

BAB

3

Kata Kunci

- Formula kimia
- Isi padu molar
- Jisim atom relatif
- Jisim formula relatif
- Jisim molar
- Jisim molekul relatif
- Mol
- Persamaan kimia

Konsep Mol, Formula dan Persamaan Kimia

Apakah yang akan anda pelajari?

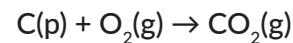
- 3.1 Jisim Atom Relatif dan Jisim Molekul Relatif
- 3.2 Konsep Mol
- 3.3 Formula Kimia
- 3.4 Persamaan Kimia



Buletin

Sate ialah makanan kegemaran kebanyakan masyarakat Malaysia. Sate diperbuat daripada kepingan daging berempah yang dicucuk pada lidi kelapa atau buluh dan dibakar di atas bara api arang kayu.

Tahukah anda bahawa pembakaran arang kayu merupakan satu tindak balas kimia? Tindak balas ini boleh diwakili oleh persamaan kimia berikut:



Simbol 'C' dalam persamaan kimia merupakan formula kimia bagi unsur karbon di dalam arang kayu. Apakah itu formula kimia? Apakah pula maksud huruf-huruf lain dan nombor dalam persamaan itu?

Bagaimanakah cara menulis formula sesuatu bahan kimia?

Apakah maklumat yang terkandung dalam persamaan kimia?

Bagaimanakah cara menyukat kuantiti sesuatu bahan kimia?



3.1 Jisim Atom Relatif dan Jisim Molekul Relatif



Gambar foto 3.1 Beras

Pernahkah anda cuba mengira bilangan butiran beras di dalam seguni beras? Butiran beras tidak dapat dikira kerana saiznya yang amat kecil. Ahli kimia juga menghadapi masalah yang serupa. Saiz atom yang amat kecil menyulitkan penentuan bilangan dan jisim sesuatu atom. Bagaimanakah ahli kimia mengatasi masalah ini?

Standard Pembelajaran

- Di akhir pembelajaran, murid boleh:
- 3.1.1 Mengkonsepsi jisim atom relatif dan jisim molekul relatif berdasarkan skala karbon-12.
 - 3.1.2 Menghitung jisim molekul relatif dan jisim formula relatif.

Jisim Atom Relatif, JAR

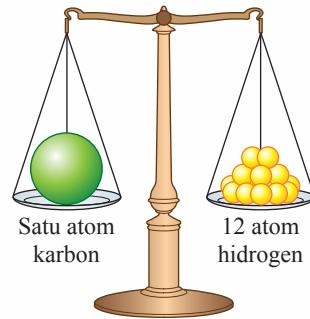
Ahli kimia menggunakan konsep ‘jisim atom relatif’ dengan membandingkan jisim atom sesuatu unsur dengan jisim atom unsur lain yang dipilih sebagai piawai. Oleh itu, jisim sebenar sesuatu atom tidak perlu diketahui.

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 seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 3.1.

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 $\frac{1}{12}$ kali jisim satu atom karbon-12.

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

Terangkan mengapa ada nilai $\frac{1}{12}$ dalam takrifan jisim atom relatif berdasarkan skala karbon-12.



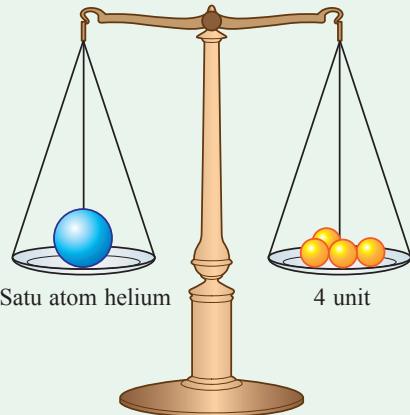
Rajah 3.1 Jisim atom karbon dibandingkan dengan atom hidrogen

Cabaran Minda

Penentuan jisim atom relatif menggunakan atom hidrogen sebagai atom piawai menemui pelbagai masalah. Cuba anda siasat apakah masalah-masalah tersebut.

Satu atom karbon-12 diberikan jisim tepat 12 unit.

Jadi, $\frac{1}{12}$ jisim satu atom karbon-12 sama dengan jisim satu atom hidrogen, iaitu 1 unit.



Rajah 3.2 Jisim atom relatif helium

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.

Cabaran Minda

Satu atom magnesium adalah dua kali lebih berat daripada satu atom karbon-12. Apakah JAR bagi magnesium?

Tip Celik

Jisim atom relatif unsur diberikan dalam Jadual Data Unsur pada halaman 276. Oleh sebab jisim atom relatif merupakan nilai perbandingan, jisim atom relatif tidak mempunyai unit.



Aktiviti 3.1



Membincangkan sebab karbon-12 digunakan sebagai piawai penentuan JAR



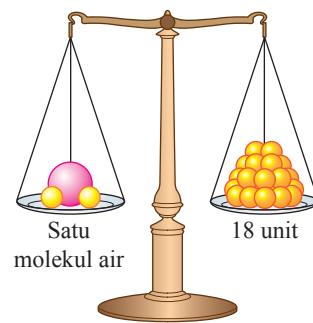
1. Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
2. Kumpulkan maklumat daripada bahan rujukan bercetak atau layari Internet dan bincangkan mengapa karbon-12 digunakan sebagai piawai untuk menentukan jisim atom relatif.
3. Persembahkan hasil perbincangan kumpulan anda dalam bentuk peta pemikiran yang sesuai.

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 $\frac{1}{12}$ kali jisim satu atom karbon-12.

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



Rajah 3.3 Jisim molekul relatif air

Rajah 3.3 menunjukkan satu molekul air mempunyai jisim molekul relatif 18. Hal ini menunjukkan jisim satu molekul air adalah 18 kali lebih besar daripada $\frac{1}{12}$ kali jisim satu atom karbon-12. Aktiviti 3.2 dapat mengukuhkan pemahaman terhadap konsep jisim atom relatif dan jisim molekul relatif berdasarkan skala karbon-12 secara analogi.

**Aktiviti 3.2****Mengkaji konsep jisim atom relatif dan jisim molekul relatif secara analogi****Bahan:** 36 sesendal, 1 bolt 5 cm, 5 nat, 1 magnet cepar dan benang**Radas:** Neraca dua piring**(A) Jisim atom relatif berdasarkan skala karbon-12****Prosedur:**

- Anda dibekalkan dengan tiga model atom karbon-12. Hitungkan bilangan sesendal yang membentuk setiap model atom karbon-12.
- Ceraikan sesendal dalam model-model itu dan gunakan untuk langkah-langkah seterusnya.
- Letakkan satu atom unsur A di atas neraca dua piring seperti dalam Rajah 3.4.
- Letakkan sesendal satu per satu di atas piring yang satu lagi sehingga neraca seimbang.
- Kira dan catatkan bilangan sesendal yang digunakan dalam jadual seperti Jadual 3.1.
- Ulang langkah 3 hingga 5 dengan menggunakan atom unsur B dan atom unsur C.
- Hitungkan jisim relatif satu sesendal dalam model itu dengan menganggap setiap atom karbon-12 diberikan jisim tepat 12 unit. Seterusnya, deduksikan jisim atom relatif unsur A, B, dan C.

Keputusan:*Jadual 3.1*

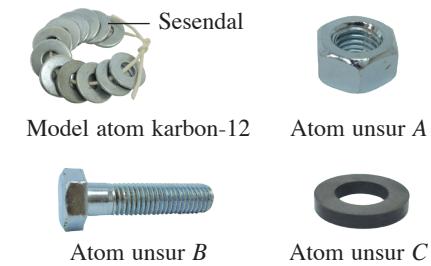
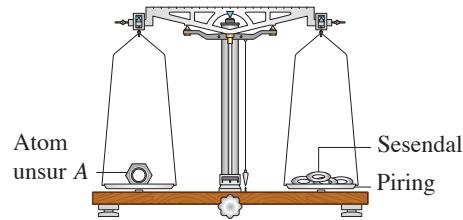
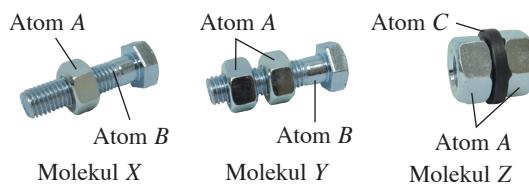
Atom unsur	Bilangan sesendal yang digunakan	Jisim atom relatif
A		
B		
C		

Perbincangan:

- Berapakah bilangan sesendal yang membentuk model satu atom karbon-12?
- Apakah yang mewakili $\frac{1}{12}$ kali jisim satu atom karbon-12 dalam aktiviti ini?
- Takrifkan jisim atom relatif sesuatu unsur berdasarkan skala karbon-12.

(B) Jisim molekul relatif berdasarkan skala karbon-12**Prosedur:**

- Sediakan model molekul X, Y, dan Z seperti dalam Gambar foto 3.3.
- Letakkan satu molekul X di atas salah satu piring neraca.
- Letakkan sesendal satu per satu di atas piring yang satu lagi sehingga neraca seimbang.

*Gambar foto 3.2 Model atom karbon-12 dan tiga unsur A, B, dan C**Rajah 3.4 Mengkaji jisim relatif secara analogi**Gambar foto 3.3 Model molekul X, Y, dan Z*



4. Kira dan catatkan bilangan sesendal yang digunakan dalam jadual seperti Jadual 3.2.
5. Ulang langkah 2 hingga 4 dengan menggunakan molekul Y dan molekul Z.
6. Deduksikan jisim molekul relatif X, Y, dan Z.

Keputusan:**Jadual 3.2**

Molekul	Komposisi molekul	Bilangan sesendal yang digunakan	Jisim molekul relatif
X	1 atom A + 1 atom B		
Y			
Z			

Perbincangan:

1. Berdasarkan Aktiviti B, berikan definisi jisim molekul relatif berdasarkan skala karbon-12.
2. Hitungkan jumlah jisim atom relatif bagi unsur-unsur yang membentuk molekul X, Y, dan Z.
3. Bandingkan jawapan anda pada soalan 2 dengan jisim molekul relatif yang diperoleh dalam Aktiviti B. Apakah inferens yang boleh dibuat tentang hubungan antara jisim molekul relatif dan jisim atom relatif?
4. Molekul W terdiri daripada satu atom unsur A, satu atom unsur B dan satu atom unsur C. Ramalkan jisim molekul relatif W.

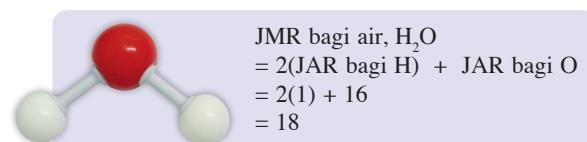
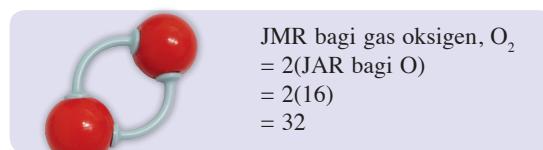


Sediakan laporan yang lengkap selepas menjalankan aktiviti ini.

Jisim molekul relatif sesuatu molekul boleh dihitung dengan **menjumlahkan jisim atom relatif bagi semua atom** yang membentuk molekul tersebut seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 3.5 dan Contoh 1.



Jisim molekul relatif sesuatu molekul menyamai jumlah jisim atom relatif bagi semua atom di dalam molekul tersebut.

**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. Teliti Contoh 2.

Contoh 2

Hitungkan jisim formula relatif bagi zink klorida, 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

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

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



Aktiviti 3.3

Menghitung jisim molekul relatif dan jisim formula relatif

Tentukan jisim molekul relatif atau jisim formula relatif bagi semua bahan berikut. Rujuk Jadual Data Unsur pada halaman 276 untuk mendapatkan jisim atom relatif.

PK

- | | | | | |
|------------------------------|--------------------|-----------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|
| 1. H_2 | 2. O_3 | 3. CO | 4. NH_3 | 5. N_2O_4 |
| 6. C_4H_{10} | 7. CuCl_2 | 8. $\text{Zn}(\text{OH})_2$ | 9. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ | 10. $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ |



Aktiviti 3.4

Tic-tac-toe dengan jisim relatif

Bahan: 10 keping kad formula dan kad tic-tac-toe

- Jalankan aktiviti ini secara berpasangan.
- Setiap pasangan diberikan kad tic-tac-toe dan 10 keping kad formula. Setiap kad mempunyai formula bagi satu bahan tertentu dan jisim relatif bahan tersebut.
- Kocokkan kad dan letakkan di tengah meja dengan bahagian bertulis menghadap ke bawah.
- Pemain pertama mengambil sekeping kad. Tanpa menunjukkan kad itu kepada pemain kedua, pemain pertama akan membacakan formula bahan pada kad kepada pemain kedua.



Bahan bagi Aktiviti 3.4

[https://bit.ly/
2GMqUu4](https://bit.ly/2GMqUu4)





5. Dengan merujuk Jadual Data Unsur pada halaman 276, pemain kedua akan menghitung jisim relatif bahan tersebut dan menunjukkan jawapannya kepada pemain pertama. Jika jawapannya betul, pemain kedua dibenarkan membuat tanda pada kad *tic-tac-toe*. Jika jawapannya salah, pemain kedua akan kehilangan peluang untuk membuat tanda pada kad *tic-tac-toe*.
6. Ulang langkah 3 dan 4 dengan pemain kedua mengambil kad manakala pemain pertama menghitung jisim relatif bahan.
7. Ulang secara bergilir sehingga salah satu pemain berjaya menanda sederet baris menegak, mendatar atau menyerong, atau sehingga semua petak ditanda sepenuhnya.



Uji Kendiri

3.1

1. Berikan takrifan bagi jisim atom relatif berdasarkan skala karbon-12.
2. Rujuk Jadual Data Unsur pada halaman 276 bagi mendapatkan maklumat tentang jisim atom relatif.
 - (a) Berapakah bilangan atom litium yang diperlukan bagi menyamai jisim bagi satu atom kripton?
 - (b) Berapakah bilangan atom helium yang diperlukan bagi menyamai jisim satu atom argentum?
3. Hitungkan jisim molekul relatif atau jisim formula relatif bagi bahan berikut:

(a) Metana, CH ₄	(c) Asid sulfurik, H ₂ SO ₄
(b) Magnesium nitrat, Mg(NO ₃) ₂	(d) Asid formik, HCOOH

3.2

Konsep Mol

Dalam kehidupan harian, kita menggunakan unit seperti pasang dan dozen untuk mewakili kuantiti atau bilangan objek. Gambar foto 3.4 menunjukkan objek yang boleh ditentukan kuantiti dengan menggunakan unit pasang dan dozen. Unit pasang mewakili 2 objek manakala unit dozen mewakili 12 objek.



Gambar foto 3.4 Penggunaan unit dalam kehidupan harian

Dalam bidang kimia, unit **mol** digunakan dalam penyukatan kuantiti bahan. Apakah kuantiti bahan yang diwakili oleh unit mol?

Standard Pembelajaran

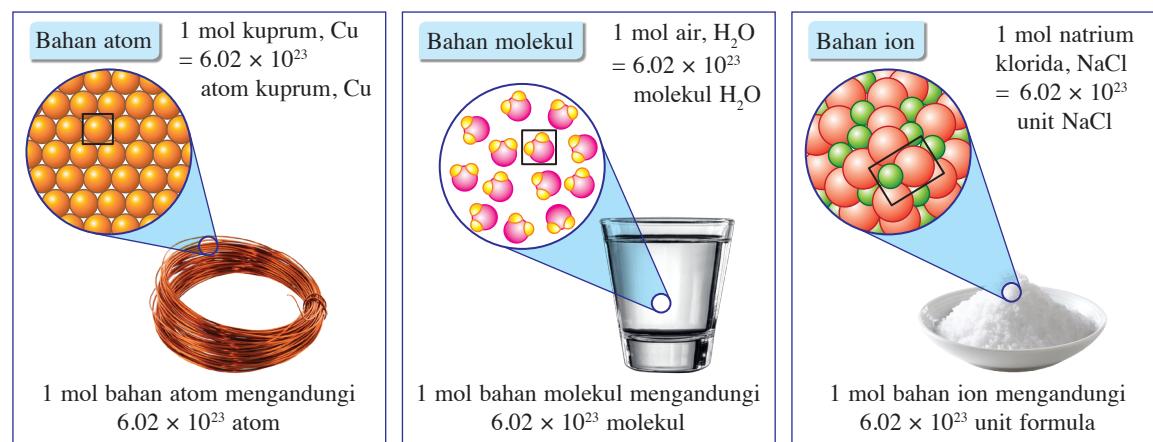
Di akhir pembelajaran,
murid boleh:

- 3.2.1 Mentakrifkan mol.
- 3.2.2 Menghubung kait pemalar Avogadro, N_A , bilangan zarah dan bilangan mol.
- 3.2.3 Menyatakan maksud jisim molar.
- 3.2.4 Menghubung kait jisim molar, jisim dan bilangan mol.
- 3.2.5 Menyatakan maksud isi padu molar.
- 3.2.6 Menghubung kait isi padu molar, isi padu gas dan bilangan mol.
- 3.2.7 Menyelesaikan masalah numerical yang melibatkan bilangan zarah, bilangan mol, jisim bahan dan isi padu gas.

Menurut Kesatuan Antarabangsa Kimia Tulen dan Gunaan (*International Union of Pure and Applied Chemistry*, IUPAC), definisi terbaharu bagi mol adalah seperti berikut:

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 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 6.02×10^{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.



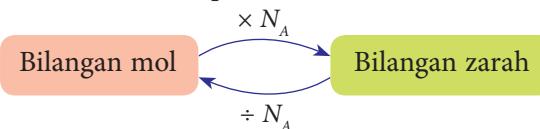
Rajah 3.6 Bilangan zarah dalam satu mol bahan

Bilangan Mol dan Bilangan Zarah

Penggunaan unit mol adalah sama seperti penggunaan unit dozen. Misalnya, 2 dozen pensel mewakili 2×12 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:



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.



INTEGRASI SEJARAH



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



Contoh penukaran antara bilangan mol dan bilangan zarah menggunakan pemalar Avogadro, N_A ditunjukkan dalam Contoh 3, 4 dan 5.

[Nota: Anggap pemalar Avogadro, N_A : $6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$]

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, ZnCl_2 mengandungi 3.01×10^{24} unit ZnCl_2 . Hitungkan bilangan mol zink klorida, 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
 $\text{Bilangan mol} = \frac{\text{Bilangan zarah}}{N_A}$

Contoh 5

Sebuah balang gas berisi 2 mol gas oksigen, O_2 .

- Berapakah bilangan molekul oksigen di dalam balang gas itu?
- Berapakah bilangan atom oksigen di dalam balang gas itu?

Penyelesaian

$$\begin{aligned}\text{(a) Bilangan molekul oksigen, } \text{O}_2 &= 2 \text{ mol} \times 6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1} \\ &= 1.204 \times 10^{24} \text{ molekul}\end{aligned}$$

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

(b) Setiap molekul oksigen, O_2 terdiri daripada 2 atom oksigen, O.

$$\begin{aligned}\text{Jadi, bilangan atom oksigen, O} &= \text{Bilangan molekul } \text{O}_2 \times 2 \\ &= 1.204 \times 10^{24} \times 2 \\ &= 2.408 \times 10^{24} \text{ atom}\end{aligned}$$



Aktiviti 3.5

Menghitung bilangan mol dan bilangan zarah

[Pemalar Avogadro, N_A : $6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$]



- Hitungkan bilangan atom yang terdapat dalam
 - 0.1 mol karbon, C
 - 3.5 mol gas neon, Ne
- Hitungkan bilangan molekul yang terdapat dalam
 - 1.2 mol gas hidrogen, H_2
 - 0.8 mol ammonia, NH_3
- Hitungkan bilangan unit formula yang terdapat dalam
 - 3 mol natrium klorida, NaCl
 - 0.25 mol kalium nitrat, KNO_3



4. Hitungkan bilangan mol bagi setiap bahan berikut:
- 6.02×10^{24} atom plumbum, Pb
 - 3.02×10^{23} unit magnesium oksida, MgO
 - 9.03×10^{22} molekul bromin, Br₂
 - 3.612×10^{24} molekul karbon dioksida, CO₂
5. Sebuah botol reagen mengandungi 1.806×10^{25} unit kuprum(II) oksida, CuO.
- Berapakah bilangan mol kuprum(II) oksida, CuO yang terdapat di dalam botol itu?
 - Hitungkan jumlah ion yang terdapat di dalam botol itu.
6. Satu sampel mengandungi 0.2 mol gas etena, C₂H₄.
- Berapakah bilangan molekul etena, C₂H₄ yang terdapat di dalam sampel itu?
 - Berapakah bilangan atom hidrogen, H yang terdapat di dalam sampel itu?
 - Hitungkan jumlah bilangan atom yang terdapat di dalam sampel itu.

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. Apakah jisim molar?

Jisim molar ialah jisim satu mol bahan.

Unit bagi jisim molar ialah gram/mol atau 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 g mol⁻¹ kerana 12 g karbon, C mengandungi 1 mol karbon, C, iaitu 6.02×10^{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 g mol^{-1}



- Air terdiri daripada molekul H₂O.
- JMR bagi air = $2(1) + 16 = 18$
- Jisim molar bagi air = 18 g mol^{-1}

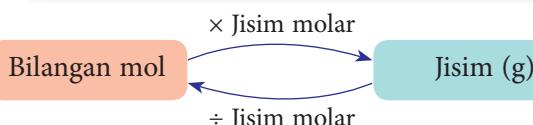


- Natrium klorida terdiri daripada unit NaCl.
- JFR bagi natrium klorida = $23 + 35.5 = 58.5$
- Jisim molar bagi natrium klorida = 58.5 g mol^{-1}

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. Rumus dan hubung kait antara bilangan mol dan jisim bahan dengan menggunakan jisim molar sebagai faktor penukaran adalah seperti berikut:

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



INTEGRASI FIZIK

Mengapakah unit bagi jisim dalam rumus ini ialah g?

Jisim

$$\begin{aligned} &= \text{Bilangan mol} \times \text{Jisim molar} \\ &= \text{mol} \times \frac{\text{g}}{\text{mol}} \\ &= \text{g} \end{aligned}$$



Contoh penukaran antara bilangan mol dan jisim zarah menggunakan jisim molar ditunjukkan dalam Contoh 6, 7 dan 8.

Contoh 6

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

Penyelesaian

$$\begin{aligned} \text{Jisim molar aluminium, Al} &= 27 \text{ g mol}^{-1} && \text{Nilai jisim molar bahan atom menyamai JAR} \\ \text{Jisim aluminium, Al} &= 1.5 \text{ mol} \times 27 \text{ g mol}^{-1} && \text{Gunakan rumus} \\ &= 40.5 \text{ g} && \text{Jisim} = \text{Bilangan mol} \times \text{Jisim molar} \end{aligned}$$

Contoh 7

Berapakah bilangan mol molekul yang terdapat di dalam 32 g gas sulfur dioksida, SO₂?
[Jisim atom relatif: O = 16, S = 32]

Penyelesaian

$$\begin{aligned} \text{Jisim molekul relatif sulfur dioksida, SO}_2 &= 32 + 2(16) \\ &= 64 && \text{Nilai jisim molar bahan molekul menyamai JMR} \\ \text{Jadi, jisim molar sulfur dioksida, SO}_2 &= 64 \text{ g mol}^{-1} \\ \text{Bilangan mol molekul sulfur dioksida, SO}_2 &= \frac{32 \text{ g}}{64 \text{ g mol}^{-1}} && \text{Gunakan rumus} \\ &= 0.5 \text{ mol} && \text{Bilangan mol} = \frac{\text{Jisim}}{\text{Jisim molar}} \end{aligned}$$

Contoh 8

Berapakah bilangan mol yang terdapat di dalam 4.7 g kalium oksida, K₂O?
[Jisim atom relatif: O = 16, K = 39]

Penyelesaian

$$\begin{aligned} \text{Jisim formula relatif kalium oksida, K}_2\text{O} &= 2(39) + 16 \\ &= 94 && \text{Nilai jisim molar bahan ion menyamai JFR} \\ \text{Jadi, jisim molar kalium oksida, K}_2\text{O} &= 94 \text{ g mol}^{-1} \\ \text{Bilangan mol kalium oksida, K}_2\text{O} &= \frac{4.7 \text{ g}}{94 \text{ g mol}^{-1}} && \text{Gunakan rumus} \\ &= 0.05 \text{ mol} && \text{Bilangan mol} = \frac{\text{Jisim}}{\text{Jisim molar}} \end{aligned}$$



Aktiviti 3.6



Menghitung bilangan mol dan jisim

[Jisim atom relatif: H = 1, C = 12, N = 14, O = 16, Mg = 24, S = 32, Fe = 56;
Pemalar Avogadro, N_A: 6.02 × 10²³ mol⁻¹]



1. Hitungkan jisim bagi setiap bahan berikut:
 - (a) 0.4 mol serbuk besi, Fe
 - (b) 2.2 mol karbon monoksida, CO
2. Hitungkan bilangan mol yang terdapat di dalam bahan berikut:
 - (a) 49 g asid sulfurik, H₂SO₄
 - (b) 8.88 g magnesium nitrat, Mg(NO₃)₂

3. Satu eksperimen memerlukan 0.05 mol hablur ammonium sulfat, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. Berapakah jisim ammonium sulfat, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ yang harus digunakan?
4. 0.2 mol bahan Y berjisim 11 g. Berapakah jisim molar bahan Y?

Bilangan Mol dan Isi Padu Gas

Menyukat isi padu sesuatu gas adalah lebih mudah berbanding dengan menyukat jisimnya kerana gas amat ringan. Bagaimanakah bilangan mol dengan isi padu gas dapat dikaitkan?

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.



Rajah 3.8 Menimbang jisim gas

Hal ini bermakna, pada STP,

- 1 mol gas neon, Ne menempati 22.4 dm^3
- 1 mol gas nitrogen dioksida, NO_2 menempati 22.4 dm^3

Ingat, isi padu molar hanya digunakan untuk gas dan bukannya untuk pepejal atau cecair.

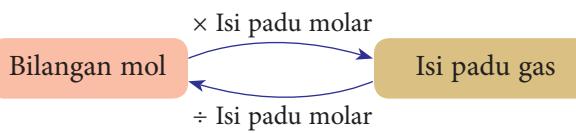


Pada keadaan bilik pula,

- 1 mol gas neon, Ne menempati 24 dm^3
- 1 mol gas nitrogen dioksida, NO_2 menempati 24 dm^3

Bagaimanakah kita menggunakan isi padu molar untuk menyukat bilangan mol gas? Rumus dan hubung kait antara bilangan mol dan isi padu gas dengan menggunakan isi padu molar sebagai faktor penukaran adalah seperti berikut:

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



Lensa Kimia

- STP ialah singkatan bagi suhu dan tekanan piawai, iaitu keadaan pada suhu 0°C dan tekanan 1 atm.
- Keadaan bilik merujuk kepada keadaan pada suhu 25°C dan tekanan 1 atm.

Contoh penukaran antara bilangan mol dan isi padu gas menggunakan isi padu molar ditunjukkan dalam Contoh 9, 10 dan 11.

**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

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

**INTEGRASI
FIZIK**

$$\begin{aligned}\text{Isi padu gas} \\ &= \text{Bilangan mol} \times \text{Isi padu molar} \\ &= \frac{\text{mol}}{\text{mol}} \times \frac{\text{dm}^3}{\text{mol}} \\ &= \text{dm}^3\end{aligned}$$

Contoh 10

Berapakah isi padu 0.01 mol gas ammonia, NH_3 dalam cm^3 pada keadaan bilik?
[Isi padu molar: $24 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$ pada keadaan bilik]

Penyelesaian

$$\begin{aligned}\text{Isi padu gas ammonia, } NH_3 &= \text{Bilangan mol} \times \text{Isi padu molar pada keadaan bilik} \\ &= 0.01 \text{ mol} \times 24 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \\ &= 0.24 \text{ dm}^3 \\ &= 0.24 \times 1000 \text{ cm}^3 \quad \text{Tukarkan unit isi padu:} \\ &= 240 \text{ cm}^3 \quad 1 \text{ dm}^3 = 1000 \text{ cm}^3\end{aligned}$$

Contoh 11

Berapakah bilangan mol gas oksigen, O_2 yang mempunyai isi padu 600 cm^3 pada keadaan bilik?

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

Penyelesaian

$$\begin{aligned}\text{Isi padu gas oksigen, } O_2 &= 600 \text{ cm}^3 \\ &= \frac{600}{1000} \text{ dm}^3 \quad \text{Tukarkan unit isi padu:} \\ &= 0.6 \text{ dm}^3 \quad 1 \text{ dm}^3 = 1000 \text{ cm}^3\end{aligned}$$

Penyelesaian alternatif

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



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

**Aktiviti 3.7****Menghitung bilangan mol dan isi padu gas**

[Isi padu molar: $22.4 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$ pada STP atau $24 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$ pada keadaan bilik]

1. Hitungkan isi padu 0.6 mol gas klorin, Cl_2 pada STP dan pada keadaan bilik.
2. Hitungkan bilangan mol gas yang berikut:
 - (a) 48 cm^3 gas argon, Ar pada keadaan bilik (b) 39.2 dm^3 gas karbon dioksida, CO_2 pada STP
3. Satu sampel mengandungi 0.2 mol gas metana, CH_4 dan 0.3 mol gas etana, C_2H_6 . Berapakah isi padu sampel itu pada keadaan bilik?

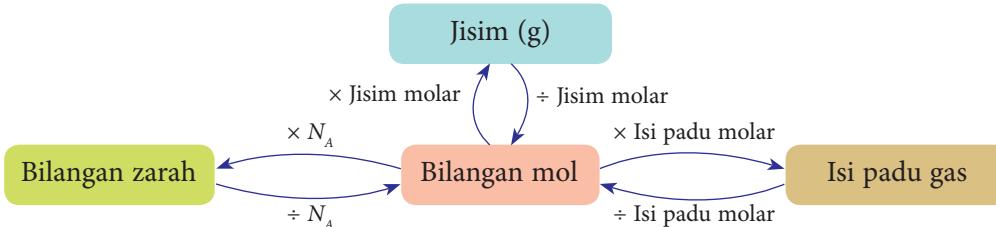


**Aktiviti****3.8**

Membina carta yang menunjukkan hubungan antara bilangan zarah, bilangan mol, jisim bahan dan isi padu gas pada STP dan keadaan bilik

1. Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
2. Bincangkan bersama-sama ahli kumpulan dan binakan satu carta pada kertas sebak yang menunjukkan hubung kait antara bilangan mol dengan bilangan zarah, jisim bahan dan isi padu gas.
3. Setiap ahli perlu menyalin carta tersebut pada satu kad kecil bersaiz poket untuk menghasilkan kad memori.
4. Gunakan kad memori ini untuk menyelesaikan semua masalah penghitungan yang seterusnya.

Hubung kait antara bilangan mol dengan bilangan zarah, jisim bahan dan isi padu gas ditunjukkan seperti dalam Rajah 3.9.



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

Contoh 12 dan 13 menunjukkan fungsi bilangan mol sebagai perantaraan untuk menukar daripada satu kuantiti ke kuantiti lain.

Contoh 12

Berapakah isi padu bagi 26.4 g karbon dioksida, 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]

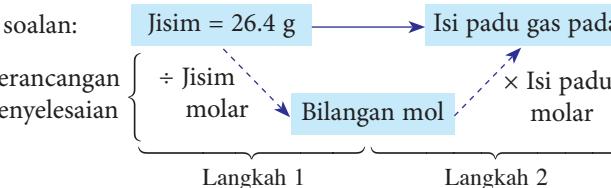
Penyelesaian*Analisis soalan dan perancangan penyelesaian*

Maklumat daripada soalan:

Jisim = 26.4 g \rightarrow Isi padu gas pada keadaan bilik?

Perancangan

penyelesaian



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

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.

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

Langkah 1:
Jisim \rightarrow Bilangan mol



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

Langkah 2:
Bilangan mol → Isi padu

Jadi, 26.4 g gas karbon dioksida, CO_2 menempati isi padu 14.4 dm^3 pada keadaan bilik.

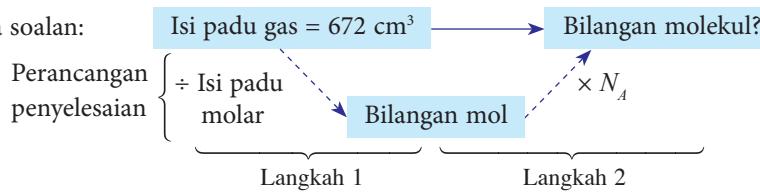
Contoh 13

Berapakah bilangan molekul yang terdapat di dalam 672 cm^3 gas hidrogen, 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:



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

$$\begin{aligned} \text{Bilangan molekul hidrogen, } \text{H}_2 &= \text{Bilangan mol} \times N_A \leftarrow \text{Langkah 2: Bilangan mol} \rightarrow \text{Bilangan molekul} \\ &= 0.03 \text{ mol} \times 6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1} \\ &= 1.806 \times 10^{22} \text{ molekul} \end{aligned}$$

Jadi, 672 cm^3 gas hidrogen, H_2 pada STP mengandungi 1.806×10^{22} molekul.

Contoh tambahan

<https://bit.ly/2VD22bl>



Nandini, awak perlu menentukan bilangan mol sesuatu bahan sebelum menentukan bilangan zarah, jisim atau isi padu gas yang dikehendaki.



Baik, cikgu. Saya sentiasa merujuk kad memori daripada Aktiviti 3.8 untuk menyelesaikan masalah penghitungan sehingga saya benar-benar memahami dan mengingati semua hubung kait tersebut.



Aktiviti 3.9



Menyelesaikan masalah berkaitan bilangan zarah, bilangan mol, jisim bahan dan isi padu gas pada STP atau keadaan bilik



- Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
- Baca dan jawab soalan berikut:

[Jisim atom relatif: H = 1, He = 4, C = 12, N = 14, O = 16, Al = 27, S = 32;
 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 atau $24 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$ pada keadaan bilik]

 - Hitungkan bilangan atom yang terdapat di dalam bahan berikut:
 - 6.75 g aluminium, Al
 - 5.1 g gas ammonia, NH_3
 - Hitungkan isi padu gas berikut pada STP.
 - 5.6 g gas nitrogen, N_2
 - 1.204×10^{22} atom helium, He
 - Berapakah jisim gas oksigen, O_2 yang mengandungi bilangan molekul yang sama dengan bilangan molekul yang terdapat di dalam 8 g gas sulfur trioksida, SO_3 ?
 - Satu sampel gas metana, CH_4 menempati isi padu 9.84 dm^3 pada keadaan bilik. Berapakah bilangan molekul yang terdapat di dalam sampel itu? Hitungkan jisim sampel itu.
 - Satu tindak balas membebaskan 120 cm^3 seminit gas karbon dioksida, CO_2 pada keadaan bilik. Hitungkan jumlah jisim karbon dioksida, CO_2 yang dibebaskan selepas 10 minit.
- Tulis jalan kerja penghitungan bagi soalan (a) hingga (e) secara jelas dan sistematik pada kertas sebak.
- Persembahkan penyelesaian kumpulan anda di hadapan kelas.

Uji Kendiri 3.2

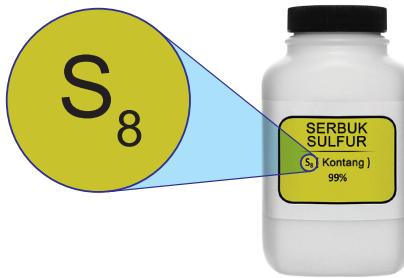
[Jisim atom relatif: H = 1, C = 12, N = 14, O = 16, Na = 23, Cl = 35.5, K = 39, Fe = 56, Pb = 207; Pemalar Avogadro, N_A : $6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$; Isi padu molar: $22.4 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$ pada STP atau $24 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$ pada keadaan bilik]

- Hitungkan jisim molar bagi setiap bahan berikut:
 - Logam plumbum, Pb
 - Kloroform, CHCl_3
 - Natrium nitrat, NaNO_3
 - Ferum(III) oksida, Fe_2O_3
- Hitungkan bilangan molekul yang terdapat dalam 8 mol air.
- Berapakah jisim bagi 0.5 mol ammonia, NH_3 ?
- Berapakah bilangan mol unit K_2O yang terdapat di dalam 14.1 g kalium oksida, K_2O ?
- Hitungkan isi padu 16 g gas oksigen, O_2 pada STP.
- Jisim bagi 4 dm^3 suatu gas ialah 12 g pada keadaan bilik. Hitungkan jisim molar gas itu.
- 4 g gas hidrogen, H_2 mempunyai bilangan molekul yang lebih banyak daripada 14 g gas nitrogen, N_2 .

Adakah anda bersetuju dengan pernyataan di atas? Berikan alasan anda.



3.3 Formula Kimia



Gambar foto 3.5 Formula kimia bagi mewakili bahan 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.

Contoh formula kimia bagi unsur dan sebatian dapat dilihat seperti dalam Rajah 3.10.

Unsur	
Bahan: Magnesium	Formula kimia menunjukkan magnesium hanya terdiri daripada atom magnesium sahaja.
Formula kimia: Mg	
Sebatian	
Bahan: Gas oksigen	Formula kimia menunjukkan molekul gas oksigen terdiri daripada dua atom oksigen.
Formula kimia: O_2	
Bahan: Air	Nombor subskrip menunjukkan dua atom hidrogen bergabung dengan satu atom oksigen.
Formula kimia: H_2O	
Bahan: Aluminium oksida	Nombor subskrip menunjukkan setiap dua atom aluminium bergabung dengan tiga atom oksigen.
Formula kimia: Al_2O_3	

Rajah 3.10 Formula kimia bagi unsur dan sebatian

Standard Pembelajaran

Di akhir pembelajaran, murid boleh:

- 3.3.1 Menyatakan maksud formula kimia, formula empirik dan formula molekul.
- 3.3.2 Menentukan formula empirik magnesium oksida (MgO) melalui aktiviti.
- 3.3.3 Menentukan formula empirik kuprum(II) oksida (CuO) melalui aktiviti.
- 3.3.4 Menyelesaikan masalah numerical yang berkaitan dengan formula empirik dan formula molekul.
- 3.3.5 Membina formula kimia sebatian.

Lensa Kimia

Unsur ialah bahan yang hanya terdiri daripada satu jenis atom sahaja. Unsur seperti logam dan gas lengai ialah bahan atom manakala unsur seperti gas oksigen ialah bahan molekul.

Tip Celik

Nombor subskrip 1 tidak perlu ditulis dalam formula kimia.



Formula Empirik dan Formula Molekul

Secara umum, sebatian boleh diwakili oleh dua jenis formula kimia, iaitu formula empirik dan formula molekul. Apakah itu formula empirik dan formula molekul?

Aktiviti 3.10

Mengumpul dan mentafsir data berkaitan formula kimia, formula empirik dan formula molekul



1. Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
2. Kumpulkan maklumat tentang formula kimia, formula empirik dan formula molekul dengan merujuk kepada bahan bacaan atau melayari Internet.
3. Berdasarkan maklumat yang dikumpul, binakan peta pemikiran yang menunjukkan perbezaan antara formula empirik dengan formula molekul menggunakan perisian komputer yang sesuai.
4. Senaraikan contoh-contoh formula kimia dalam bentuk jadual dan gunakan senarai ini di sepanjang pembelajaran anda.

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. Rajah 3.11 menunjukkan perbezaan antara formula empirik dan formula molekul.

Formula molekul glukosa:
 $C_6H_{12}O_6$

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

Nisbah bilangan atom
Atom C : Atom H : Atom O
= 6 : 12 : 6
= 1 : 2 : 1

Formula empirik glukosa:
 CH_2O

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

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	H_2O	H_2O
Ammonia	NH_3	NH_3
Hidrazin	N_2H_4	NH_2
Propena	C_3H_6	CH_2
Benzena	C_6H_6	CH

Cabaran Minda

Sesetengah sebatian mempunyai formula empirik dan formula molekul yang sama. Namun, terdapat sesetengah sebatian mempunyai formula empirik dan formula molekul yang berbeza. Cuba fikirkan mengapa.



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 digunakan sebagai panduan bagi menyelesaikan Aktiviti 3.11.

Cabaran Minda

Heksana ialah pelarut organik yang banyak digunakan dalam industri makanan. Formula molekul heksana ialah C_6H_{14} . Apakah formula empiriknya?

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 Al_2O_3 .



Aktiviti 3.11

Menentukan formula empirik

[Jisim atom relatif: H = 1, C = 12, O = 16, Cl = 35.5, K = 39, Br = 80, Sn = 119, I = 127]

- Satu sampel kalium bromida mengandungi 6.24 g kalium dan 12.8 g bromin. Apakah formula empirik kalium bromida?
- Satu sampel 26.1 g stanum klorida didapati mengandungi 11.9 g stanum. Nyatakan formula empirik stanum klorida itu.
- 0.03 mol unsur Y berpadu dengan 7.62 g iodin untuk menghasilkan garam iodida. Nyatakan formula empirik bagi garam iodida itu.
- Seorang ahli kimia menganalisis sebatian yang memberikan bau kepada buah pisang yang masak ranum. Dia mendapat sebatian ini mengandungi 64.62% karbon, 10.77% hidrogen dan 24.61% oksigen. Apakah formula empirik sebatian tersebut?



Gambar foto 3.6 Pisang

Melalui kemahiran penghitungan yang telah dipelajari, maka penentuan formula empirik bagi magnesium oksida dan kuprum(II) oksida boleh dijalankan melalui Aktiviti 3.12 dan 3.13.

Aktiviti 3.12

Tujuan: Menentukan formula empirik magnesium oksida.

Bahan: 10 cm pita magnesium dan kertas pasir

Radas: Mangkuk pijar dan penutup, penyepit, penunu Bunsen, tungku kaki tiga, alas segi tiga tanah liat dan penimbang elektronik

Prosedur:

- Timbangkan jisim mangkuk pijar bersama-sama penutupnya dan rekod jisim.
- Gosokkan 10 cm pita magnesium dengan kertas pasir sehingga berkilat. Gulungkan pita dan masukkan ke dalam mangkuk pijar.
- Timbangkan jisim mangkuk pijar bersama-sama dengan penutup serta gegelung pita dan rekod jisim.
- Sediakan susunan radas seperti dalam Rajah 3.12.
- Panaskan mangkuk pijar tanpa penutup terlebih dahulu.
- Apabila pita magnesium mula terbakar, tutupkan mangkuk pijar dengan penutup.
- Bukakan penutup sedikit secara sekali-sekala dan tutupkan semula mangkuk pijar itu dengan cepat menggunakan penyepit.
- Apabila pembakaran magnesium telah lengkap, bukakan penutup mangkuk pijar dan panaskan mangkuk pijar dengan kuat selama 1 hingga 2 minit.
- Tutupkan semula mangkuk pijar dan biarkan menjadi sejuk hingga ke suhu bilik.
- Timbangkan jisim mangkuk pijar bersama-sama dengan penutup dan kandungannya sekali lagi.
- Ulang proses pemanasan, penyejukan dan penimbangan sehingga jisim tetap diperoleh.
- Rekod jisim tetap itu dalam bentuk jadual seperti Jadual 3.4.

Keputusan:

Jadual 3.4

Perkara	Jisim (g)
Mangkuk pijar + penutup	
Mangkuk pijar + penutup + pita magnesium	
Mangkuk pijar + penutup + magnesium oksida	

Mentafsir data:

- Berdasarkan keputusan anda, tentukan jisim magnesium dan oksigen yang berpadu.
- Tentukan formula empirik bagi magnesium oksida.

Perbincangan:

- Apakah tujuan menggosok pita magnesium dengan kertas pasir sebelum digunakan?
- Namakan wasap putih yang dihasilkan.
- Mengapa langkah 6, 7 dan 11 dilaksanakan?
- Apakah yang akan berlaku jika wasap putih terbebas ke persekitaran?



Sediakan laporan yang lengkap selepas menjalankan aktiviti ini.



Aktiviti 3.13

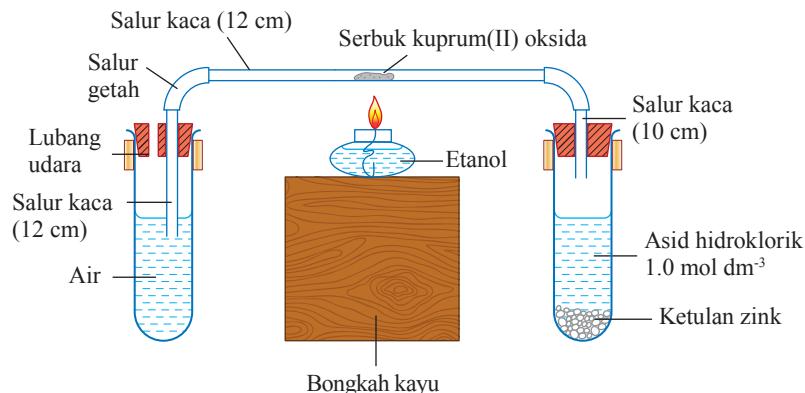
Tujuan: Menentukan formula empirik kuprum(II) oksida.

Bahan: Air, serbuk kuprum(II) oksida, ketulan zink, asid hidroklorik 1.0 mol dm⁻³, kayu uji dan batang putik kapas

Radas: Tabung didih, penyumbat getah, salur getah, salur kaca 12 cm panjang, salur kaca 10 cm panjang, lampu spirit, kaki retort dan pengapit, bongkah kayu, penimbang elektronik dan spatula

Prosedur:

- Timbangkan jisim salur kaca yang berukuran 12 cm panjang dengan penimbang elektronik dan rekod jisim.
- Isikan sedikit serbuk kuprum(II) oksida ke dalam salur kaca. Gunakan kayu uji untuk mengalihkan serbuk kuprum(II) oksida ke bahagian tengah salur kaca. Timbangkan jisim salur kaca berserta dengan kandungannya dan rekod jisim.
- Isikan satu tabung didih dengan air sehingga $\frac{2}{3}$ penuh.
- Tutupkan tabung didih itu dengan penyumbat getah yang mempunyai salur kaca 12 cm panjang. Apitkan tabung didih itu pada kaki retort.
- Masukkan beberapa ketulan zink ke dalam satu tabung didih yang lain. Tambahkan asid hidroklorik 1.0 mol dm⁻³ ke dalam tabung didih sehingga $\frac{1}{3}$ penuh.
- Tutupkan tabung didih dengan penyumbat getah yang mempunyai salur kaca 10 cm panjang. Apitkan tabung didih itu pada kaki retort yang satu lagi.
- Pasangkan salur kaca yang berisi serbuk kuprum(II) oksida seperti dalam Rajah 3.13.



Rajah 3.13

- Biarkan gas hidrogen mengalir selama 10 saat dengan membenarkan gelembung gas terbebas di dalam air sebelum memulakan pemanasan.
- Panaskan kuprum(II) oksida dengan lampu spirit dalam aliran gas hidrogen yang berterusan.
- Hentikan pemanasan apabila warna hitam serbuk kuprum(II) oksida berubah sepenuhnya kepada perang.
- Teruskan aliran gas hidrogen sehingga salur kaca berada pada suhu bilik.

Cara-cara menentukan formula empirik kuprum(II) oksida

<http://bit.ly/2UWcnCu>



Langkah Berjaga-jaga

Sekiranya perlu, pegang lampu spirit dengan menggerakkannya di bawah salur kaca untuk memanaskan baki serbuk yang masih berwarna hitam supaya semua serbuk hitam berubah kepada warna perang.

12. Tanggalkan salur kaca yang berisi serbuk perang. Singkirkan titisan air di hujung salur kaca dengan batang putik kapas.
13. Timbangkan jisim salur kaca berserta dengan kandungannya dan rekod jisim.
14. Ulang proses pemanasan, penyejukan dan penimbangan dalam langkah 9 hingga 13 sehingga mendapat bacaan jisim yang tetap.
15. Rekod jisim tetap itu dalam bentuk jadual seperti Jadual 3.5.

Layari laman sesawang <http://bit.ly/2CDIMs7> bagi melihat cara lain untuk menentukan formula empirik kuprum(II) oksida.

Keputusan:

Jadual 3.5

Perkara	Jisim (g)
Salur kaca	
Salur kaca + kuprum(II) oksida	
Salur kaca + kuprum	
Kuprum	
Oksigen	

Mentafsir data:

1. Tentukan formula empirik kuprum(II) oksida dalam aktiviti ini.

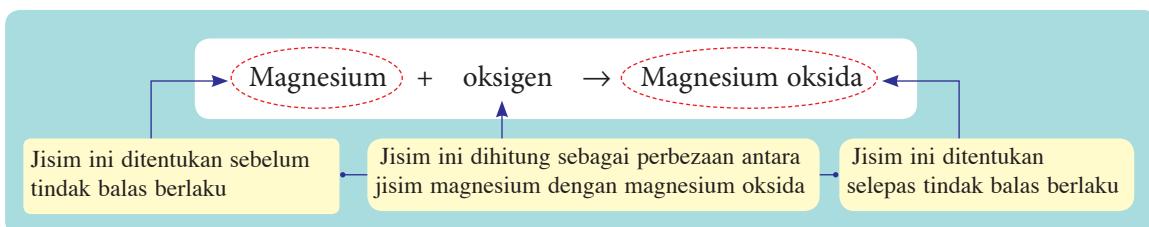
Perbincangan:

1. Apakah peranan ketulan zink dan asid hidroklorik dalam aktiviti ini?
2. Mengapakah gas hidrogen perlu dibiarkan mengalir seketika sebelum memulakan pemanasan?
3. Gas hidrogen dibiarkan mengalir sehingga hasil pemanasan berada pada suhu bilik dalam langkah 11. Mengapa?
4. Mengapakah proses pemanasan, penyejukan dan penimbangan perlu diulang sehingga jisim tetap diperoleh?



Sediakan laporan yang lengkap selepas menjalankan aktiviti ini.

Bagi logam reaktif seperti magnesium, logam hanya perlu dipanaskan sedikit sebelum dapat bertindak balas dengan oksigen di udara. Rajah 3.14 menunjukkan bagaimana jisim magnesium dan oksigen yang berpadu dihitung bagi menentukan nisbah bilangan mol atom yang paling ringkas. Bolehkah anda menamakan oksida logam reaktif lain yang formula empiriknya juga boleh ditentukan dengan kaedah yang sama?



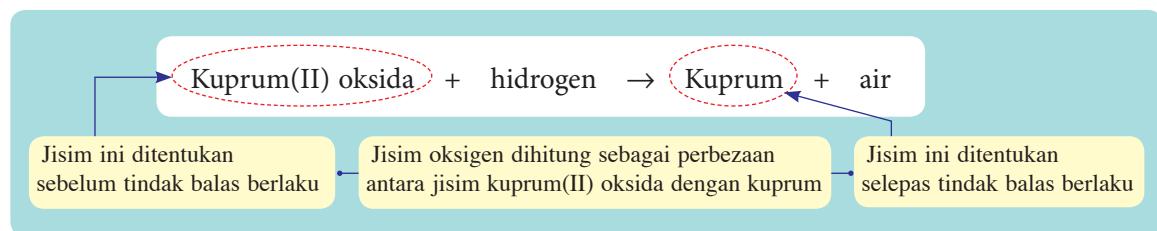
Rajah 3.14 Penghitungan jisim magnesium dan oksigen di dalam magnesium oksida



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 seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 3.15.

Siri kereaktifan logam

[https://bit.ly/
2YvPwP4](https://bit.ly/2YvPwP4)



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

Penentuan Formula Molekul

Formula molekul sesuatu sebatian merupakan gandaan formula empirik sebatian itu.

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

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

Jadual 3.6 Hubung kait antara formula molekul dengan formula empirik

Bahan	Air	Hidrazin	Propena	Benzena
Formula empirik	H ₂ O	NH ₂	CH ₂	CH
Formula molekul	(H ₂ O) ₁ = H ₂ O	(NH ₂) ₂ = N ₂ H ₄	(CH ₂) ₃ = C ₃ H ₆	(CH) ₆ = C ₆ H ₆
n	1	2	3	6

Oleh itu, bagi menentukan formula molekul sesuatu sebatian, kita perlu mengetahui formula empiriknya terlebih dahulu. Contoh 15 dan 16 menunjukkan contoh penyelesaian berkaitan dengan formula kimia.

Contoh 15

Satu sebatian mempunyai formula empirik CH₂. Jisim molekul relatifnya ialah 56. Apakah formula molekul sebatian itu? [Jisim atom relatif: H = 1, C = 12]

Penyelesaian

Andaikan formula molekul sebatian ialah (CH₂) _{n} .

$$\begin{aligned} \text{Berdasarkan formula molekulnya, JMR sebatian} &= n[12 + 2(1)] \\ &= 14n \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Diberikan JMR sebatian, } 14n &= 56 \\ n &= \frac{56}{14} \\ &= 4 \end{aligned}$$

Samakan nilai JMR yang dihitung dengan yang diberikan.

Maka, formula molekul sebatian ialah C₄H₈.

**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

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

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

Berdasarkan formula empirik, lakukan penghitungan secara perkadaran.

$$\begin{aligned}\frac{1.2}{x} &= 0.03 \\ x &= \frac{1.2}{0.03} \\ &= 40\end{aligned}$$

JAR bagi unsur Y ialah 40.

**Aktiviti 3.14****Menyelesaikan masalah penghitungan berkaitan formula empirik dan formula molekul**

[Jisim atom relatif: H = 1, C = 12, N = 14, O = 16, Ca = 40, Zn = 65]

- Asid etanoik mempunyai jisim molar 60 g mol^{-1} . Jika formula empiriknya ialah CH_2O , tentukan formula molekul asid etanoik.
- Hidrokarbon terdiri daripada karbon dan hidrogen. 5.7 g satu hidrokarbon mengandungi 4.8 g karbon. Jika jisim molekul relatif hidrokarbon itu ialah 114, tentukan formula molekulnya.
- Berapakah jisim zink yang diperlukan untuk berpadu dengan 0.5 mol klorin bagi menghasilkan zink klorida, ZnCl_2 ?
- Andaikan anda ialah seorang peladang. Anda ingin memilih baja dengan kandungan nitrogen yang tinggi untuk tanaman anda. Berikut ialah tiga jenis baja yang lazim digunakan.

Ammonium nitrat, NH_4NO_3

Urea, $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$

Nitrosol, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$

Baja yang manakah anda akan pilih? Berikan alasan bagi pilihan anda. Tunjukkan jalan kerja penghitungan yang dibuat.



Formula Kimia Sebatian Ion

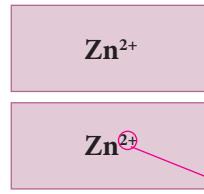
Sebatian ion terdiri daripada kation, iaitu ion berasas positif dan anion, iaitu ion berasas negatif. Bagi menulis formula kimia sebatian ion, formula kation dan anion perlu diketahui. Jadual 3.7 menunjukkan contoh formula bagi kation dan anion yang lazim digunakan. Rajah 3.16 menerangkan bagaimana formula kimia bagi sesuatu sebatian ion dibina.

Jadual 3.7 Formula bagi kation dan anion yang lazim

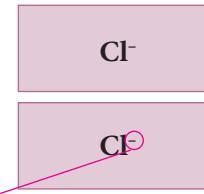
Kation	Formula kation	Anion	Formula anion
Ion natrium	Na^+	Ion oksida	O^{2-}
Ion kalium	K^+	Ion klorida	Cl^-
Ion aluminium	Al^{3+}	Ion bromida	Br^-
Ion zink	Zn^{2+}	Ion iodida	I^-
Ion magnesium	Mg^{2+}	Ion hidroksida	OH^-
Ion ferum(II)	Fe^{2+}	Ion karbonat	CO_3^{2-}
Ion ferum(III)	Fe^{3+}	Ion nitrat	NO_3^-
Ion kuprum(II)	Cu^{2+}	Ion sulfat	SO_4^{2-}
Ion kalsium	Ca^{2+}	Ion fosfat	PO_4^{3-}
Ion argentum	Ag^+	Ion manganat(VII)	MnO_4^-
Ion plumbum(II)	Pb^{2+}	Ion tiosulfat	$\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$
Ion ammonium	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

Semak: Cas positif : $1 \times (+2) = +2$
Cas negatif: $2 \times (-1) = -2$
Jumlah cas : 0

Formula: **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 dituliskan 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/2UXglw2>



Rajah 3.16 Pembinaan formula kimia zink klorida menggunakan kaedah silang

**Aktiviti 3.15****Membina formula kimia sebatian ion**

- Jalankan aktiviti ini secara individu.
- Imbaskan kod QR dan muat turun rajah kad formula ion.
- Cetak dan guntingkan kad formula ion.
- Gunakan kad formula ion itu untuk membantu anda menentukan formula kimia bagi setiap sebatian ion berikut:

Kalium oksida

Natrium klorida

Kalsium bromida

Natrium hidroksida

Aluminium oksida

Zink sulfat

Magnesium nitrat

Kalium karbonat

Kuprum(II) sulfat

Kalsium nitrat

Aluminium klorida

Natrium karbonat

- Rekod jawapan anda secara sistematik dalam bentuk jadual.

PK

Rajah kad formula ion<https://bit.ly/2AqbF4i>**Penamaan Sebatian Kimia**

Bagi sebatian ion, nama kation ditulis terlebih dahulu, diikuti dengan nama anion, seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 3.8.

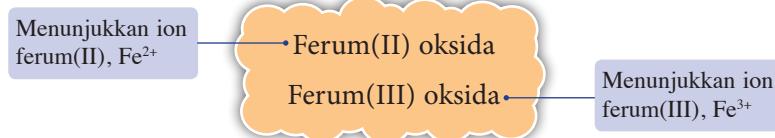
Jadual 3.8 Contoh penamaan sebatian ion

Kation	Anion	Nama sebatian ion
Ion sodium	Ion klorida	Natrium klorida
Ion zink	Ion bromida	Zink bromida
Ion magnesium	Ion nitrat	Magnesium nitrat

Lensa 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 Fe^{2+} dan Fe^{3+} . Ion Fe^{2+} dinamakan sebagai ion ferum(II) manakala ion Fe^{3+} dinamakan sebagai ion ferum(III). Perhatikan nama sebatian berikut:



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_2 – Nitrogen dioksida
 SO_3 – Sulfur trioksida

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

TIP Celik

Berikut ialah awalan Yunani lain:
tetra – 4 heks – 6
pent – 5 hept – 7



Aktiviti 3.16

Menamakan sebatian

PK

 Uji Kendiri 3.3

- Apakah yang dimaksudkan dengan formula empirik dan formula molekul?
 - Kafeina, $C_8H_{10}N_4O_2$ ialah perangsang semula jadi yang terdapat di dalam kopi, teh, dan biji koko. Apakah formula empirik bagi kafeina?
 - Kalsium karbonat dan natrium fluorida ialah dua sebatian yang terdapat di dalam ubat gigi. Tulis formula kimia bagi dua sebatian tersebut.
 - Satu sampel 5.04 g oksida bagi fosforus mengandungi 2.48 g fosforus.
[Jisim atom relatif: O = 16, P = 31]
 - Jika jisim molekul relatif oksida itu ialah 126, tentukan formula empirik dan formula molekulnya.
 - Namakan oksida bagi fosforus itu.

3.4 Persamaan Kimia



Gambar foto 3.7 Pembakaran lampu minyak

Standard Pembelajaran

Di akhir pembelajaran,
murid boleh:

- 3.4.1 Menulis persamaan kimia yang seimbang.
 - 3.4.2 Mentafsir persamaan kimia secara kualitatif dan kuantitatif.
 - 3.4.3 Menyelesaikan masalah numerikal stoikiometri.

Tahukah anda bahawa daripada pembakaran bahan api hingga hal pencernaan makanan di dalam badan kita semuanya merupakan tindak balas kimia? Ahli kimia mempunyai cara yang ringkas dan tepat untuk menguraikan tindak balas kimia, iaitu melalui **persamaan kimia**.



Cara Menulis Persamaan Kimia

Persamaan kimia boleh ditulis dalam bentuk perkataan atau menggunakan formula kimia. Bahru 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. Rajah 3.17 menunjukkan contoh menulis persamaan kimia bagi tindak balas antara hidrogen dan oksigen.

Bahan tindak balas	Hasil tindak balas	
Hidrogen + oksigen → air		1. Tulis persamaan dalam bentuk perkataan terlebih dahulu.
$H_2 + O_2 \rightarrow H_2O$		2. Tulis formula kimia bagi setiap bahan dan hasil tindak balas.
$H_2 + O_2 \rightarrow H_2O$ (2 atom H) (2 atom O) → (2 atom H, 1 atom O) Persamaan tidak seimbang		3. Semak sama ada persamaan seimbang atau tidak.
$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$ (4 atom H) (2 atom O) → (4 atom H, 2 atom O)		4. Imbangkan persamaan dengan menyelaraskan pekali di hadapan formula kimia.
$2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(ce)$		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 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.

Kaedah menyeimbangkan persamaan kimia

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



Aktiviti 3.17

Menyeimbangkan persamaan kimia

- Tulis persamaan kimia yang seimbang bagi setiap tindak balas berikut:
 - Gas nitrogen + gas hidrogen → gas ammonia
 - Logam natrium + air → larutan akueus natrium hidroksida + gas hidrogen
 - Pepejal kuprum(II) karbonat terurai kepada pepejal kuprum(II) oksida dan gas karbon dioksida apabila dipanaskan.
 - Pembakaran serbuk aluminium dalam oksigen berlebihan menghasilkan serbuk putih aluminium oksida.
- Imbangkan persamaan kimia berikut:
 - $KI(\text{ak}) + Br_2(\text{ak}) \rightarrow I_2(\text{p}) + KBr(\text{ak})$
 - $Zn(\text{p}) + AgNO_3(\text{ak}) \rightarrow Zn(NO_3)_2(\text{ak}) + Ag(\text{p})$
 - $C_3H_8(\text{g}) + O_2(\text{g}) \rightarrow CO_2(\text{g}) + H_2O(\text{ce})$
 - $AgNO_3(\text{p}) \xrightarrow{\Delta} Ag(\text{p}) + NO_2(\text{g}) + O_2(\text{g})$



Lensa Kimia

Kadangkala, persamaan kimia juga menunjukkan keadaan tindak balas. Misalnya, huruf Yunani delta (Δ) di bawah anak panah menunjukkan pemanasan diperlukan dalam tindak balas kimia.



Aktiviti 3.18

Tujuan: Menulis persamaan kimia yang seimbang.

Bahan: Serbuk kuprum(II) karbonat, air kapur, asid hidroklorik pekat, larutan ammonia pekat, larutan plumbum(II) nitrat dan larutan kalium iodida

Radas: Tabung uji, salur penghantar dan penyumbat getah, pemegang tabung uji, penunu Bunsen, silinder penyukat 10 cm^3 , spatula, penyumbat tabung uji dan salur kaca

Prosedur:

A Pemanasan kuprum(II) karbonat

- Isikan satu spatula serbuk kuprum(II) karbonat ke dalam tabung uji. Perhatikan warna serbuk itu.
- Sediakan susunan radas seperti dalam Rajah 3.18.
- Panaskan kuprum(II) karbonat dan alirkan gas yang terhasil ke dalam air kapur. Perhatikan perubahan yang berlaku di dalam kedua-dua tabung uji.
- Apabila tindak balas telah selesai, alihkan tabung uji berisi air kapur. Kemudian, hentikan pemanasan.
- Rekod pemerhatian anda.

B Pembentukan ammonium klorida

- Dengan menggunakan salur kaca, titiskan 3 atau 4 titis asid hidroklorik pekat ke dalam sebuah tabung uji. Tutupkan mulut tabung uji dengan penyumbat dan biarkan selama beberapa minit.
- Ulang langkah 1 dengan menitiskan larutan ammonia pekat ke dalam tabung uji lain.
- Alihkan penyumbat pada kedua-dua tabung uji. Dengan cepat, dekatkan mulut tabung uji seperti dalam Rajah 3.19.
- Perhatikan perubahan yang berlaku dan rekod pemerhatian.

C Pemendakan plumbum(II) iodida

- Tuangkan 2.0 cm^3 larutan plumbum(II) nitrat ke dalam tabung uji.
- Tuangkan 2.0 cm^3 larutan kalium iodida ke dalam tabung uji lain.
- Tuangkan larutan kalium iodida ke dalam larutan plumbum(II) nitrat seperti dalam Rajah 3.20. Goncangkan campuran itu.
- Perhatikan perubahan yang berlaku dan rekod pemerhatian.

Perbincangan:

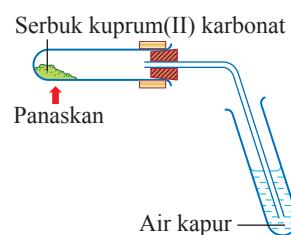
- Bagi setiap tindak balas A, B, dan C, nyatakan:
 - bahan tindak balas dan hasil tindak balas.
 - keadaan fizik setiap bahan tindak balas dan hasil tindak balas.
 - formula kimia setiap bahan tindak balas dan hasil tindak balas.
- Tulis persamaan kimia yang seimbang bagi setiap tindak balas tersebut.



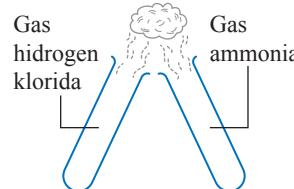
Sediakan laporan yang lengkap selepas menjalankan aktiviti ini.

AWAS!

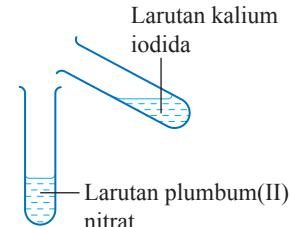
Asid hidroklorik pekat dan ammonia pekat bersifat mengakis. Kendalikannya dengan cermat dan jalankan Aktiviti 3.18B di dalam kebuk wasap.



Rajah 3.18



Rajah 3.19

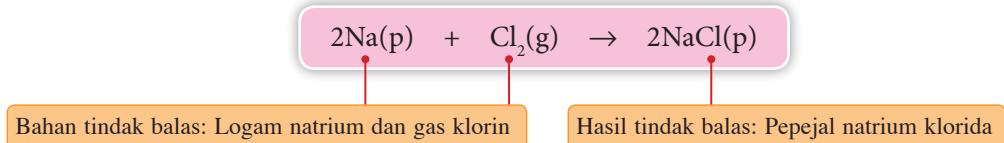


Rajah 3.20

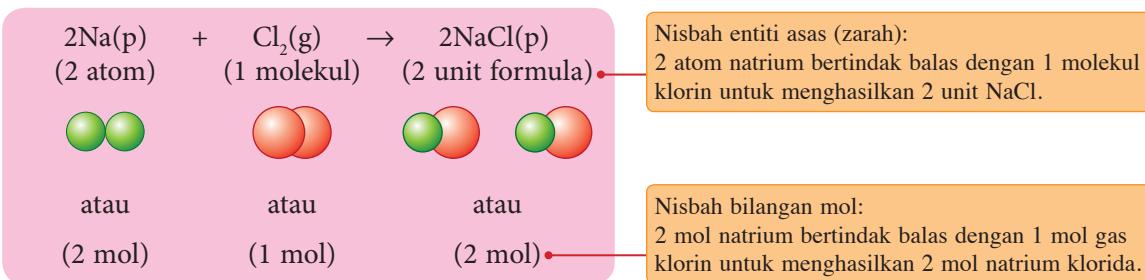


Menggunakan Persamaan Kimia

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. Perhatikan contoh berikut:



Aktiviti 3.19

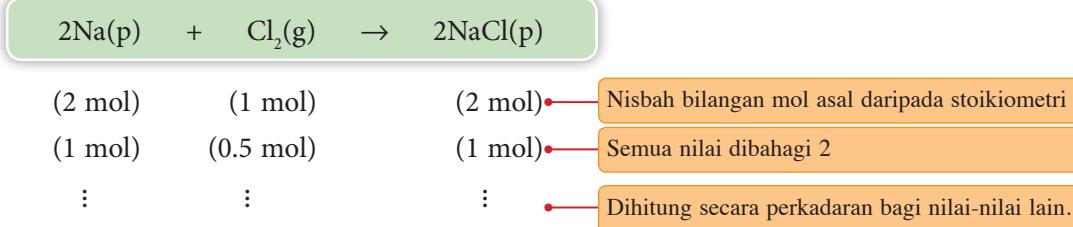


Mentafsir persamaan kimia yang ditulis secara kualitatif dan kuantitatif

PAK 21

- Jalankan aktiviti ini secara *Think-Pair-Share*.
- Berdasarkan persamaan kimia yang diperoleh melalui Aktiviti 3.18, tafsirkan setiap persamaan tersebut secara kualitatif dan juga secara kuantitatif, dari aspek nisbah entiti asas dan nisbah bilangan mol.
- Bincangkan bersama-sama rakan pasangan anda.
- Kongsikan hasil perbincangan tersebut di hadapan kelas.

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.

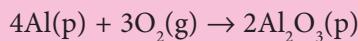




Bilangan mol yang telah ditentukan boleh ditukar kepada jisim, bilangan zarah atau isi padu gas melalui jisim molar, pemalar Avogadro atau isi padu molar dengan menggunakan hubung kait yang telah dipelajari sebelum ini.

Contoh 17

Pembakaran aluminium dalam udara adalah seperti berikut:



Berapakah jisim aluminium oksida yang terhasil jika 5.4 g aluminium dibakar lengkap dalam udara? [Jisim atom relatif: O = 16, Al = 27]

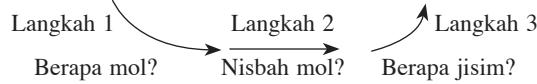
Penyelesaian

Analisis soalan dan perancangan penyelesaian

Persamaan: $4\text{Al(p)} + 3\text{O}_2\text{(g)} \rightarrow 2\text{Al}_2\text{O}_3\text{(p)}$

Maklumat daripada persamaan: (4 mol) (2 mol)

Maklumat daripada soalan: (5.4 g) (? g – persoalan yang perlu dijawab)



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

Langkah 1:
Jisim Al → Bilangan mol Al

Berdasarkan persamaan, 4 mol aluminium, Al menghasilkan 2 mol aluminium oksida, Al_2O_3 . Jadi, 0.2 mol aluminium, Al menghasilkan 0.1 mol aluminium oksida, Al_2O_3 .

Langkah 2:
Hitungkan nisbah bilangan mol Al_2O_3 secara perkadaran.

Oleh itu, jisim aluminium oksida, Al_2O_3 yang dihasilkan

$$\begin{aligned} &= \text{Bilangan mol} \times \text{Jisim molar} \\ &= 0.1 \text{ mol} \times [2(27) + 3(16)] \text{ g mol}^{-1} \\ &= 0.1 \text{ mol} \times 102 \text{ g mol}^{-1} \\ &= 10.2 \text{ g} \end{aligned}$$

Langkah 3:
Bilangan mol Al_2O_3 → Jisim Al_2O_3



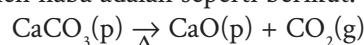
Aktiviti 3.20

Menyelesaikan masalah numerikal stoikiometri

[Jisim atom relatif: H = 1, C = 12, O = 16, Cl = 35.5, Ca = 40, Fe = 56, Zn = 65;

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 atau $24 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$ pada keadaan bilik]

- Penguraian kalsium karbonat oleh haba adalah seperti berikut:

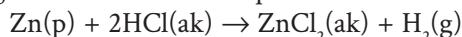


Berapakah jisim kalsium karbonat yang diperlukan untuk menghasilkan 1.2 dm^3 gas karbon dioksida, CO_2 pada keadaan bilik?



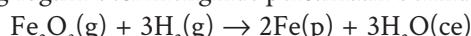


2. Zink bertindak balas dengan asid hidroklorik seperti berikut:



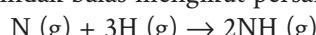
Berapakah jisim zink yang harus digunakan untuk menghasilkan 0.5 mol gas hidrogen, H_2 ?

3. Satu sampel ferum(III) oksida, Fe_2O_3 dipanaskan dalam aliran gas hidrogen, H_2 berlebihan untuk menghasilkan 5.6 g logam besi mengikut persamaan berikut:



Hitungkan jisim sampel ferum(III) oksida itu.

4. Gas nitrogen dan hidrogen bertindak balas mengikut persamaan berikut:



Berapakah bilangan molekul ammonia, NH_3 yang dihasilkan jika 6.72 dm^3 gas nitrogen pada STP ditindakbalaskan secara lengkap dengan gas hidrogen?



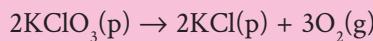
Aktiviti 3.21



Mereka cipta lembaran kerja komputer



Penguraian kalium klorat(V), KClO_3 oleh haba selalu digunakan untuk menghasilkan gas oksigen di dalam makmal.



Andaikan anda ialah seorang pembantu makmal. Anda perlu menyediakan kuantiti oksigen yang berbeza dari semasa ke semasa. Penghitungan berulang yang melibatkan persamaan kimia dapat dipermudahkan dengan menggunakan lembaran kerja komputer. Gunakan *Microsoft Excel* atau perisian lain yang sesuai untuk menyediakan satu lembaran kerja penghitungan yang melibatkan persamaan di atas untuk menyelesaikan masalah berikut:

[Jisim atom relativif: O = 16, Cl = 35.5, K = 39; Isi padu molar: $24 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$ pada keadaan bilik]

1. Berapakah jisim kalium klorat(V), KClO_3 yang diperlukan untuk menghasilkan 1 dm^3 , 5 dm^3 , 10 dm^3 , 20 dm^3 , dan 50 dm^3 gas oksigen?
2. Berapakah isi padu oksigen yang terhasil jika 0.25 kg , 0.5 kg , 1 kg , 1.5 kg , dan 2 kg kalium klorat(V), KClO_3 digunakan?



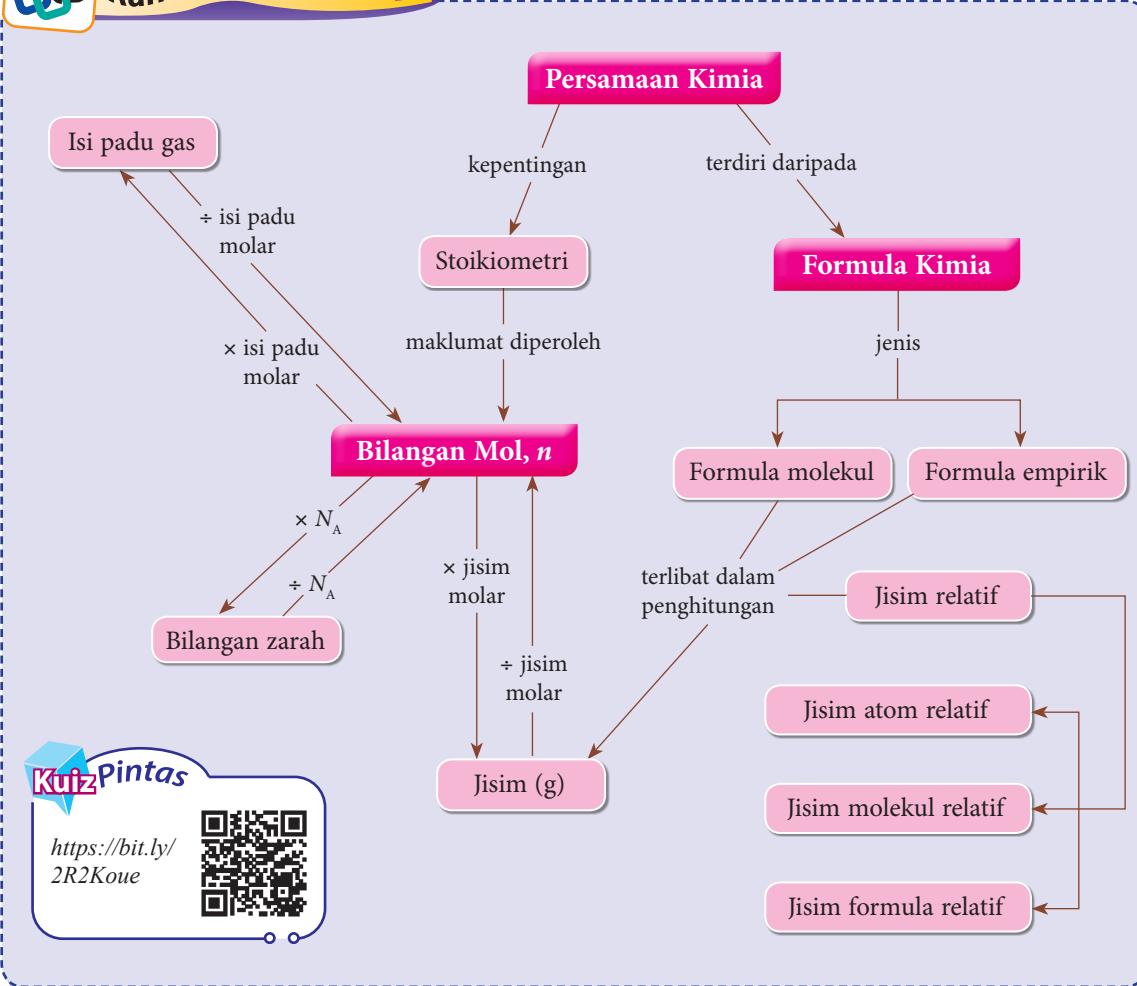
Uji Kendiri 3.4

1. Tulis persamaan kimia bagi tindak balas berikut:
 - (a) Kuprum + larutan argentum nitrat \rightarrow larutan kuprum(II) nitrat + argentum
 - (b) Logam zink yang panas akan bertindak balas dengan gas klorin untuk menghasilkan pepejal zink klorida.
2. Penguraian hidrogen peroksida, H_2O_2 berlaku mengikut persamaan berikut:

$$2\text{H}_2\text{O}_2\text{(ce)} \rightarrow 2\text{H}_2\text{O(ce)} + \text{O}_2\text{(g)}$$
 - (a) Apakah hasil-hasil tindak balas penguraian hidrogen peroksida, H_2O_2 ?
 - (b) Hitungkan isi padu oksigen yang dihasilkan pada STP daripada penguraian 30.6 g hidrogen peroksida, H_2O_2 .



Rantaian Konsep



Kuiz Pintas

<https://bit.ly/2R2Koue>



REFLEKSI Kendiri

1. Apakah yang menarik tentang **Konsep Mol, Formula dan Persamaan Kimia**?
2. Mengapa **Konsep Mol, Formula dan Persamaan Kimia** penting dalam pembelajaran kimia selanjutnya?
3. Nilaikan prestasi anda dalam **Konsep Mol, Formula dan Persamaan Kimia** dengan menggunakan skala 1 hingga 10, 1 adalah paling rendah manakala 10 adalah paling tinggi. Mengapakah anda menilai diri pada tahap itu?
4. Apakah yang boleh anda lakukan untuk meningkatkan penguasaan anda dalam **Konsep Mol, Formula dan Persamaan Kimia**?
5. Apakah yang anda ingin tahu lagi tentang **Konsep Mol, Formula dan Persamaan Kimia**?

<https://bit.ly/2AoKQ0g>





Penilaian Prestasi 3

[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 atau $24 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$ pada keadaan bilik]

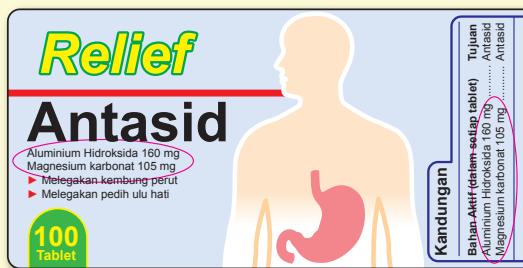
Rujuk Jadual Data Unsur pada halaman 276.

1. Apakah yang dimaksudkan dengan jisim molar dan isi padu molar?
2. Berikan hubung kait antara pemalar Avogadro, bilangan zarah dan bilangan mol.
- 3.

Jisim atom relatif bagi nitrogen ialah 14

Nyatakan maksud pernyataan di atas berdasarkan skala karbon-12.

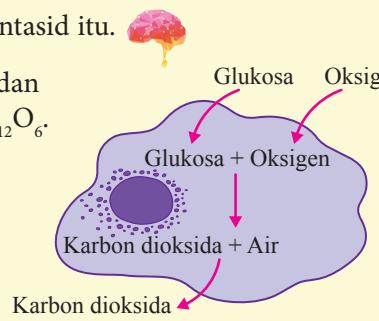
4. Vitamin C atau asid askorbik adalah pengantioksidan penting yang diperlukan untuk kesihatan kita. Vitamin C mempunyai formula molekul $C_6H_8O_6$.
 - (a) Apakah formula empirik bagi vitamin C?
 - (b) Berapakah jisim molekul relatif bagi vitamin C?
5. Antasid berfungsi untuk melegakan masalah gastrik. Rajah 1 menunjukkan label pada sebotol antasid.



Rajah 1

Berikan formula kimia bagi dua bahan aktif di dalam antasid itu.

6. Rajah 2 menunjukkan respirasi aerobik di dalam sel badan kita untuk menghasilkan tenaga daripada glukosa, $C_6H_{12}O_6$. Tulis persamaan kimia yang seimbang bagi proses respirasi aerobik.



Rajah 2

7. Ferum(II) sulfat heptahidrat, $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ sering digunakan untuk merawat pesakit anemia akibat kekurangan mineral besi.
 - (a) Apakah jisim molar bagi ferum(II) sulfat heptahidrat?
 - (b) Hitungkan peratus besi di dalam ferum(II) sulfat heptahidrat.



8. Rajah 3 menunjukkan langkah-langkah penimbangan dalam penentuan formula empirik oksida bagi logam Y.



Rajah 3

Tentukan formula empirik oksida bagi logam Y. [Jisim atom relatif: O = 16, Y = 207]

9. P, Q, dan R merupakan tiga sampel bahan kimia.

P – 0.2 mol kalsium klorida
Q – 12 dm³ gas nitrogen monoksida pada keadaan bilik
R – 2.408×10^{23} molekul karbon dioksida

Susun ketiga-tiga sampel itu menurut tertib jisim yang menaik.

10. Pada pendapat anda, antara formula empirik atau formula molekul, formula yang manakah lebih sesuai digunakan untuk menulis persamaan kimia? Berikan alasan anda.

Sudut Pengayaan

1. Apabila stim dilakukan ke atas logam ferum yang panas, gas hidrogen dan ferum(III) oksida terbentuk. Apakah jisim stim yang diperlukan untuk bertindak balas dengan 100 g ferum dengan lengkap? [Jisim atom relatif: H = 1, O = 16, Fe = 56]
2. Litium hidroksida, LiOH digunakan untuk menyengkirkan karbon dioksida daripada udara hembusan di dalam kabin kapal angkasa lepas.
[Jisim atom relatif: H = 1, Li = 7, C = 12, O = 16]



Satu misi angkasa lepas dijalankan selama 18 hari dan melibatkan lima orang petugas. Jika setiap petugas dianggarkan menghembus 42 g karbon dioksida sejam secara purata dan setiap tabung penyerap mengandungi 750 g LiOH, hitungkan bilangan tabung penyerap yang mesti dibawa di dalam kapal angkasa.

Semak Jawapan

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

