga adalah terdiri daripada zarah dalam gerakan.

**Unsur** (element) adalah bahan yang **tidak boleh** dijadikan apa-apa jua yang lebih mudah atau **diringkaskan lagi** melalui sesuatu tindak balas kimia.

Zarah dalam beberapa unsur (element) terdiri daripada atom. Sebagai contoh, logam seperti emas, tembaga, besi, zink, kesemuanya terdiri daripada atom.

Sebatian (compound) adalah bahan yang boleh dibuat kepada sesuatu yang lebih kecil melalui tindak balas kimia.

Sebatian (compounds) mengandungi lebih dari satu unsur. Unsur-unsur dalam suatu sebatian itu tidak hanya bercampur-campur antara satu sama lain, ianya juga beserta dengan daya yang kuat yang dipanggil ikatan kimia (chemical bond).

Sebatian tidak mempunyai sifat-sifat yang sama seperti unsur-unsur yang terkandung di dalamnya.

Suatu sebatian adalah:

- Dibentuk oleh tindak balas kimia.

- Mempunyai sifat yang berbeza daripada unsur-unsur yang terkandung didalamnya.

Zarah dalam sebatian boleh terdiri daripada molekul atau ion.

Molekul terdiri daripada dua atau lebih atom-atom yang dipegang bersama (held together) oleh suatu ikatan kimia. Molekul juga adalah zarah yang tidak bercas.

Molekul boleh terdiri daripada atom dari **unsur yang sama**, contohnya molekul oksigen ( $O_2$ ), molekul nitrogen ( $N_2$ ), molekul hidrogen ( $H_2$ ) dan molekul sulfur ( $S_8$ ).

Molekul boleh juga terdiri daripada **atom dari dua atau lebih unsur yang tidak sama**, contohnya molekul air ( $H_2O$ ) yang terdiri daripada dua atom hidrogen dan satu atom oksigen, dan karbon dioksida ( $CO_2$ ) yang terdiri daripada satu atom karbon dan dua atom oksigen.

Sesetengah molekul boleh menjadi terlalu besar, contohnya kuinin (quinine) yang merupakan dadah yang digunakan bagi merawat pesakit malaria, mempunyai formula  $C_{20}H_{24}N_2O_2$ .

Walau bagaimanapun, beberapa sebatian terdiri daripada atom atau kumpulan atom yang membawa cas positif atau negatif. **Zarah bercas** (charged particle) tersebut dipanggil **ion**. Sebagai contoh, garam, NaCl, terdiri daripada ion natrium ( $Na^+$ ) dan ion klorida ( $Cl^-$ ). Karat pada paku besi terdiri daripada ion ferum (III) ( $Fe^{3+}$ ) dan ion oksida ( $O^{2-}$ ).

Ion-ion yang **bercas positif** dipanggil **kation** (cation). Sebagai contoh, ion natrium ( $Na^+$ ) dan ion ferum (III) ( $Fe^{3+}$ ) adalah kation.

Ion-ion yang **bercas negatif** dipanggil **anion**. Sebagai contoh, ion klorida ( $Cl^-$ ) dan ion oksida ( $O^{2-}$ ) adalah anion.

Secara umumnya, **logam** membentuk **ion positif** manakala **bukan logam** membentuk **ion negatif**. Beberapa contoh kation dan anion adalah seperti jadual di bawah.

Contoh-contoh ion positif (kation)	$H^+$ , $K^+$ , $Cu^{2+}$ , $Al^{3+}$ , $NH_4^+$ , $Mg^{2+}$ , $Ca^{2+}$ , $Zn^{2+}$ , $Pb^{2+}$ dan $Ag^+$
Contoh-contoh ion negatif (anion)	$Br^-$ , $I^-$ , $OH^-$ , $NO_3^-$ , $SO_4^{2-}$ , $CO_3^{2-}$ , $PO_4^{3-}$ , $O^{2-}$ , $S^{2-}$ dan $S_2O_3^{2-}$

## Bab 3 - Formula dan Persamaan Kimia (Chemical Formulae and Equations)

### Jisim Atom Relatif & Jisim Molekul Relatif

Kita sudah biasa dengan mengukur jisim dengan penimbang makroskopik (macroscopic scale). Kita juga boleh menimbang sebungkus gula, sebungkus tepung atau pun berat diri kita sendiri dengan menggunakan penimbang yang terdapat di rumah kita.

Walau bagaimanapun, adalah mustahil bagi kita untuk menimbang jisim satu atom dalam unit gram. Sedangkan sebiji debu pun mengandungi lebih daripada  $10^{17}$  atom! Sebagai contoh, suatu atom tembaga/kuprum (copper) mempunyai berat kira-kira  $1.06 \times 10^{-22}$  gram. Jelasnya, tiada sebarang mesin penimbang (weighing machine) yang boleh memberikan bacaan jisim satu atom.

Adalah mustahil untuk menimbang atom dalam unit gram. Jadi para ahli kimia (chemists) membandingkan berat satu atom dengan satu atom lain yang lain yang telah dijadikan rujukan **piawai** (standard). Perbandingan jisim suatu atom dengan suatu atom yang lain dipanggil sebagai **jisim atom relatif** (relative atomic mass).

Pada mulanya, ahli kimia membandingkan jisim suatu atom dengan jisim atom hidrogen (hydrogen) kerana ianya adalah elemen yang paling ringan yang diketahui (the lightest element known). Jisim atom suatu atom hidrogen diberikan nilai dengan 1 unit. Sebagai contoh, suatu atom natrium/sodium adalah 23 kali lebih berat daripada suatu atom hidrogen, dan dengan itu, jisim atom relatif bagi Na ialah 23.

Jisim satu atom Na = Jisim 23 atom hidrogen. Secara alternatifnya,

$$\frac{\text{Jisim satu atom Na}}{\text{Jisim satu atom H}} = 23$$

Pada tahun 1919, seorang saintis British bernama Aston mencipta spektrometer jisim (mass spectrometer). Dari spektrometer jisim, ia mendapati bahawa hidrogen terdiri daripada 3 isotop (isotopes), iaitu  $^1\text{H}$ ,  $^2\text{H}$  dan  $^3\text{H}$ . Ini menunjukkan bahawa purata jisim atom relatif bagi hidrogen adalah lebih daripada 1 unit, dan dengan membandingkan jisim unsur-unsur lain dengan atom hidrogen dengan andaian bahawa j.a.r. (r.a.m) adalah 1 unit adalah tidak tepat.

Kemudiannya, atom oksigen telah dipilih sebagai piawai (standard). Pada masa itu, satu fakta yang telah diketahui adalah oksigen terdiri daripada tiga isotop, iaitu,  $^{16}\text{O}$ ,  $^{17}\text{O}$  dan  $^{18}\text{O}$ . Walau bagaimanapun, masalah timbul apabila ahli fizik menggunakan isotop oxygen-16 sebagai piawai, manakala ahli kimia pula menggunakan jisim purata 3 isotop oksigen sebagai piawaian. Oleh itu, wujud dua skala bagi jisim atom relatif suatu atom.

Akhirnya, pada tahun 1961, kedua-dua kumpulan saintis tersebut telah bersetuju untuk menggunakan **carbon-12 sebagai standard**. Jisim atom carbon-12 diberikan nilai tepat kepada 12 unit. Dengan itu, masalah kewujudan dua skala j.a.r (jisim atom relatif) dapat diatasi.

Karbon (carbon) dipilih sebagai piawai kerana:

1. Banyaknya isotop suatu unsur carbon-12 adalah hampir 99%. Isotop carbon-13 and carbon-14 hanya terdiri lebih kurang 1% sahaja. Oleh itu, jisim atom karbon yang menggunakan isotop carbon-12 atau menggunakan jisim purata tiga isotop karbon adalah masih lagi 12.00 unit.
2. Karbon adalah berbentuk pepejal pada suhu bilik (room temperature). Tidak seperti hidrogen dan oksigen yang berbentuk gas, ia tidak memerlukan bekas berpenutup untuk mengandunginya.



3. Karbon hadir (present) dalam pelbagai bahan organik, iaitu, kayu, gas asli dan petroleum. Oleh itu, karbon adalah mudah diperolehi. Karbon boleh diperolehi dengan membakar bahan-bahan organik dengan bekalan oksigen yang terhad.

**Jisim atom relatif ( $A_r$ )** suatu unsur ditakrifkan sebagai, **bilangan kali ganda satu atom sesuatu unsur lebih berat daripada  $1/12$  jisim atom karbon-12,** iaitu:

$$\text{Jisim atom relatif bagi suatu unsur} = \frac{\text{Jisim satu atom bagi suatu unsur}}{\frac{1}{12} \times \text{Jisim satu atom carbon-12}}$$

Sebagai contoh, satu atom natrium/sodium, Na adalah 23 kali lebih berat daripada  $1/12$  jisim satu atom carbon-12. Oleh itu, jisim atom relatif bagi Na ialah 23.

$$\frac{\text{Jisim satu atom Na}}{\frac{1}{12} \times \text{Jisim satu atom carbon-12}} = 23$$

Oleh itu jisim atom relatif Na ialah 23.  
(Nota: jisim satu carbon-12 atom adalah 12 unit)

Molekul (molecule) adalah kumpulan kecil atom-atom yang turut serta bersama. Yang paling mudah/ringkas adalah molekul dwiatom (diatomic molecules) seperti  $O_2$ ,  $N_2$ ,  $Cl_2$ . Contoh molekul triatom (triatomic molecules) adalah  $CO_2$  dan  $H_2O$ .

Beberapa contoh molekul yang lebih besar adalah ammonia ( $NH_3$ ), metana (methane,  $CH_4$ ), sulfur (sulphur,  $S_8$ ), fosforus (phosphorus,  $P_4$ ) dan etanol (ethanol,  $C_2H_5OH$ ).

**Jisim molekul relatif ( $M_r$ )** bagi sebatian (compound) ditakrifkan sebagai **bilangan kali ganda satu molekul suatu sebatian lebih berat daripada  $1/12$  jisim atom carbon-12,** iaitu:

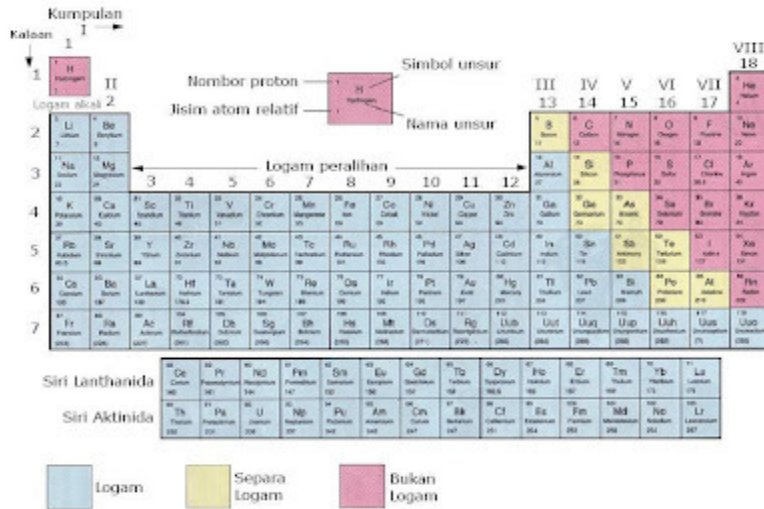
$$\text{Jisim molekul relatif bagi suatu sebatian} = \frac{\text{Jisim satu molekul suatu sebatian}}{\frac{1}{12} \times \text{Jisim satu atom carbon-12}}$$

Sebagai contoh, molekul metana,  $CH_4$ , adalah 16 kali lebih berat daripada  $1/12$  jisim karbon-12. Oleh itu, jisim molekul relatif bagi  $CH_4$  ialah 16.

## Bab 4 - Jadual Berkala Unsur (Periodic Table of Elements)

### Jadual Berkala Unsur

# Jadual Berkala



Tekan pada gambar untuk besarkan.

## Ringkasan:

Simbol unsur (Symbol of element)	Nama unsur (Name of element)	Nombor proton (Proton number)	Jisim atom relatif (Relative atomic mass)
H	Hydrogen	1	1
He	Helium	2	4
Li	Lithium	3	7
Be	Beryllium	4	9
B	Boron	5	11
C	Carbon	6	12
N	Nitrogen	7	14
O	Oxygen	8	16
F	Fluorine	9	19
Ne	Neon	10	20
Na	Sodium	11	23
Mg	Magnesium	12	24
Al	Aluminium	13	27
Si	Silicon	14	28
P	Phosphorus	15	31
S	Sulfur	16	32
Cl	Chlorine	17	35.5
Ar	Argon	18	40
K	Potassium	19	39
Ca	Calcium	20	40
Sc	Scandium	21	45
Ti	Titanium	22	48
V	Vanadium	23	51
Cr	Chromium	24	52
Mn	Manganese	25	55
Fe	Iron	26	56
Co	Cobalt	27	59
Ni	Nickel	28	59

Cu	Copper	29	64
Zn	Zinc	30	65
Ga	Gallium	31	70
Ge	Germanium	32	73
As	Arsenic	33	75
Se	Selenium	34	79
Br	Bromine	35	80
Kr	Krypton	36	84
Rb	Rubidium	37	85.5
Sr	Strontium	38	88
Y	Yttrium	39	89
Zr	Zirconium	40	91
Nb	Niobium	41	93
Mo	Molybdenum	42	96
Tc	Technetium	43	98
Ru	Ruthenium	44	101
Rh	Rhodium	45	103
Pd	Palladium	46	106
Ag	Silver	47	108
Cd	Cadmium	48	112
In	Indium	49	115
Sn	Tin	50	119
Sb	Antimony	51	122
Te	Tellurium	52	128
I	Iodine	53	127
Xe	Xenon	54	131
Cs	Caesium	55	133
Ba	Barium	56	137
La	Lanthanum	57	139
Ce	Cerium	58	140
Pr	Praseodymium	59	141
Nd	Neodymium	60	144
Pm	Promethium	61	147
Sm	Samarium	62	150
Eu	Europium	63	152
Gd	Gadolinium	64	157
Tb	Terbium	65	159
Dy	Dysprosium	66	162.5
Ho	Holmium	67	165
Er	Erbium	68	167
Tm	Thulium	69	169
Yb	Ytterbium	70	173
Lu	Lutetium	71	175
Hf	Hafnium	72	178.5
Ta	Tantalum	73	181
W	Tungsten	74	184
Re	Rhenium	75	186
Os	Osmium	76	190
Ir	Iridium	77	192
Pt	Platinum	78	195
Au	Gold	79	197
Hg	Mercury	80	201
Tl	Thallium	81	204

Pb	Lead	82	207
Bi	Bismuth	83	209
Po	Polonium	84	209
At	Astatine	85	210
Rn	Radon	86	222
Fr	Francium	87	(223)
Ra	Radium	88	(226)
Ac	Actinium	89	(227)
Th	Thorium	90	232
Pa	Protactinium	91	231
U	Uranium	92	238
Np	Neptunium	93	237
Pu	Plutonium	94	242
Am	Americium	95	243
Cm	Curium	96	247
Bk	Berkelium	97	247
Cf	Californium	98	251
Es	Einsteinium	99	254
Fm	Fermium	100	253
Md	Mendelevium	101	256
No	Nobelium	102	254
Lr	Lawrencium	103	257
Rf	Rutherfordium	104	(261)
Db	Dubnium	105	(262)
Sg	Seaborgium	106	(266)
Bh	Bohrium	107	(264)
Hs	Hassium	108	(265)
Mt	Meitnerium	109	(268)
Ds	Darmstadtium	110	(271)
Rg	Roentgenium	111	(272)
Uub	Ununbium	112	(285)
Uut	Ununtrium	113	(284)
Uuq	Ununquadium	114	(289)
Uup	Ununpentium	115	(288)
Uuh	Ununhexium	116	(292)
Uus	Ununseptium	117	(?)
Uuo	Ununoctium	118	(293)

## Sejarah Pembangunan Jadual Berkala

Banyak unsur-unsur (elements) yang dikenali hari ini telah ditemui dari tahun 1800 hingga 1900.

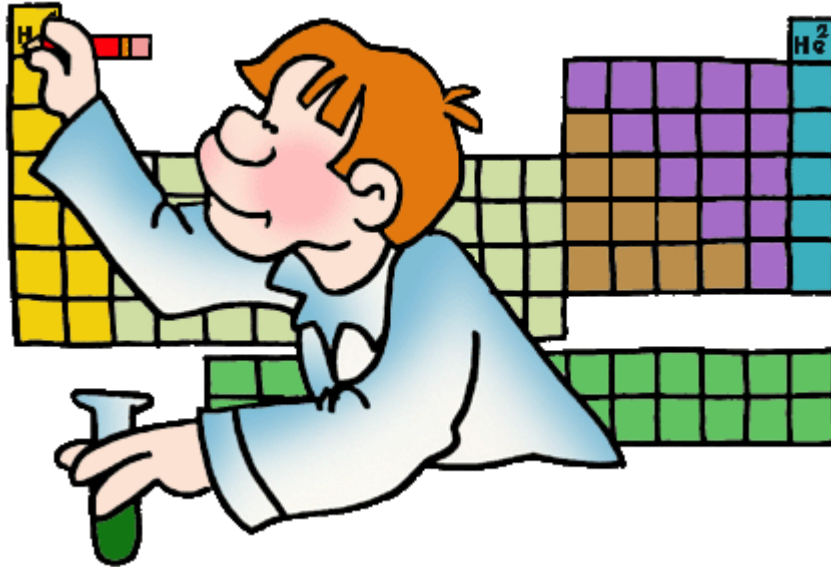
Ahli kimia menyatakan bahawa terdapat unsur-unsur tertentu yang mempunyai sifat kimia yang sama (similar chemical properties). Sebagai contoh: klorin, bromin dan iodin; kalium (potassium) dan natrium (sodium); magnesium dan kalsium, mempunyai sifat kimia yang sama.

Para ahli kimia kemudiannya cuba untuk meletakkan unsur-unsur dengan sifat kimia yang sama di dalam satu kumpulan. Ini membawa kepada pembangunan dalam jadual berkala (periodic table).

Kaedah pengelasan unsur yang sistematik (systematic method of classification of the elements) akan membantu kita dalam:

- Mengkaji sifat kimia dan fizikal sesuatu unsur dalam kumpulan sama.
- Meramal kedudukan sesuatu unsur dalam jadual berkala daripada sifat-sifatnya.
- Mengenal pasti, membanding dan membezakan unsur-unsur dari kumpulan yang berbeza.
- Meramal sifat kimia dan fizikal unsur-unsur baru dalam kumpulan yang sama.

Ahli-ahli kimia seperti Lavoisier, Dobereiner, Newlands, Meyer, Mendeleev dan Moseley telah menyumbang kepada pembangunan dalam jadual berkala yang digunakan pada hari ini.



## Bab 5 - Ikatan Kimia (Chemical Bonds)

### Pembentukan Sebatian

Kerak bumi terdiri daripada sebatian (compounds) dan unsur (elements) yang berlainan. Logam seperti emas, platinum dan bukan logam seperti karbon wujud sebagai unsur bebas dalam kerak bumi.

Unsur-unsur lain berpadu antara satu sama lain untuk menghasilkan berbagai lagi sebatian yang berlainan.

Unsur dan sebatian yang wujud semula jadi dalam kerak bumi dipanggil **mineral**.

Unsur karbon	Rupa bentuk	Penggunaan
Intan	Pepejal lutsinar yang indah dan sangat keras	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Memotong kaca.</li> <li>• Barang hiasan.</li> </ul>
Grafit	Pepejal hitam yang rapuh dan lembut	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bahan pelincir</li> <li>• Elektrod bateri</li> </ul>

Contoh mineral yang wujud dalam bentuk unsur.

Di dalam kerak bumi, terdapat mineral yang wujud dalam kuantiti yang cukup banyak membolehkan jujuk utamanya diekstrak. Contohnya, logam timah dapat diekstrak daripada bijih timah, timah (IV) oksida, yang wujud semula jadi.

Sebatian	Rupa bentuk	Kegunaan
Batu marmar (kalsium karbonat)	Batu yang keras	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bahan binaan untuk sektor pembangunan.</li> </ul>
Garam biasa	Pepejal putih dan mempunyai rasa masin	<ul style="list-style-type: none"> <li>Perisa makanan.</li> <li>Pengawet makanan.</li> </ul>

Contoh mineral yang wujud dalam bentuk sebatian.

## Kestabilan gas adi (noble gases)

Unsur-unsur Kumpulan 18 merupakan unsur **bukan logam** (non metal) dengan atomnya mempunyai **8 elektron valens** (kecuali atom helium dengan 2 elektron valens sahaja).

Atom neon, argon, krypton, xenon dan radon mempunyai **susunan elektron oktet** (octet). Atom helium mempunyai susunan elektron **duplet**.

Gas adi (noble gases) adalah **lengai** (inert) secara kimia. Ini adalah kerana semua atom gas adi mempunyai susunan elektron (electron) yang stabil. Maka, atom unsur gas adi tidak perlu menerima, melepaskan, atau berkongsi elektron dengan atom lain. Oleh itu, gas adi wujud sebagai atom-atom bebas (**monoatom**).

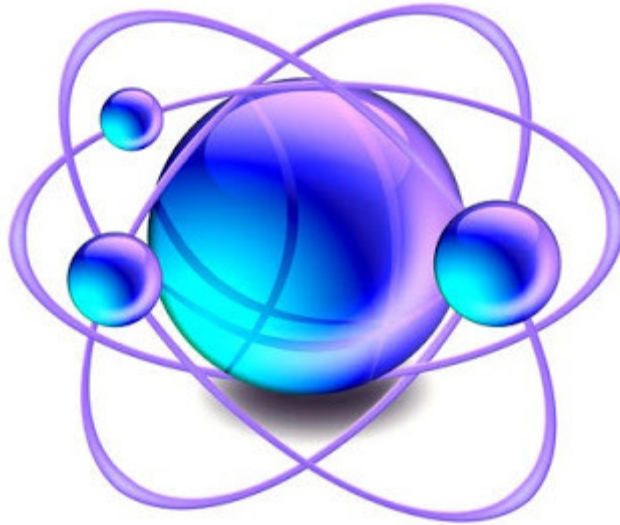
Cara untuk atom-atom yang tidak stabil untuk mencapai kestabilan ialah:

1. Menghilangkan elektron.
2. Menerima elektron.
3. Berkongsi elektron.

Menghilangkan elektron dan menerima elektron, adalah juga dikenali sebagai **pemindahan elektron**.

Gas adi	Susunan elektron
Helium, He	2
Neon, Ne	2.8
Argon, Ar	2.8.8
Kripton, Kr	2.8.18.8
Xenon, Xe	2.8.18.18.8
Radon, Rn	2.8.18.32.18.8

Susunan elektron bagi unsur-unsur Kumpulan 18.



## Bab 6 - Elektrokimia (Electrochemistry)

### Elektrolit dan Bukan Elektrolit

**Elektrolit** (electrolytes) merupakan bahan yang mengkonduksi arus elektrik (conducts electricity) dalam keadaan cecair/leburan (molten state) atau dalam larutan akueus (aqueous solution).

Contoh elektrolit dalam keadaan leburan ialah plumbum (II) bromida lebur, kalium iodida lebur, dan aluminium oksida lebur.

Contoh elektrolit dalam keadaan larutan akueus ialah larutan akueus kuprum (II) sulfat, larutan akueus natrium klorida dan larutan akueus kalium nitrat.

**Bukan elektrolit** (non-electrolytes) merupakan bahan yang tidak mengkonduksi arus elektrik (does not conduct electricity) walaupun dalam keadaan leburan atau dalam larutan akueus.

Contoh bukan elektrolit ialah leburan sulfur, leburan naftalena, larutan akueus glukosa, dan larutan iodin dalam tetraklorometana.

Semasa pengaliran elektrik, elektrolit mengalami perubahan kimia, iaitu elektrolit **diuraikan** kepada unsur-unsur jujuk. Misalnya, plumbum (II) bromida lebur terurai kepada logam plumbum dan gas bromin semasa arus elektrik dialirkan menerusnya.

**Konduktor** (conductor) ialah bahan yang mengkonduksi arus elektrik **tanpa mengalami perubahan kimia**. Contoh konduktor ialah semua logam dan grafit/karbon (carbon).

Sesuatu bahan boleh mengalirkan arus elektrik jika mengandungi **zarah-zarah bercas yang bebas bergerak**.

Jenis bahan kimia	Keadaan fizik	Kebolehan mengkonduksi arus elektrik	Zarah-zarah
Unsur logam	Pepejal / leburan	Boleh	Elektron yang bergerak

			bebas
Sebatian kovalen dan unsur bukan logam	Pepejal / leburan	Tidak boleh	Molekul neutral
Sebatian ion	Pepejal	Tidak boleh	Ion-ion tidak bebas
Sebatian ion	Leburan / larutan akueus	Boleh	Ion-ion yang bebas bergerak

Kekonduksian elektrik beberapa jenis bahan.

Fakta penting bagi kekonduksian elektrik sesuatu bahan:

1. Elektron bebas bergerak dalam logam.
2. Ion-ion bebas bergerak dalam leburan sebatian ion atau larutan akueus.



Bateri mengandungi elektrolit untuk mengkonduksi arus elektrik

## Bab 8 - Garam (Salts)

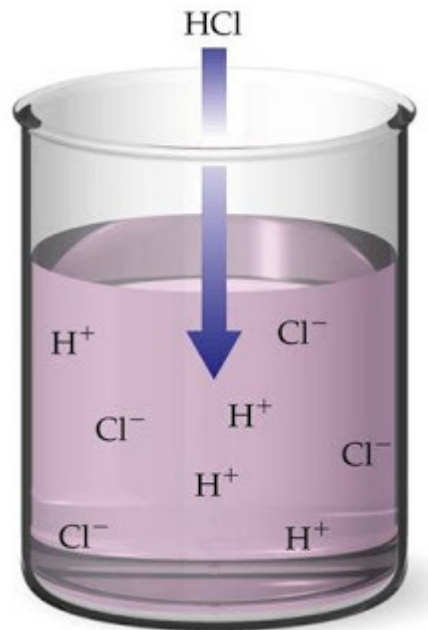
### Garam

Garam (salts) adalah sebatian ion (ionic compound) yang terbentuk apabila ion hidrogen dalam asid diganti oleh ion logam atau ion ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ).

Formula kimia bagi garam adalah terdiri daripada kation (selain ion hidrogen) dan anion (selain daripada ion oksida dan ion hidroksida).

Kation (cations) dan anion suatu garam diikat oleh ikatan ionik yang kuat (strong ionic bonds).





Garam klorida terbentuk apabila ion  $H^+$  dalam asid hidroklorik diganti oleh ion logam atau ion ammonium ( $NH_4^+$ ).

#### Contoh garam terbentuk daripada asid sama:

Asid	Nama umum garam	Contoh garam
Asid Hidroklorik, HCl	Garam klorida (chloride salts)	NaCl, KCl, $CuCl_2$ , $ZnCl_2$ , $NH_4Cl$
Asid Nitrik, $HNO_3$	Garam nitrat (nitrate salts)	$NaNO_3$ , $KNO_3$ , $Mg(NO_3)_2$ , $Pb(NO_3)_2$ , $NH_4NO_3$
Asid Sulfurik, $H_2SO_4$	Garam sulfat (sulphate salts)	$Na_2SO_4$ , $K_2SO_4$ , $FeSO_4$ , $CaSO_4$ , $(NH_4)_2SO_4$
Asid Karbonik, $H_2CO_3$	Garam karbonat (carbonate salts)	$Na_2CO_3$ , $CaCO_3$ , $MgCO_3$ , $ZnCO_3$ , $PbCO_3$

Asid diprotic dan asid triprotic mengandungi lebih daripada satu ion  $H^+$  yang boleh diganti. Oleh itu, adalah mungkin bagi sesuatu asid itu untuk membentuk lebih daripada satu jenis garam.

Jenis asid	Contoh asid	Jenis garam yang boleh dibentuk	Contoh garam
Dibasic acid	$H_2SO_4$	2	$NaHSO_4$ $Na_2SO_4$
Tribasic acid	$H_3PO_4$	3	$NaH_2PO_4$ $Na_2HPO_4$ $Na_3PO_4$

#### Kegunaan garam dalam kehidupan seharian

Garam (salt) memainkan peranan yang penting dalam kehidupan harian kita. Beberapa contoh garam dan kegunaannya dalam kehidupan seharian kita adalah seperti contoh di bawah.

## Dalam penyediaan makanan

- Natrium klorida ( $\text{NaCl}$ , sodium chloride), garam, digunakan untuk perasa makanan (seasoning foods).
- Monosodium glutamat (M.S.G) digunakan untuk menyedapkan lagi rasa makanan.
- Tepung naik sendiri (self-raising flour) mengandungi natrium bikarbonat ( $\text{NaHCO}_3$ , sodium bicarbonate) yang membantu roti dan kek menaik.

## Dalam pemeliharaan makanan

- Pemeliharaan makanan (food preservation) membolehkan makanan disimpan lebih lama tanpa kerosakan.
- Natrium klorida (sodium chloride) digunakan sebagai pengawet makanan dalam makanan seperti ikan masin dan telur masin.
- Sodium benzoate ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{COONa}$ ) digunakan sebagai pengawet makanan dalam makanan seperti sos tomato, sos tiram dan jem.
- Sodium nitrit ( $\text{NaNO}_2$ ) digunakan untuk memelihara (preserve) daging yang diproses seperti burger, sosej dan ham.

## Dalam pertanian

- Untuk meningkatkan pengeluaran makanan.
- Garam nitrat seperti kalium nitrat (potassium nitrate,  $\text{KNO}_3$ ), sodium nitrat ( $\text{NaNO}_3$ ) dan garam ammonium seperti ammonium sulfat ( $\text{NH}_4$ )<sub>2</sub> $\text{SO}_4$ , ammonium nitrat ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ), ammonium fosfat ( $\text{NH}_4$ )<sub>3</sub> $\text{PO}_4$  adalah baja bernitrogen (nitrogenous fertiliser).
- Garam seperti kuprum (II) sulfat ( $\text{CuSO}_4$ ), ferum (II) sulfat ( $\text{FeSO}_4$ ) dan raksa (I) klorida/mercury (I) chloride ( $\text{HgCl}$ ) digunakan sebagai racun makhluk perosak (pesticides).

## Dalam perubatan

- Ubat-ubatan anti-asid (antacid medicines) mengandungi kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ), dan kalsium hidrogen karbonat ( $\text{CaHCO}_3$ ) yang digunakan untuk mengurangkan keasidan (acidity) dalam perut pesakit gastrik.
- Garam hidu (smelling salt) mengandungi ammonium klorida ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ).
- Plaster Paris yang digunakan bagi menyokong tulang yang patah mengandungi kalsium sulfat.
- Garam Epsom (magnesium sulphate heptahydrate) dan Garam Glauber (sodium sulphate decahydrate) digunakan sebagai julap (laxative) untuk membersihkan usus.
- Kalium permanganat (potassium permanganate,  $\text{KMnO}_4$ ) digunakan sebagai antiseptik untuk membunuh kuman.

- Barium sulfat  $\text{BaSO}_4$  membolehkan usus pesakit kanser perut yang disyaki, untuk dilihat dengan jelas dalam filem X-ray.
- "Iron pills" yang mengandungi ferum (II) sulfat adalah diambil untuk meningkatkan bekalan besi (iron) kepada pesakit anemia.

## Kegunaan lain

- Ubat gigi berfluorida mengandungi tin (II) fluoride,  $\text{SnF}_2$ , yang digunakan untuk mencegah kerosakan gigi.
- Silver bromide,  $\text{AgBr}$ , digunakan untuk menghasilkan filem fotografi hitam putih.
- Natrium hipoklorit ( $\text{NaOCl}$ , sodium hypochlorite) adalah digunakan sebagai agen peluntur dalam pakaian.

## Garam semulajadi

- Lead (II) sulphide (galena,  $\text{PbS}$ ), kalsium fluorida (fluorite,  $\text{CaF}_2$ ) dan magnesium sulfat (Epsime,  $\text{MgSO}_4$ ) wujud sebagai mineral dalam kerak bumi (earth's crust).
- Batu karang, stalaktit, stalagmit dan batu kapur terdiri daripada kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ).

