

**KIMIA TINGKATAN 4 KSSM  
OLEH CIKGU NORAZILA KHALID  
SMK ULUTIRAM JOHOR**

# **BAB 3 KONSEP MOL, FORMULA DAN PERSAMAAN KIMIA**





# 3.1 JISIM ATOM RELATIF DAN JISIM MOLEKUL RELATIF

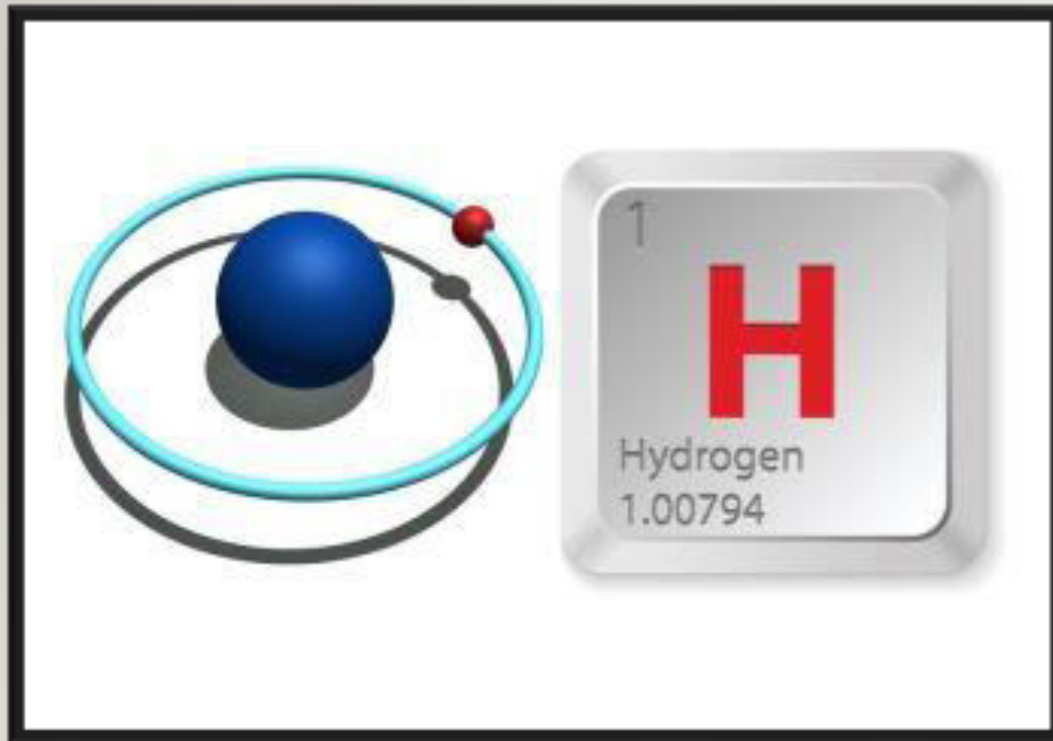


## JISIM ATOM RELATIF, JAR

---

- Ahli kimia menggunakan konsep 'jisim atom relatif' dengan membandingkan jisim atom sesuatu unsur dengan jisim atom unsur lain yang dipilih sebagai piawai.
- Oleh itu, jisim sebenar sesuatu atom tidak perlu diketahui.

# JISIM ATOM RELATIF, JAR



- Pada awalnya, atom hidrogen dijadikan sebagai atom piawai kerana atom hidrogen adalah paling ringan.
- Jisim atom semua unsur lain dibandingkan dengan atom hidrogen.
- Misalnya, satu atom karbon adalah seberat 12 atom hidrogen.
- Oleh itu, jisim atom relatif karbon ialah 12 manakala jisim atom relatif hidrogen diambil sebagai satu

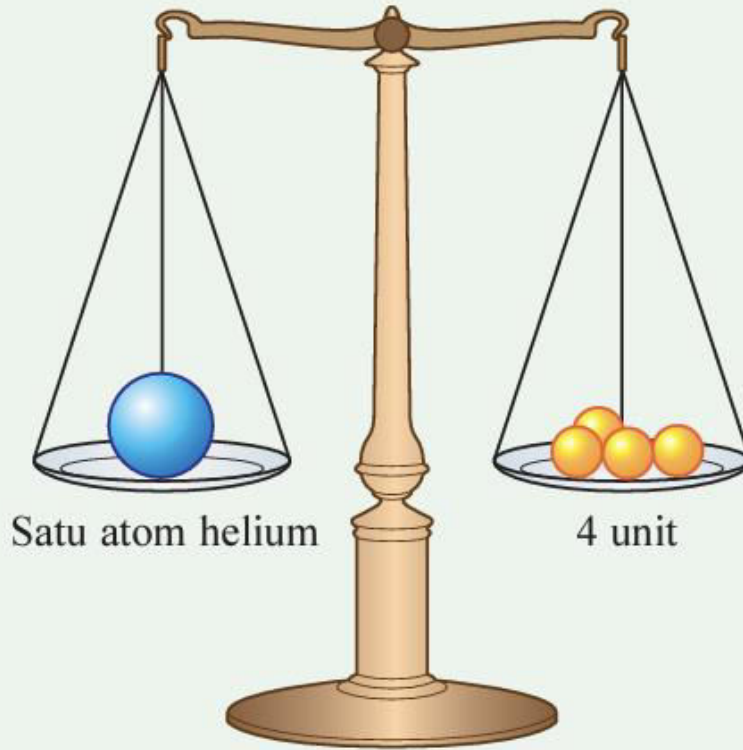
# JISIM ATOM RELATIF, JAR

---

- Namun, pada tahun 1961, ahli kimia seluruh dunia telah bersetuju menjadikan atom karbon-12 sebagai atom piawai setelah mendapati penggunaan atom hidrogen sebagai atom piawai menemui pelbagai masalah.
- Jisim atom relatif, JAR sesuatu unsur ditakrifkan sebagai jisim purata satu atom unsur tersebut berbanding dengan 1/12 kali jisim satu atom karbon-12.

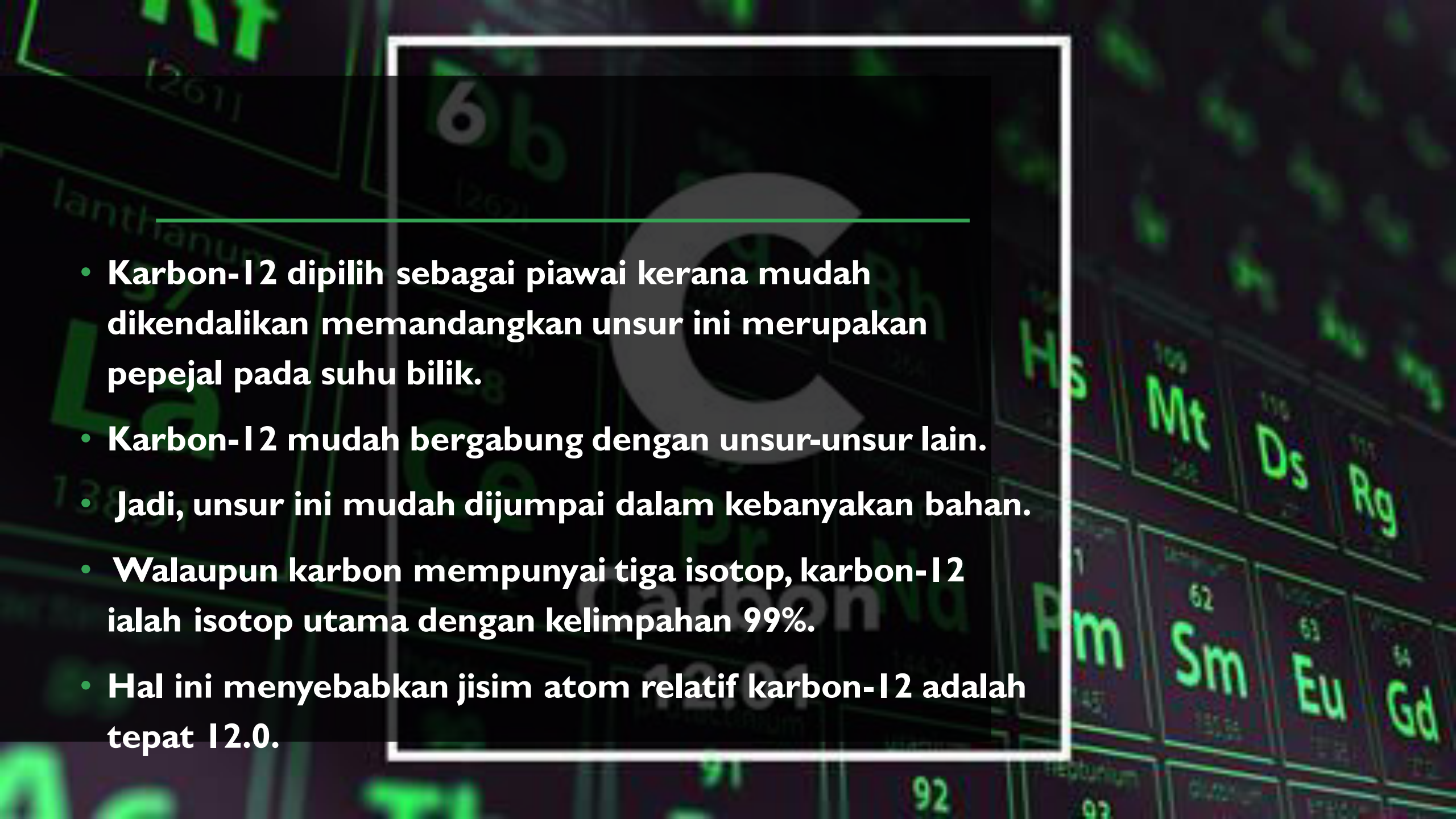


$$\text{Jisim atom relatif sesuatu unsur} = \frac{\text{Jisim purata satu atom unsur}}{\frac{1}{12} \times \text{Jisim satu atom karbon-12}}$$



Jisim atom relatif helium ialah 4. Hal ini bermakna jisim purata satu atom helium adalah 4 kali  $\frac{1}{12}$  jisim satu atom karbon-12.

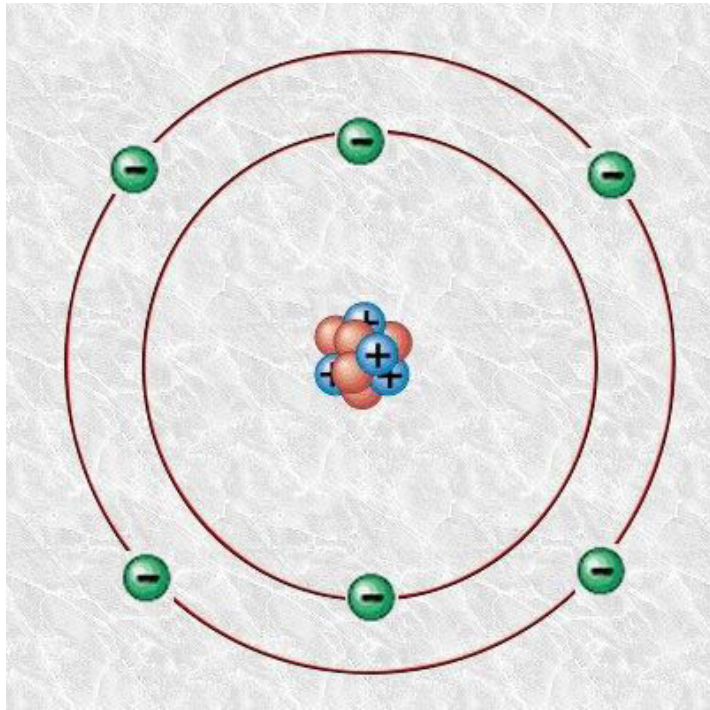
*Rajah 3.2 Jisim atom relatif helium*

- 
- **Karbon-12 dipilih sebagai piawai kerana mudah dikendalikan memandangkan unsur ini merupakan pepejal pada suhu bilik.**
  - **Karbon-12 mudah bergabung dengan unsur-unsur lain.**
  - **Jadi, unsur ini mudah dijumpai dalam kebanyakan bahan.**
  - **Walaupun karbon mempunyai tiga isotop, karbon-12 ialah isotop utama dengan kelimpahan 99%.**
  - **Hal ini menyebabkan jisim atom relatif karbon-12 adalah tepat 12.0.**



## JISIM MOLEKUL RELATIF, JMR

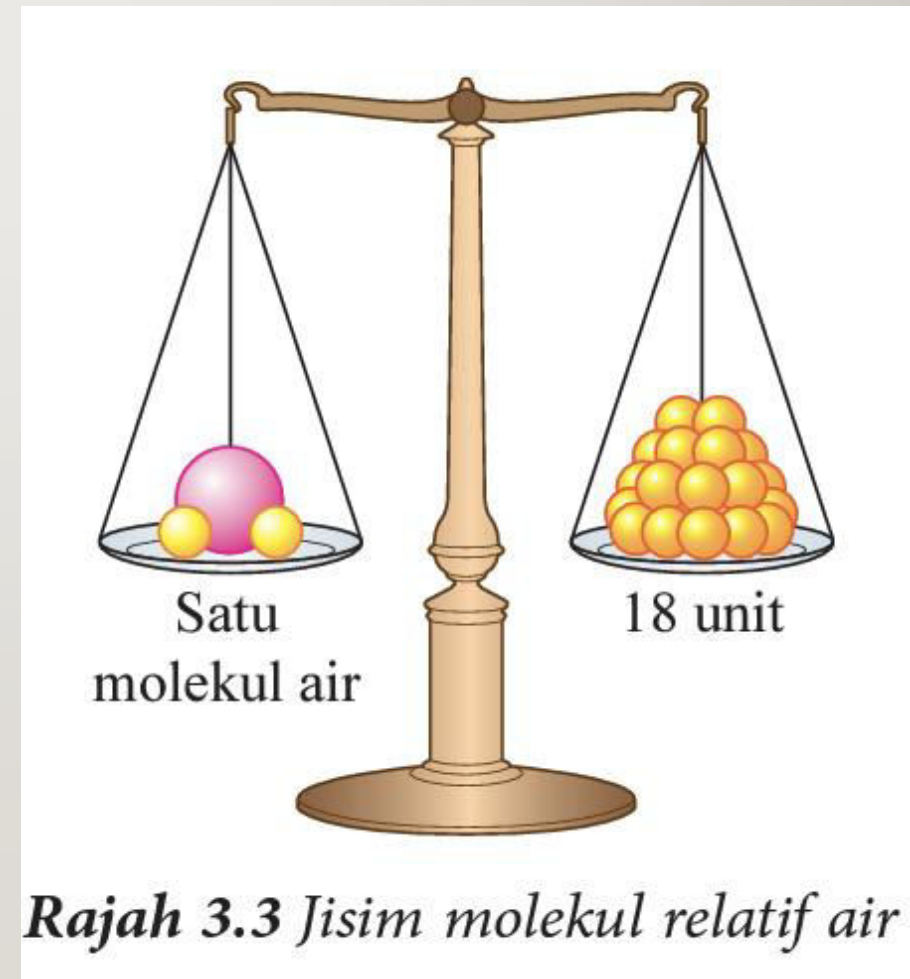
---

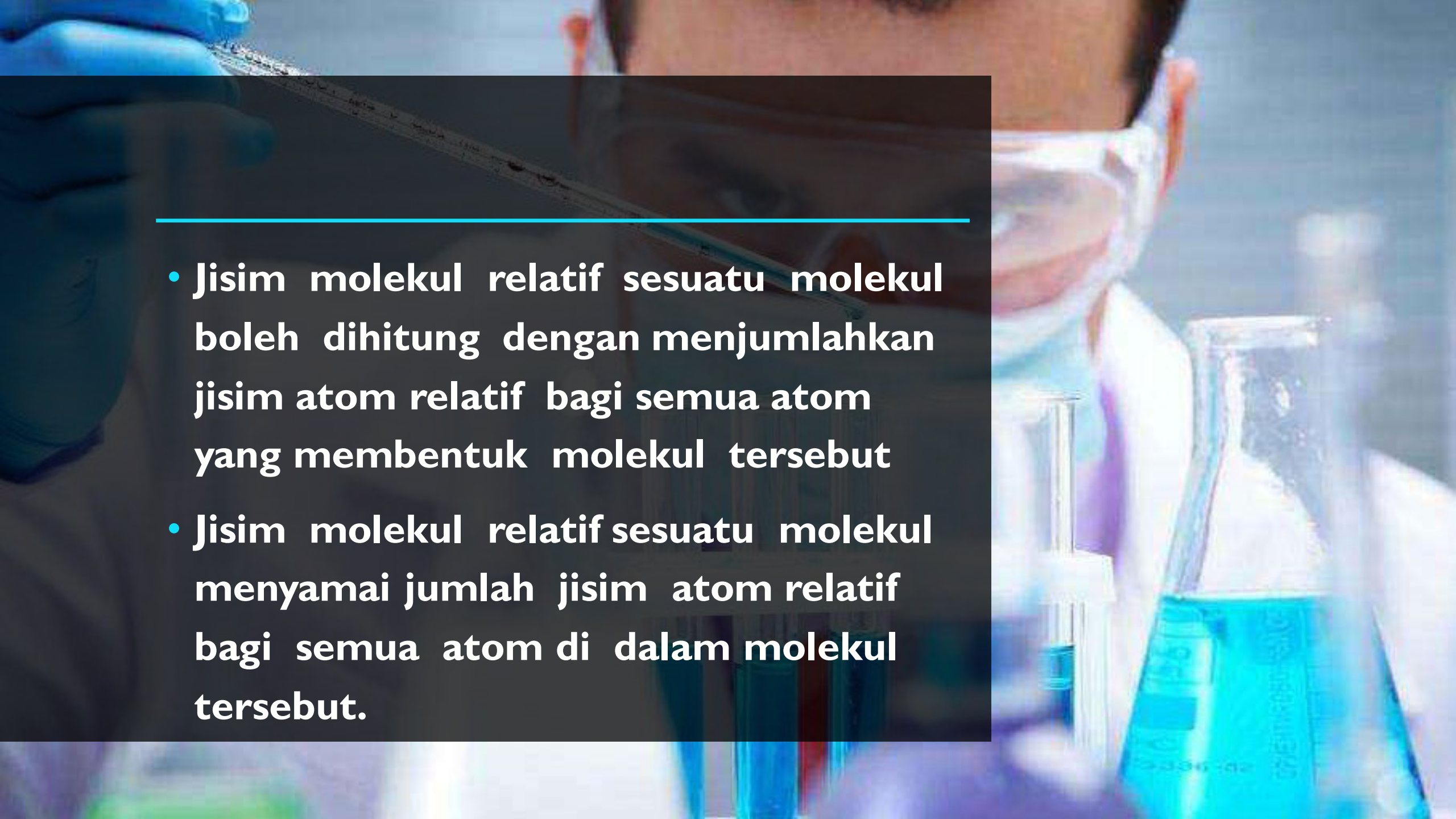


- Melalui cara yang sama juga, kita boleh membandingkan jisim molekul sesuatu bahan dengan atom piawai karbon-12.
- Jisim molekul relatif, JMR sesuatu molekul ialah jisim purata molekul tersebut berbanding dengan 1/12 kali jisim satu atom karbon-12.

$$\text{Jisim molekul relatif sesuatu bahan} = \frac{\text{Jisim purata satu molekul}}{\frac{1}{12} \times \text{Jisim satu atom karbon-12}}$$

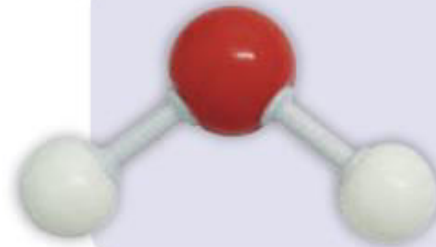
- 
- Rajah menunjukkan satu molekul air mempunyai jisim molekul relatif 18.
  - Hal ini menunjukkan jisim satu molekul air adalah 18 kali lebih besar daripada 1/12 kali jisim satu atom karbon-12.



- 
- A close-up photograph of a scientist in a laboratory. The scientist is wearing a white lab coat and clear safety goggles. They are holding a glass pipette with a blue liquid inside. In the foreground, there is a glass flask containing a blue liquid. The background is slightly blurred, showing other laboratory equipment.
- **Jisim molekul relatif sesuatu molekul boleh dihitung dengan menjumlahkan jisim atom relatif bagi semua atom yang membentuk molekul tersebut**
  - **Jisim molekul relatif sesuatu molekul menyamai jumlah jisim atom relatif bagi semua atom di dalam molekul tersebut.**



$$\begin{aligned}\text{JMR bagi gas oksigen, O}_2 &= 2(\text{JAR bagi O}) \\ &= 2(16) \\ &= 32\end{aligned}$$



$$\begin{aligned}\text{JMR bagi air, H}_2\text{O} &= 2(\text{JAR bagi H}) + \text{JAR bagi O} \\ &= 2(1) + 16 \\ &= 18\end{aligned}$$

**Rajah 3.5** Penghitungan jisim molekul relatif, JMR

### Contoh 1

Hitungkan jisim molekul relatif bagi glukosa,  $C_6H_{12}O_6$ .  
[Jisim atom relatif: H = 1, C = 12, O = 16]

### Penyelesaian

$$\begin{aligned} \text{JMR bagi glukosa, } C_6H_{12}O_6 &= 6(\text{JAR bagi C}) + 12(\text{JAR bagi H}) + 6(\text{JAR bagi O}) \\ &= 6(12) + 12(1) + 6(16) \\ &= 72 + 12 + 96 \\ &= 180 \end{aligned}$$

# JISIM FORMULA RELATIF, JFR

---

- **Konsep jisim relatif ini juga diguna pakai untuk bahan ion.**
- **Jisim relatif bahan ion dipanggil jisim formula relatif, JFR.**
- **Jisim formula relatif dihitung dengan menjumlahkan jisim atom relatif semua atom yang ditunjukkan oleh formula bahan ion.**
- **Hal ini kerana jisim sesuatu ion tidak banyak berbeza daripada jisim atom yang membentuk ion tersebut.**



## Contoh

2

Hitungkan jisim formula relatif bagi zink klorida,  $\text{ZnCl}_2$  dan aluminium sulfat,  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ .  
[Jisim atom relatif: O = 16, Al = 27, S = 32, Cl = 35.5, Zn = 65]

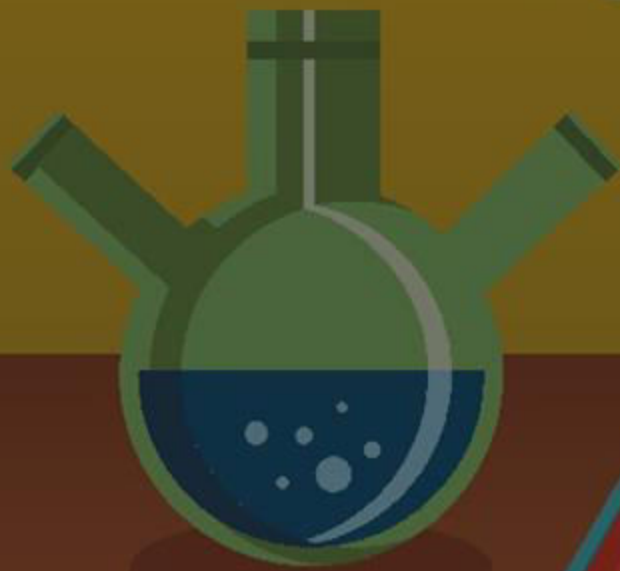
## Penyelesaian

$$\begin{aligned}\text{JFR bagi zink klorida, } \text{ZnCl}_2 &= \text{JAR bagi Zn} + 2(\text{JAR bagi Cl}) \\ &= 65 + 2(35.5) \\ &= 65 + 71 \\ &= 136\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{JFR bagi aluminium sulfat, } \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 &= 2(\text{JAR bagi Al}) + 3[\text{JAR bagi S} + 4(\text{JAR bagi O})] \\ &= 2(27) + 3[32 + 4(16)] \\ &= 54 + 3[96] \\ &= 342\end{aligned}$$



## 3.2 KONSEP MOL



A close-up photograph of a female scientist in a white lab coat, wearing clear safety goggles and blue nitrile gloves. She is focused on using a white and blue pipette. The background is a blurred laboratory setting with various glassware and equipment. A dark grey semi-transparent banner is overlaid on the bottom half of the image, containing white text.

# KONSEP MOL

---

**DALAM BIDANG KIMIA, UNIT MOL DIGUNAKAN  
DALAM PENYUKATAN KUANTITI BAHAN**

**Mol**, simbolnya juga mol, ialah unit SI untuk kuantiti sesuatu bahan. Satu mol bahan mengandungi  $6.02214076 \times 10^{23}$  entiti asas bahan tersebut. Nombor ini ialah satu nilai tetap yang dipanggil pemalar Avogadro,  $N_A$  yang dinyatakan dalam unit  $\text{mol}^{-1}$ . Pemalar Avogadro,  $N_A$  juga dikenali sebagai nombor Avogadro.

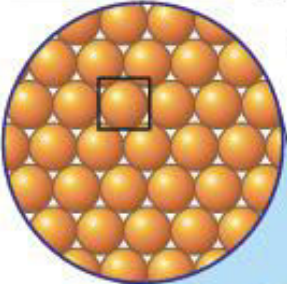
Pemalar Avogadro,  $N_A$  ditakrifkan sebagai bilangan zarah yang terkandung dalam satu mol bahan, iaitu  $6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ . Dalam erti kata yang mudah, **1 mol bahan mengandungi  $6.02 \times 10^{23}$  zarah** yang membentuk bahan tersebut. Jenis zarah bergantung kepada jenis bahan, iaitu sama ada bahan atom, bahan molekul atau bahan ion seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 3.6.



#### INTEGRASI MATEMATIK

Bagi pengiraan di peringkat ini, pemalar Avogadro,  $N_A$  diambil sebagai  $6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , betul kepada tiga angka bererti.

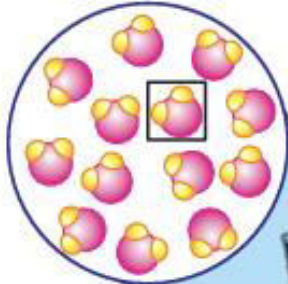
**Bahan atom** 1 mol kuprum, Cu  
=  $6.02 \times 10^{23}$   
atom kuprum, Cu



A circular inset shows a close-up of copper atoms, represented as orange spheres, arranged in a regular lattice. A small square box highlights a portion of this lattice. A blue callout line connects this box to a photograph of a coil of copper wire below.

1 mol bahan atom mengandungi  
 $6.02 \times 10^{23}$  atom

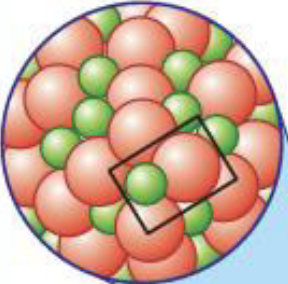
**Bahan molekul** 1 mol air, H<sub>2</sub>O  
=  $6.02 \times 10^{23}$   
molekul H<sub>2</sub>O



A circular inset shows a close-up of water molecules, each consisting of one red sphere (oxygen) and two yellow spheres (hydrogen) bonded together. A small square box highlights one molecule. A blue callout line connects this box to a photograph of a glass of water below.

1 mol bahan molekul mengandungi  
 $6.02 \times 10^{23}$  molekul

**Bahan ion** 1 mol natrium klorida, NaCl  
=  $6.02 \times 10^{23}$   
unit NaCl



A circular inset shows a close-up of sodium chloride ions, represented as alternating red and green spheres. A small square box highlights a pair of ions. A blue callout line connects this box to a photograph of a white powder in a dish below.

1 mol bahan ion mengandungi  
 $6.02 \times 10^{23}$  unit formula

*Rajah 3.6 Bilangan zarah dalam satu mol bahan*

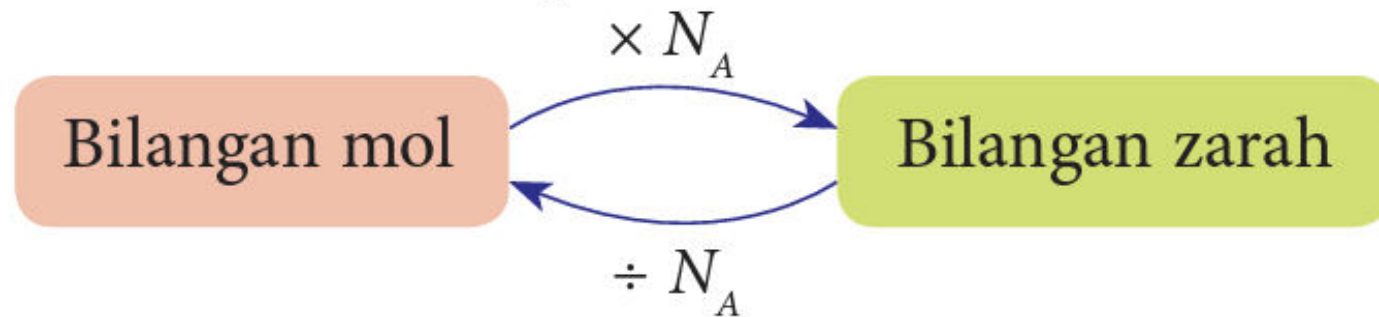
# BILANGAN MOL DAN BILANGAN ZARAH

---

- Penggunaan unit mol adalah sama seperti penggunaan unit dozen
- .Misalnya, 2 dozen pensel mewakili  $2 \times 12$  atau 24 batang pensel.
- Dengan cara yang sama, pemalar Avogadro,  $N_A$  digunakan sebagai faktor penukaran antara bilangan mol dengan bilangan zarah.

$$\text{Bilangan mol, } n = \frac{\text{Bilangan zarah}}{N_A}$$

Secara diagramatik, hubung kait antara bilangan mol dan bilangan zarah dengan menggunakan pemalar Avogadro sebagai faktor penukaran adalah seperti berikut:





## PEMALAR AVOGADRO

- **Pemalar Avogadro dinamakan sempena nama seorang ahli sains terkenal berbangsa Itali, iaitu Amedeo Avogadro (1776 -1856).**

### Contoh 3

Berapakah bilangan atom yang terdapat dalam 0.2 mol magnesium, Mg?

#### Penyelesaian

$$\begin{aligned}\text{Bilangan atom magnesium, Mg} &= 0.2 \text{ mol} \times 6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1} \\ &= 1.204 \times 10^{23} \text{ atom}\end{aligned}$$

Gunakan rumus  
Bilangan zarah  
= Bilangan mol  $\times N_A$



### Contoh 4

Satu sampel zink klorida,  $\text{ZnCl}_2$  mengandung  $3.01 \times 10^{24}$  unit  $\text{ZnCl}_2$ . Hitungkan bilangan mol zink klorida,  $\text{ZnCl}_2$  yang terdapat di dalam sampel itu.

### Penyelesaian

$$\begin{aligned} \text{Bilangan mol zink klorida, } \text{ZnCl}_2 &= \frac{3.01 \times 10^{24}}{6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}} \\ &= 5 \text{ mol} \end{aligned}$$

Gunakan rumus  
Bilangan mol =  $\frac{\text{Bilangan zarah}}{N_A}$

## Contoh 5

Sebuah balang gas berisi 2 mol gas oksigen,  $O_2$ .

- (a) Berapakah bilangan molekul oksigen di dalam balang gas itu?
- (b) Berapakah bilangan atom oksigen di dalam balang gas itu?

### Penyelesaian

(a) Bilangan molekul oksigen,  $O_2 = 2 \text{ mol} \times 6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$   
 $= 1.204 \times 10^{24} \text{ molekul}$

Gunakan rumus  
Bilangan zarah  
 $= \text{Bilangan mol} \times N_A$

(b) Setiap molekul oksigen,  $O_2$  terdiri daripada 2 atom oksigen, O.  
Jadi, bilangan atom oksigen, O = Bilangan molekul  $O_2 \times 2$   
 $= 1.204 \times 10^{24} \times 2$   
 $= 2.408 \times 10^{24} \text{ atom}$

# BILANGAN MOL DAN JISIM BAHAN

---

- **Bilangan mol bagi sesuatu bahan adalah mustahil untuk ditentukan dengan menghitung bilangan zarah sesuatu bahan.**
- **Oleh itu, bagi mendapatkan bilangan mol, jisim sesuatu bahan tersebut perlulah disukat dan jisim molar perlulah diketahui.**



**Jisim molar** ialah jisim satu mol bahan.

Unit bagi jisim molar ialah gram/mol atau  $\text{g mol}^{-1}$ . Ahli kimia mendapati bahawa **nilai jisim molar sesuatu bahan adalah sama dengan nilai jisim relatif bahan** tersebut. Misalnya, jisim atom relatif karbon, C ialah 12. Jadi, jisim molar karbon, C ialah  $12 \text{ g mol}^{-1}$  kerana 12 g karbon, C mengandungi 1 mol karbon, C, iaitu  $6.02 \times 10^{23}$  atom karbon, C. Rujuk Rajah 3.7 bagi mengukuhkan kefahaman anda.



- Kuprum terdiri daripada atom Cu.
- JAR bagi kuprum = 64
- Jisim molar bagi kuprum =  $64 \text{ g mol}^{-1}$

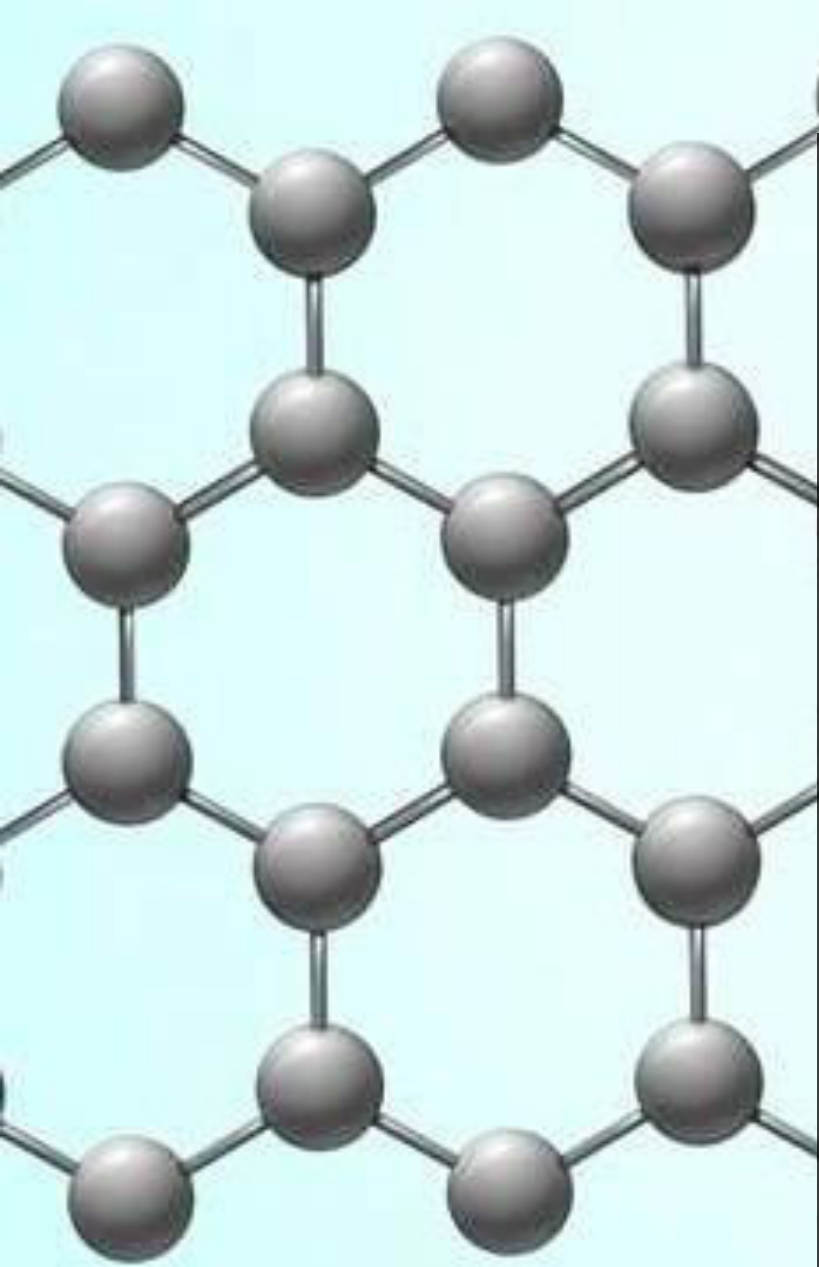


- Air terdiri daripada molekul  $\text{H}_2\text{O}$ .
- JMR bagi air =  $2(1) + 16 = 18$
- Jisim molar bagi air =  $18 \text{ g mol}^{-1}$



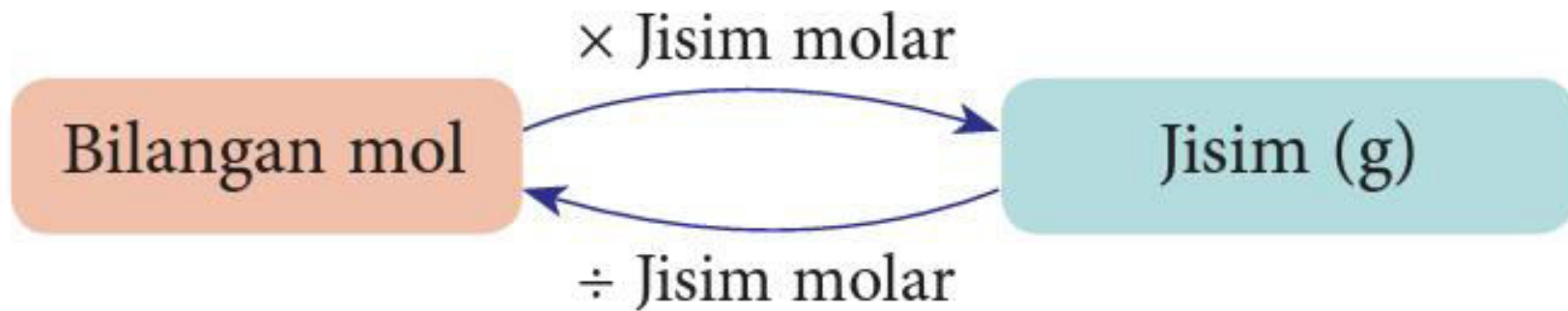
- Natrium klorida terdiri daripada unit NaCl.
- JFR bagi natrium klorida =  $23 + 35.5 = 58.5$
- Jisim molar bagi natrium klorida =  $58.5 \text{ g mol}^{-1}$

*Rajah 3.7 Menentukan jisim molar bahan*



- 
- **Jisim bagi sebarang pecahan mol sesuatu bahan boleh ditimbang, misalnya 12 g karbon untuk 1 mol karbon, 6 g serbuk karbon untuk 0.5 mol karbon dan seterusnya.**
  - **Jisim molar digunakan sebagai faktor penukaran antara bilangan mol dengan jisim bahan.**

$$\text{Bilangan mol, } n = \frac{\text{Jisim (g)}}{\text{Jisim molar (g mol}^{-1}\text{)}}$$



## Contoh

6

Berapakah jisim bagi 1.5 mol aluminium, Al?  
[Jisim atom relatif: Al = 27]

### Penyelesaian

Jisim molar aluminium, Al =  $27 \text{ g mol}^{-1}$  ←

Nilai jisim molar bahan atom menyamai JAR

Jisim aluminium, Al =  $1.5 \text{ mol} \times 27 \text{ g mol}^{-1}$  ←  
= 40.5 g

Gunakan rumus  
Jisim = Bilangan mol  $\times$  Jisim molar



## Contoh 7

Berapakah bilangan mol molekul yang terdapat di dalam 32 g gas sulfur dioksida,  $\text{SO}_2$ ?  
[Jisim atom relatif: O = 16, S = 32]

### Penyelesaian

$$\begin{aligned}\text{Jisim molekul relatif sulfur dioksida, } \text{SO}_2 &= 32 + 2(16) \\ &= 64\end{aligned}$$

$$\text{Jadi, jisim molar sulfur dioksida, } \text{SO}_2 = 64 \text{ g mol}^{-1}$$

$$\begin{aligned}\text{Bilangan mol molekul sulfur dioksida, } \text{SO}_2 &= \frac{32 \text{ g}}{64 \text{ g mol}^{-1}} \\ &= 0.5 \text{ mol}\end{aligned}$$

Nilai jisim molar bahan molekul menyamai JMR

Gunakan rumus  
$$\text{Bilangan mol} = \frac{\text{Jisim}}{\text{Jisim molar}}$$

## Contoh

8

Berapakah bilangan mol yang terdapat di dalam 4.7 g kalium oksida,  $K_2O$ ?

[Jisim atom relatif: O = 16, K = 39]

### Penyelesaian

Jisim formula relatif kalium oksida,  $K_2O = 2(39) + 16$   
 $= 94$

Jadi, jisim molar kalium oksida,  $K_2O = 94 \text{ g mol}^{-1}$

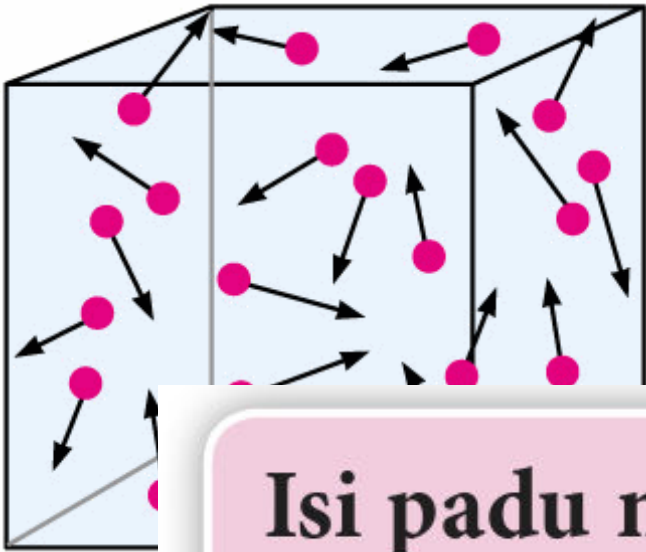
Bilangan mol kalium oksida,  $K_2O = \frac{4.7 \text{ g}}{94 \text{ g mol}^{-1}}$   
 $= 0.05 \text{ mol}$

Nilai jisim molar bahan ion menyamai JFR

Gunakan rumus  
Bilangan mol =  $\frac{\text{Jisim}}{\text{Jisim molar}}$

## BILANGAN MOL DAN ISI PADU GAS

- Menyukat isi padu sesuatu gas adalah lebih mudah berbanding dengan menyukat jisimnya kerana gas amat ringan
- Melalui kajian, ahli kimia mendapati isi padu bagi 1 mol sebarang gas mempunyai nilai yang sama pada keadaan suhu dan tekanan yang sama.
- Jadi, konsep isi padu molar dikemukakan.



**Isi padu molar** ialah isi padu yang ditempati oleh 1 mol gas. Isi padu molar sebarang gas bergantung kepada keadaan, iaitu  $22.4 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$  pada STP atau  $24 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$  pada keadaan bilik.

Hal ini bermakna, pada STP,

- 1 mol gas neon, Ne menempati  $22.4 \text{ dm}^3$
- 1 mol gas nitrogen dioksida,  $\text{NO}_2$  menempati  $22.4 \text{ dm}^3$

Pada keadaan bilik pula,

- 1 mol gas neon, Ne menempati  $24 \text{ dm}^3$
- 1 mol gas nitrogen dioksida,  $\text{NO}_2$  menempati  $24 \text{ dm}^3$

$$\text{Bilangan mol, } n = \frac{\text{Isi padu gas}}{\text{Isi padu molar}}$$

Bilangan mol

× Isi padu molar

Isi padu gas

÷ Isi padu molar

## Contoh 9

Hitungkan isi padu 2.2 mol gas hidrogen,  $H_2$  dalam  $dm^3$  pada STP.  
[Isi padu molar:  $22.4 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$  pada STP]

### Penyelesaian

Isi padu gas hidrogen,  $H_2$   
= Bilangan mol  $\times$  Isi padu molar pada STP  
=  $2.2 \text{ mol} \times 22.4 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$   
=  $49.28 \text{ dm}^3$



## INTEGRASI FIZIK

Isi padu gas  
= Bilangan mol  $\times$  Isi padu molar  
= ~~mol~~  $\times \frac{\text{dm}^3}{\text{mol}}$   
=  $\text{dm}^3$

## Contoh 10

Berapakah isi padu 0.01 mol gas ammonia,  $\text{NH}_3$  dalam  $\text{cm}^3$  pada keadaan bilik?  
[Isi padu molar:  $24 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$  pada keadaan bilik]

### Penyelesaian

$$\begin{aligned}\text{Isi padu gas ammonia, } \text{NH}_3 &= \text{Bilangan mol} \times \text{Isi padu molar pada keadaan bilik} \\ &= 0.01 \text{ mol} \times 24 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \\ &= 0.24 \text{ dm}^3 \\ &= 0.24 \times 1000 \text{ cm}^3 \leftarrow \text{Tukarkan unit isi padu:} \\ &= 240 \text{ cm}^3 \quad \quad \quad 1 \text{ dm}^3 = 1000 \text{ cm}^3\end{aligned}$$



## Contoh 11

Berapakah bilangan mol gas oksigen,  $O_2$  yang mempunyai isi padu  $600 \text{ cm}^3$  pada keadaan bilik?

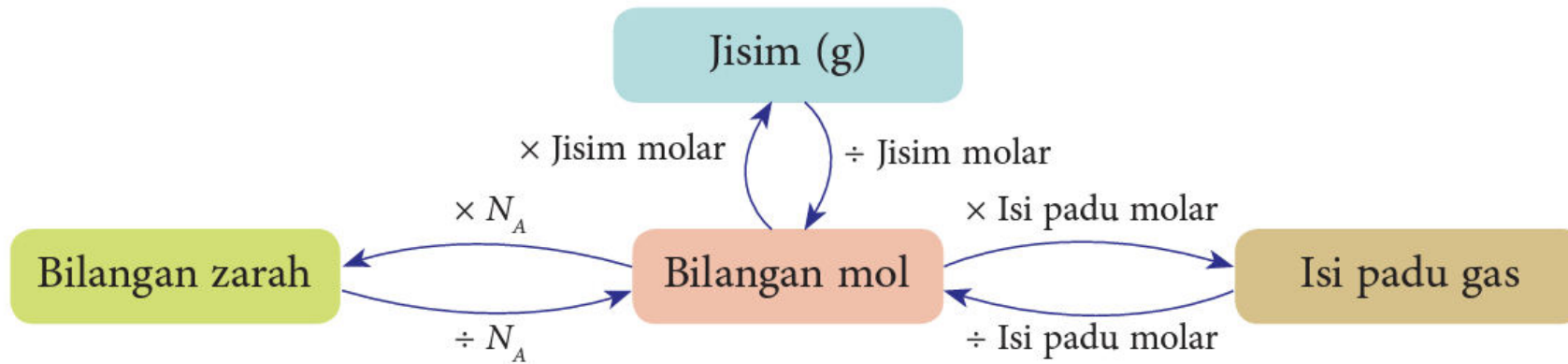
[Isi padu molar:  $24 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$  pada keadaan bilik]

### Penyelesaian

$$\begin{aligned}\text{Isi padu gas oksigen, } O_2 &= 600 \text{ cm}^3 \\ &= \frac{600}{1000} \text{ dm}^3 \\ &= 0.6 \text{ dm}^3\end{aligned}$$

Tukarkan unit isi padu:  
 $1 \text{ dm}^3 = 1000 \text{ cm}^3$

$$\begin{aligned}\text{Bilangan mol gas oksigen, } O_2 &= \frac{\text{Isi padu gas}}{\text{Isi padu molar pada keadaan bilik}} \\ &= \frac{0.6 \text{ dm}^3}{24 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}} \\ &= 0.025 \text{ mol}\end{aligned}$$



*Rajah 3.9* Hubung kait antara bilangan mol dengan bilangan zarah, jisim dan isi padu gas

## Contoh 12

Berapakah isi padu bagi 26.4 g karbon dioksida,  $\text{CO}_2$  pada keadaan bilik?

[Jisim atom relatif: C = 12, O = 16; Isi padu molar:  $24 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$  pada keadaan bilik]

### Penyelesaian

#### Analisis soalan dan perancangan penyelesaian

Maklumat daripada soalan:

Jisim = 26.4 g

Isi padu gas pada keadaan bilik?

Perancangan penyelesaian

$\div$  Jisim molar

Bilangan mol

$\times$  Isi padu molar

Langkah 1

Langkah 2

$$\begin{aligned} \text{JMR bagi karbon dioksida, CO}_2 &= 12 + 2(16) \\ &= 44 \end{aligned}$$

Jadi, jisim molar bagi karbon dioksida,  $\text{CO}_2 = 44 \text{ g mol}^{-1}$

Sebelum Langkah 1 dapat dilakukan, jisim molar perlu ditentukan terlebih dahulu.

$$\begin{aligned} \text{Bilangan mol karbon dioksida, CO}_2 &= \frac{\text{Jisim}}{\text{Jisim molar}} \\ &= \frac{26.4 \text{ g}}{44 \text{ g mol}^{-1}} \\ &= 0.6 \text{ mol} \end{aligned}$$

Langkah 1:  
Jisim  $\rightarrow$  Bilangan mol

$$\begin{aligned} \text{Isi padu karbon dioksida, CO}_2 &= \text{Bilangan mol} \times \text{Isi padu molar} \\ &= 0.6 \text{ mol} \times 24 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \\ &= 14.4 \text{ dm}^3 \end{aligned}$$

Langkah 2:  
Bilangan mol  $\rightarrow$  Isi padu

Jadi, 26.4 g gas karbon dioksida,  $\text{CO}_2$  menempati isi padu  $14.4 \text{ dm}^3$  pada keadaan bilik.

## Contoh 13

Berapakah bilangan molekul yang terdapat di dalam  $672 \text{ cm}^3$  gas hidrogen,  $\text{H}_2$  pada STP?  
[Pemalar Avogadro,  $N_A$ :  $6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ ; Isi padu molar:  $22.4 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$  pada STP]

### Penyelesaian

*Analisis soalan dan perancangan penyelesaian*

Maklumat daripada soalan:

Perancangan penyelesaian

Isi padu gas =  $672 \text{ cm}^3$

Bilangan molekul?

$\div$  Isi padu molar

Bilangan mol

$\times N_A$

Langkah 1

Langkah 2

$$\begin{aligned}\text{Bilangan mol gas hidrogen, H}_2 &= \frac{\text{Isi padu}}{\text{Isi padu molar}} \\ &= \frac{672 \text{ cm}^3}{22.4 \times 1000 \text{ cm}^3 \text{ mol}^{-1}} \\ &= 0.03 \text{ mol}\end{aligned}$$

Langkah 1:  
Isi padu → Bilangan mol

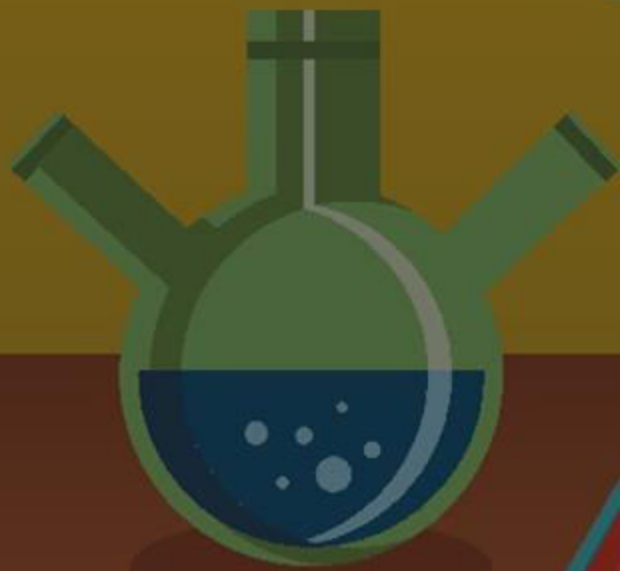
$$\begin{aligned}\text{Bilangan molekul hidrogen, H}_2 &= \text{Bilangan mol} \times N_A \\ &= 0.03 \text{ mol} \times 6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1} \\ &= 1.806 \times 10^{22} \text{ molekul}\end{aligned}$$

Langkah 2:  
Bilangan mol → Bilangan molekul

Jadi,  $672 \text{ cm}^3$  gas hidrogen,  $\text{H}_2$  pada STP mengandung  
 $1.806 \times 10^{22}$  molekul.



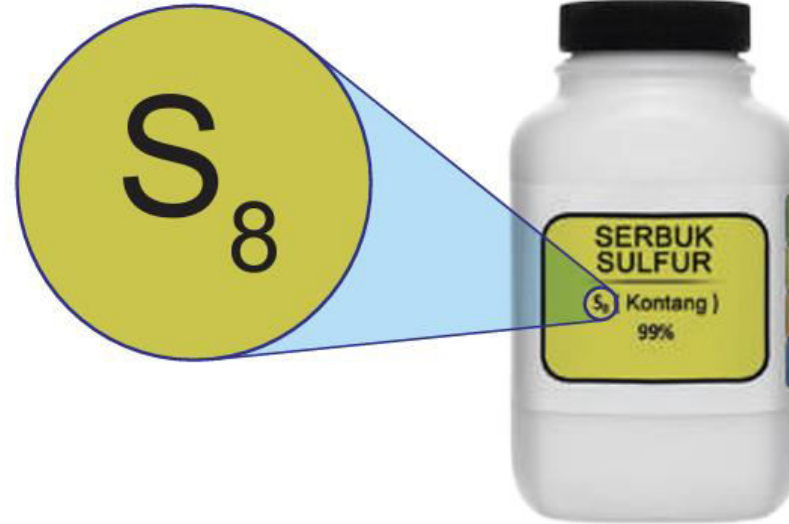
# 3.3 FORMULA KIMIA



# FORMULA KIMIA

---

- Formula kimia ialah perwakilan sesuatu bahan kimia dengan menggunakan huruf bagi mewakili atom dan nombor subskrip untuk menunjukkan bilangan setiap jenis atom yang terdapat di dalam entiti asas bahan itu.



*Gambar foto 3.5 Formula kimia bagi mewakili bahan kimia*



## Unsur

Bahan: Magnesium  
Formula kimia: Mg

Formula kimia menunjukkan magnesium hanya terdiri daripada atom magnesium sahaja.

Bahan: Gas oksigen  
Formula kimia: O<sub>2</sub>

Formula kimia menunjukkan molekul gas oksigen terdiri daripada dua atom oksigen.

## Sebatian

Bahan: Air  
Formula kimia:  $\text{H}_2\text{O}$

Nombor subskrip menunjukkan dua atom hidrogen bergabung dengan satu atom oksigen.

Bahan:  
Aluminium oksida  
Formula kimia:  $\text{Al}_2\text{O}_3$

Nombor subskrip menunjukkan setiap dua atom aluminium bergabung dengan tiga atom oksigen.

## FORMULA EMPIRIK



- **Formula empirik** ialah formula kimia yang menunjukkan nisbah paling ringkas bagi bilangan atom setiap jenis unsur dalam sesuatu sebatian.
- **Formula molekul** pula ialah formula kimia yang menunjukkan bilangan sebenar atom setiap jenis unsur yang terdapat di dalam satu molekul sesuatu sebatian.

Formula molekul glukosa:



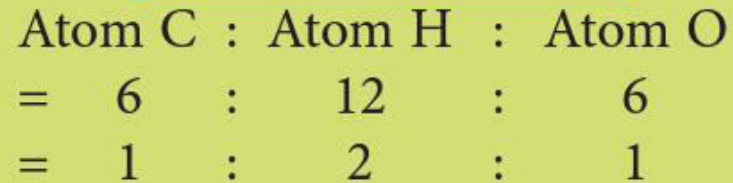
Formula menunjukkan satu molekul glukosa terdiri daripada 6 atom karbon, 12 atom hidrogen dan 6 atom oksigen.

Formula empirik glukosa:



Formula menunjukkan bahawa nisbah paling ringkas bilangan atom karbon kepada atom hidrogen dan atom oksigen ialah 1:2:1.

Nisbah bilangan atom



*Rajah 3.11 Formula molekul dan formula empirik bagi glukosa*

*Jadual 3.3 Formula molekul dan formula empirik beberapa bahan*

Bahan	Formula molekul	Formula empirik
Air	$\text{H}_2\text{O}$	$\text{H}_2\text{O}$
Ammonia	$\text{NH}_3$	$\text{NH}_3$
Hidrazin	$\text{N}_2\text{H}_4$	$\text{NH}_2$
Propena	$\text{C}_3\text{H}_6$	$\text{CH}_2$
Benzena	$\text{C}_6\text{H}_6$	$\text{CH}$

# PENENTUAN FORMULA EMPIRIK

---

- Formula empirik diperoleh melalui analisis peratus komposisi sesuatu bahan.
- Hal ini dilakukan dengan menentukan nisbah paling ringkas bilangan mol atom setiap unsur yang berpadu melalui eksperimen.



## Contoh 14

1.35 g aluminium berpadu dengan 1.2 g oksigen untuk menghasilkan aluminium oksida. Apakah formula empirik aluminium oksida?

[Jisim atom relatif: O = 16, Al = 27]

### Penyelesaian

Unsur	Al	O
Jisim (g)	1.35	1.2
Bilangan mol atom	$\frac{1.35}{27} = 0.05$	$\frac{1.2}{16} = 0.075$
Nisbah mol atom	$\frac{0.05}{0.05} = 1$	$\frac{0.075}{0.05} = 1.5$
Nisbah mol atom paling ringkas	2	3

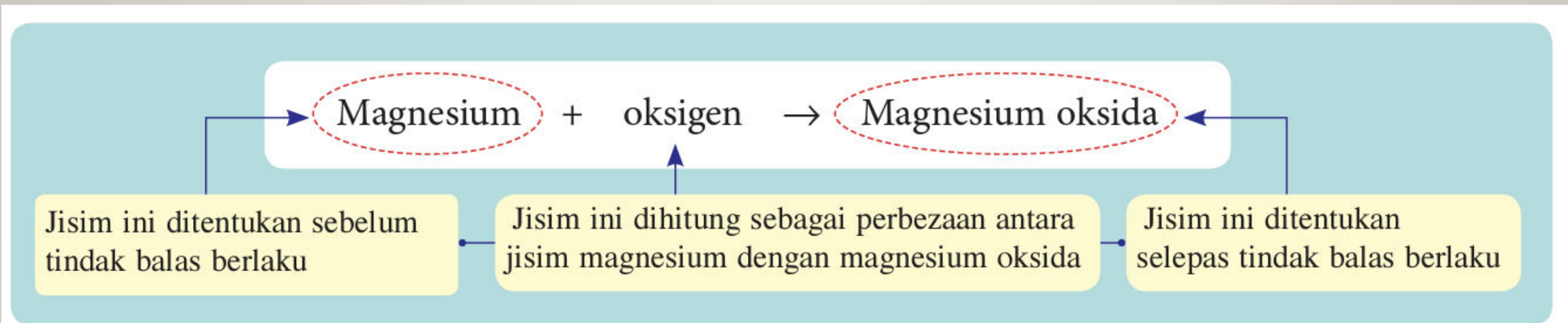
Tentukan jisim setiap unsur.

$$n = \frac{\text{Jisim}}{\text{Jisim molar}}$$

Bahagikan setiap nombor dengan nombor terkecil, iaitu 0.05.

Darabkan setiap jawapan dengan 2 untuk mendapat nisbah paling ringkas sebagai integer.

2 mol atom aluminium berpadu dengan 3 mol atom oksigen. Jadi, formula empirik aluminium oksida ialah  $\text{Al}_2\text{O}_3$ .

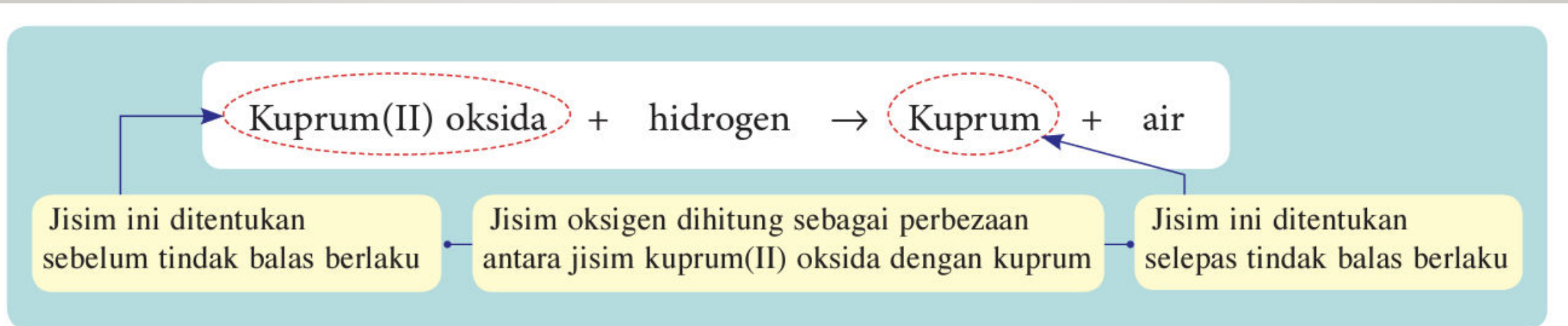


*Rajah 3.14 Penghitungan jisim magnesium dan oksigen di dalam magnesium oksida*

- 
- **Bagi logam reaktif seperti magnesium, logam hanya perlu dipanaskan sedikit sebelum dapat bertindak balas dengan oksigen di udara.**



- Namun begitu, kaedah ini tidak sesuai digunakan untuk penentuan formula empirik bagi kuprum(II) oksida kerana kuprum kurang reaktif terhadap oksigen.
- Oleh itu, kuprum(II) oksida perlu dipanaskan dalam aliran gas hidrogen supaya hidrogen dapat menyingkirkan oksigen daripada oksida tersebut



*Rajah 3.15 Penghitungan jisim kuprum dan oksigen di dalam kuprum(II) oksida*

$$\text{Formula molekul} = (\text{Formula empirik})_n$$

Nilai  $n$  merupakan integer positif. Jadual 3.6 menunjukkan beberapa contoh.

*Jadual 3.6* Hubung kait antara formula molekul dengan formula empirik

<b>Bahan</b>	Air	Hidrazin	Propena	Benzena
<b>Formula empirik</b>	H <sub>2</sub> O	NH <sub>2</sub>	CH <sub>2</sub>	CH
<b>Formula molekul</b>	(H <sub>2</sub> O) <sub>1</sub> = H <sub>2</sub> O	(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> = N <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	(CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> = C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	(CH) <sub>6</sub> = C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>
<b><math>n</math></b>	1	2	3	6

# PENENTUAN FORMULA MOLEKUL

## Contoh 15

Satu sebatian mempunyai formula empirik  $\text{CH}_2$ . Jisim molekul relatifnya ialah 56. Apakah formula molekul sebatian itu? [Jisim atom relatif: H = 1, C = 12]

### Penyelesaian

Andaikan formula molekul sebatian ialah  $(\text{CH}_2)_n$ .

Berdasarkan formula molekulnya, JMR sebatian =  $n[12 + 2(1)]$   
 $= 14n$

Diberikan JMR sebatian,  $14n = 56$  ← Samakan nilai JMR yang dihitung dengan yang diberikan.

$$n = \frac{56}{14}$$
$$= 4$$

Maka, formula molekul sebatian ialah  $\text{C}_4\text{H}_8$ .

### Contoh 16

1.2 g unsur Y bertindak balas dengan bromin untuk menghasilkan 6 g sebatian dengan formula empirik  $YBr_2$ . Tentukan jisim atom relatif Y. [Jisim atom relatif: Br = 80]

### Penyelesaian

Sebatian terdiri daripada unsur Y dan bromin.

Jadi, jisim unsur Y + jisim bromin = jisim sebatian yang terhasil

$$1.2 \text{ g} + \text{jisim bromin} = 6 \text{ g}$$

$$\begin{aligned} \text{Jisim bromin} &= (6 - 1.2) \text{ g} \\ &= 4.8 \text{ g} \end{aligned}$$

Contoh  
tambahan

[https://bit.ly/  
2BQiSdU](https://bit.ly/2BQiSdU)



Andaikan JAR bagi unsur Y ialah  $x$

Unsur	Y	Br
Jisim (g)	1.2	4.8
Bilangan mol atom	$\frac{1.2}{x} = ?$	$\frac{4.8}{80} = 0.06$

Berdasarkan formula empirik  $YBr_2$ ,

2 mol atom Br berpadu dengan 1 mol atom Y atau

1 mol atom Br berpadu dengan 0.5 mol atom Y atau

0.06 mol atom Br berpadu dengan 0.03 mol atom Y.

Jadi, bilangan mol atom Y yang bertindak balas = 0.03 mol

$$\frac{1.2}{x} = 0.03$$

$$x = \frac{1.2}{0.03}$$

$$= 40$$

Berdasarkan formula empirik, lakukan penghitungan secara perkadaran.

JAR bagi unsur Y ialah 40.

# FORMULA KIMIA SEBATIAN ION

---

- **Sebatian ion terdiri daripada kation, iaitu ion bercas positif dan anion, iaitu ion bercas negatif.**
- **Bagi menulis formula kimia sebatian ion, formula kation dan anion perlu diketahui**



*Jadual 3.7 Formula bagi kation dan anion yang lazim*

<b>Kation</b>	<b>Formula kation</b>	<b>Anion</b>	<b>Formula anion</b>
Ion natrium	$\text{Na}^+$	Ion oksida	$\text{O}^{2-}$
Ion kalium	$\text{K}^+$	Ion klorida	$\text{Cl}^-$
Ion aluminium	$\text{Al}^{3+}$	Ion bromida	$\text{Br}^-$
Ion zink	$\text{Zn}^{2+}$	Ion iodida	$\text{I}^-$
Ion magnesium	$\text{Mg}^{2+}$	Ion hidroksida	$\text{OH}^-$
Ion ferum(II)	$\text{Fe}^{2+}$	Ion karbonat	$\text{CO}_3^{2-}$

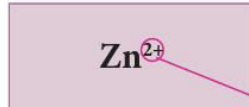
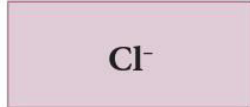
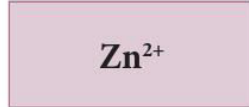
Ion ferum(III)	$\text{Fe}^{3+}$	Ion nitrat	$\text{NO}_3^-$
Ion kuprum(II)	$\text{Cu}^{2+}$	Ion sulfat	$\text{SO}_4^{2-}$
Ion kalsium	$\text{Ca}^{2+}$	Ion fosfat	$\text{PO}_4^{3-}$
Ion argentum	$\text{Ag}^+$	Ion manganat(VII)	$\text{MnO}_4^-$
Ion plumbum(II)	$\text{Pb}^{2+}$	Ion tiosulfat	$\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$
Ion ammonium	$\text{NH}_4^+$	Ion dikromat(VI)	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$



Nama: **Zink klorida**

Kation: Ion zink

Anion: Ion klorida



Bilangan ion:

1

2

<b>Semak:</b> Cas positif : $1 \times (+2) = +2$
Cas negatif : $2 \times (-1) = -2$
<b>Jumlah cas :</b> <u>0</u>

Formula:  **$\text{ZnCl}_2$**

1. Berdasarkan nama sebatian, tentukan kation dan anion.

2. Saling menukar cas kation dan anion secara silang bagi menentukan bilangan kation dan anion.

3. Tulis formula kimia sebatian. Formula adalah **neutral**. Cas ion tidak ditulis pada formula. Nombor subskrip digunakan untuk menunjukkan bilangan ion.

**Contoh tambahan kaedah silang**

<https://bit.ly/2ZXgZXt>



**Konsep asas membina formula kimia sebatian ion**

<https://bit.ly/2UXg1w2>



*Rajah 3.16 Pembinaan formula kimia zink klorida menggunakan kaedah silang*

*Jadual 3.8 Contoh penamaan sebatian ion*

<b>Kation</b>	<b>Anion</b>	<b>Nama sebatian ion</b>
Ion natrium	Ion klorida	Natrium klorida
Ion zink	Ion bromida	Zink bromida
Ion magnesium	Ion nitrat	Magnesium nitrat

---

## PENAMAAN SEBATIAN KIMIA

# PENAMAAN SEBATIAN KIMIA

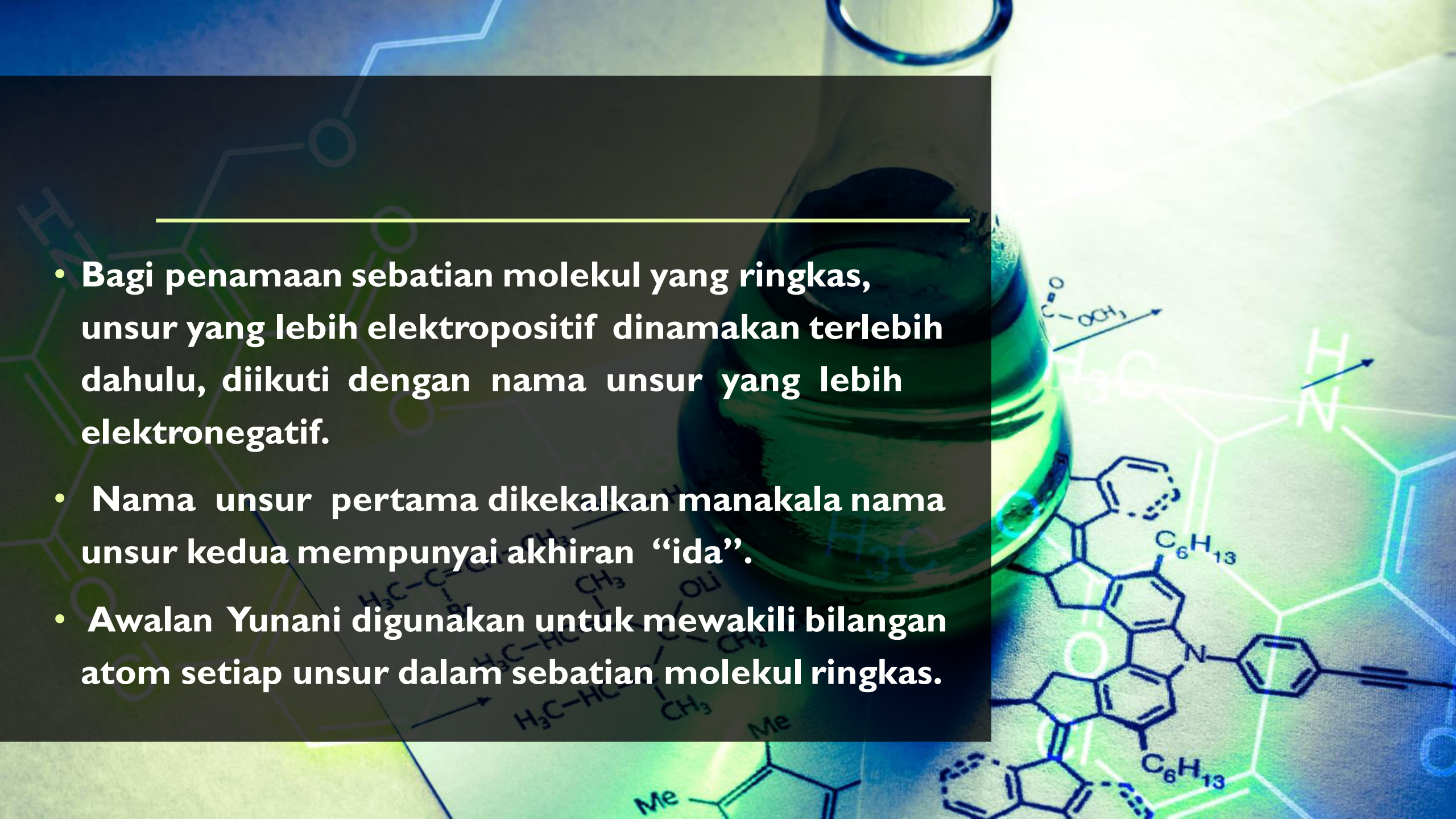
---

- **Sebatian kimia dinamakan secara sistematis berdasarkan saranan yang dibuat oleh Kesatuan Antarabangsa Kimia Tulen dan Gunaan.**
- **Sesetengah logam membentuk lebih daripada satu jenis ion. Bagi membezakan ion-ion itu, huruf Roman digunakan dalam penamaan.**
- **Misalnya, ferum membentuk dua jenis kation, iaitu  $\text{Fe}^{2+}$  dan  $\text{Fe}^{3+}$ . Ion  $\text{Fe}^{2+}$  dinamakan sebagai ion ferum(II) manakala ion  $\text{Fe}^{3+}$  dinamakan sebagai ion ferum(III).**

Menunjukkan ion  
ferum(II),  $\text{Fe}^{2+}$

• Ferum(II) oksida  
Ferum(III) oksida

Menunjukkan ion  
ferum(III),  $\text{Fe}^{3+}$

- 
- Bagi penamaan sebatian molekul yang ringkas, unsur yang lebih elektropositif dinamakan terlebih dahulu, diikuti dengan nama unsur yang lebih elektronegatif.
  - Nama unsur pertama dikekalkan manakala nama unsur kedua mempunyai akhiran “ida”.
  - Awalan Yunani digunakan untuk mewakili bilangan atom setiap unsur dalam sebatian molekul ringkas.

CO – Karbon monoksida  
NO<sub>2</sub> – Nitrogen dioksida  
SO<sub>3</sub> – Sulfur trioksida

Awalan Yunani seperti  
“mono”, “di” dan “tri”  
menunjukkan bilangan  
satu, dua, dan tiga.



Berikut ialah awalan Yunani  
lain:

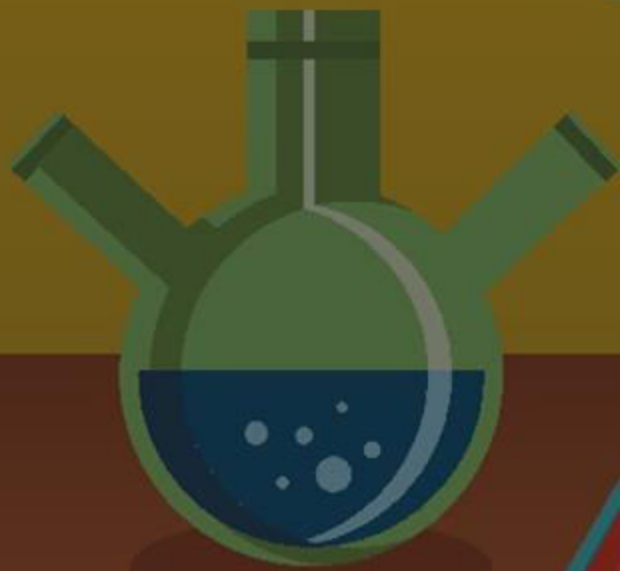
tetra – 4

heks – 6

pent – 5

hept – 7

# 3.4 PERSAMAAN KIMIA



## PERSAMAAN KIMIA

- Ahli kimia mempunyai cara yang ringkas dan tepat untuk menghuraikan tindak balas kimia, iaitu melalui persamaan kimia.



# CARA MENULIS PERSAMAAN KIMIA

---

- **Persamaan kimia boleh ditulis dalam bentuk perkataan atau menggunakan formula kimia.**
- **Bahan pemula atau bahan tindak balas ditulis di sebelah kiri persamaan, manakala bahan baharu yang terhasil atau hasil tindak balas ditulis di sebelah kanan persamaan.**
- **Anak panah “~” mewakili ‘menghasilkan’.**
- **Keadaan fizik setiap bahan, iaitu sama ada pepejal(p), cecair(ce), gas(g) atau larutan akueus(ak) juga ditunjukkan dalam persamaan kimia.**

Bahan tindak balas			Hasil tindak balas	
Hidrogen	+	oksigen	→	air
$H_2$	+	$O_2$	→	$H_2O$
$H_2$ (2 atom H)	+	$O_2$ (2 atom O)	→	$H_2O$ (2 atom H, 1 atom O)
Persamaan tidak seimbang				
$2H_2$ (4 atom H)	+	$O_2$ (2 atom O)	→	$2H_2O$ (4 atom H, 2 atom O)
$2H_2(g)$	+	$O_2(g)$	→	$2H_2O(ce)$

1. Tulis persamaan dalam bentuk perkataan terlebih dahulu.
2. Tulis formula kimia bagi setiap bahan dan hasil tindak balas.
3. Semak sama ada persamaan seimbang atau tidak.
4. **Imbangkan** persamaan dengan menyelaraskan **pekali** di hadapan formula kimia.
5. Tulis keadaan fizik setiap bahan dan hasil tindak balas.

*Rajah 3.17 Menulis persamaan kimia bagi tindak balas antara hidrogen dan oksigen*



# PERSAMAAN KIMIA

---

- **Persamaan kimia haruslah seimbang.**
- **Berdasarkan hukum keabadian jisim, jirim tidak boleh dicipta atau dimusnahkan.**
- **Oleh itu, bilangan atom bagi setiap jenis unsur pada kedua-dua belah persamaan mestilah sama.**

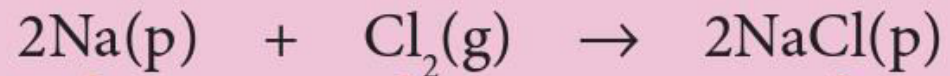


## MENGGUNAKAN PERSAMAAN KIMIA

---

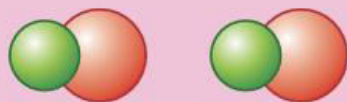
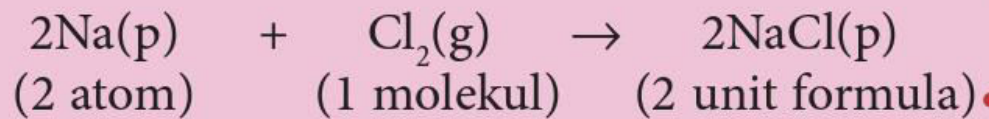
- **Persamaan kimia boleh ditafsirkan secara kualitatif dan kuantitatif.**
- **Melalui aspek kualitatif, persamaan kimia membolehkan kita mengenal pasti bahan tindak balas dan hasil tindak balas serta keadaan fizik bahan.**

- Melalui aspek kuantitatif pula, kita boleh mengkaji stoikiometri persamaan kimia.
- Stoikiometri ialah kajian kuantitatif komposisi bahan yang terlibat dalam tindak balas kimia.
- Pekali dalam persamaan kimia menunjukkan nisbah bahan yang terlibat, sama ada sebagai nisbah entiti asas bahan mahupun nisbah bilangan mol.



Bahan tindak balas: Logam natrium dan gas klorin

Hasil tindak balas: Pepejal natrium klorida



atau

atau

atau

(2 mol)

(1 mol)

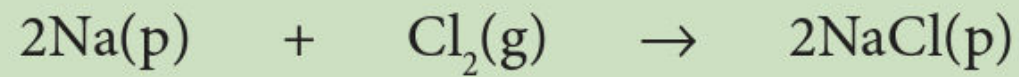
(2 mol)

Nisbah entiti asas (zarah):

2 atom natrium bertindak balas dengan 1 molekul klorin untuk menghasilkan 2 unit NaCl.

Nisbah bilangan mol:

2 mol natrium bertindak balas dengan 1 mol gas klorin untuk menghasilkan 2 mol natrium klorida.



(2 mol)

(1 mol)

(2 mol)

Nisbah bilangan mol asal daripada stoikiometri

(1 mol)

(0.5 mol)

(1 mol)

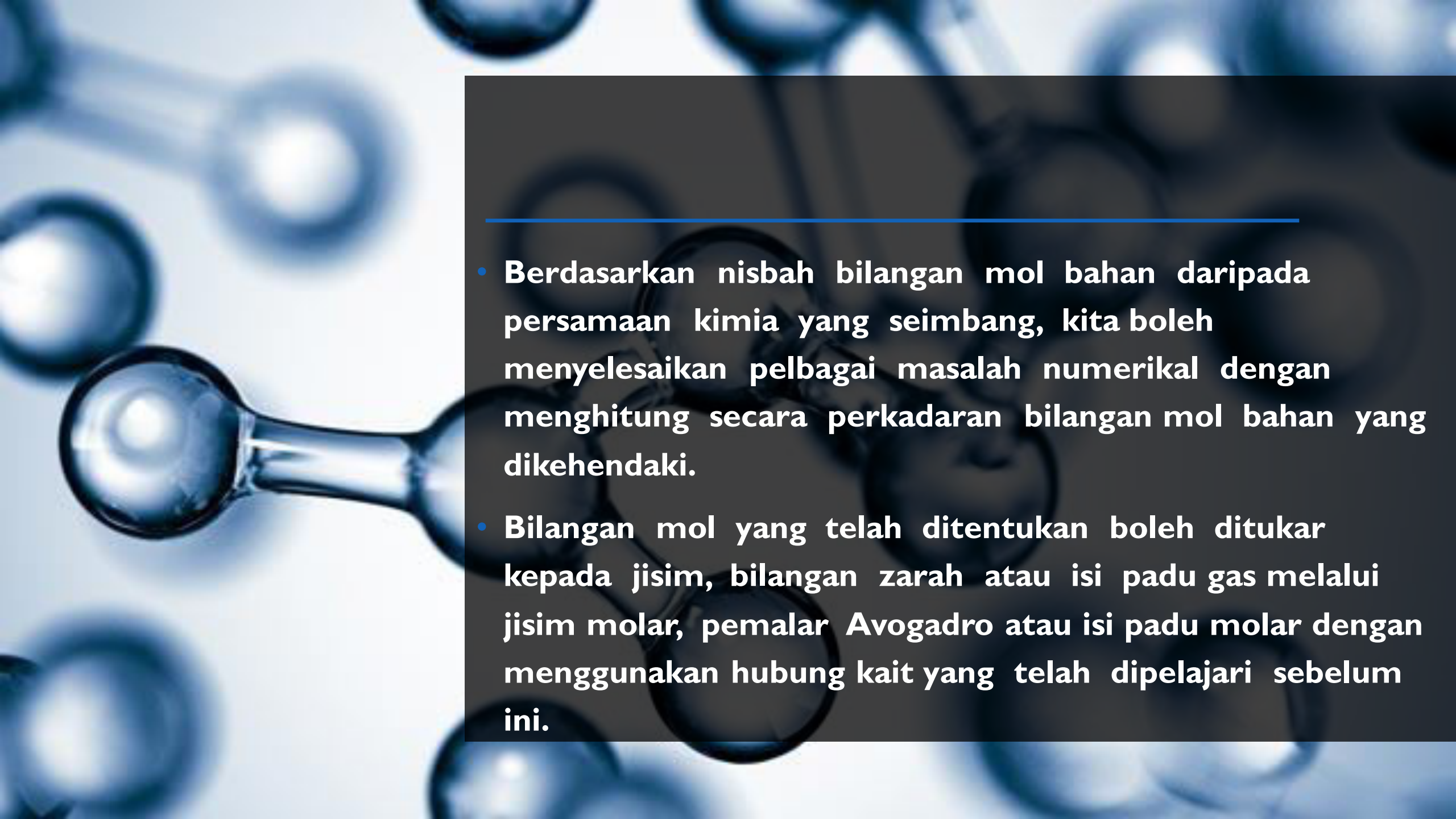
Semua nilai dibahagi 2

⋮

⋮

⋮

Dihitung secara perkadaran bagi nilai-nilai lain.

- 
- 
- Berdasarkan nisbah bilangan mol bahan daripada persamaan kimia yang seimbang, kita boleh menyelesaikan pelbagai masalah numerikal dengan menghitung secara perkadaran bilangan mol bahan yang dikehendaki.
  - Bilangan mol yang telah ditentukan boleh ditukar kepada jisim, bilangan zarah atau isi padu gas melalui jisim molar, pemalar Avogadro atau isi padu molar dengan menggunakan hubung kait yang telah dipelajari sebelum ini.





$$\begin{aligned} \text{Bilangan mol di dalam 5.4 g aluminium, Al} &= \frac{\text{Jisim}}{\text{Jisim molar}} \\ &= \frac{5.4 \text{ g}}{27 \text{ g mol}^{-1}} \\ &= 0.2 \text{ mol} \end{aligned}$$

Langkah 1:  
Jisim Al → Bilangan mol Al

Berdasarkan persamaan, 4 mol aluminium, Al menghasilkan 2 mol aluminium oksida,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Jadi, 0.2 mol aluminium, Al menghasilkan 0.1 mol aluminium oksida,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ .

Langkah 2:  
Hitungkan nisbah bilangan mol  $\text{Al}_2\text{O}_3$  secara perkadaran.

$$\begin{aligned} \text{Oleh itu, jisim aluminium oksida, } \text{Al}_2\text{O}_3 \text{ yang dihasilkan} \\ &= \text{Bilangan mol} \times \text{Jisim molar} \\ &= 0.1 \text{ mol} \times [2(27) + 3(16)] \text{ g mol}^{-1} \\ &= 0.1 \text{ mol} \times 102 \text{ g mol}^{-1} \\ &= 10.2 \text{ g} \end{aligned}$$

Langkah 3:  
Bilangan mol  $\text{Al}_2\text{O}_3$  → Jisim  $\text{Al}_2\text{O}_3$

The background is a dark olive green with faint, stylized molecular models and glowing blue and white particles. In the foreground, there are several pieces of laboratory glassware: a green three-necked round-bottom flask on the left containing blue liquid with bubbles; two Erlenmeyer flasks in the center containing red liquid; a purple round-bottom flask on the right containing purple liquid with bubbles; and a test tube rack on the far right containing three test tubes with black, red, and orange liquids respectively. The word "TAMAT" is written in white, bold, uppercase letters in the center of the image, with a thin white vertical line extending upwards from the letter 'M'.