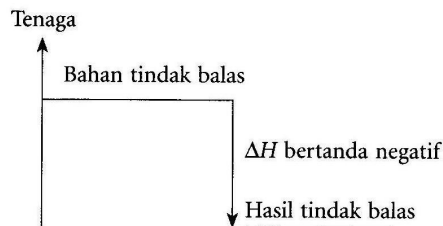


## BAB 3 Termokimia

**Termokimia** adalah kajian mengenai perubahan haba dalam suatu tindak balas kimia.

### [A] Tindak balas Eksotermik

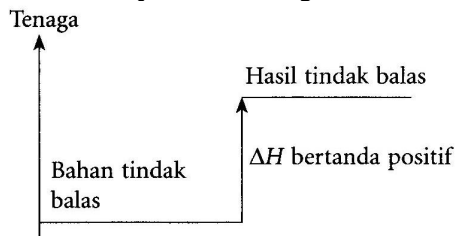
- Tindak balas kimia yang membebaskan haba ke persekitaran.
- Suhu persekitaran meningkat
- Gambar rajah aras tenaga:



- Jumlah kandungan tenaga bahan tindak balas adalah **lebih tinggi** daripada hasil tindak balas.
- ΔH adalah negatif**
- Contoh: pembakaran bahan api, respirasi, pengoksidaan logam, penutralan, melarutkan NaOH di dalam air, penghasilan ammonia.

### [B] Tindak balas Endotermik

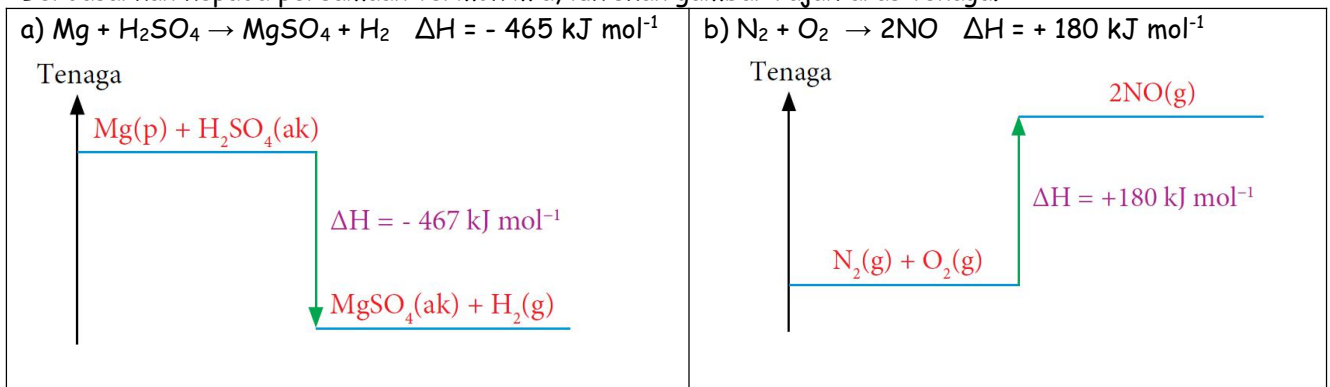
- Tindak balas kimia yang menyerap tenaga haba dari persekitaran.
- Suhu persekitaran menurun
- Gambar rajah aras tenaga:



- Jumlah kandungan tenaga bahan tindak balas adalah **lebih rendah** daripada hasil tindak balas.
- ΔH adalah positif**
- Contoh: fotosintesis, penguraian karbonat logam apabila dipanaskan, penguraian nitrat logam apabila dipanaskan dan melarutkan garam ammonium di dalam air.

### [C] Gambar rajah aras tenaga:

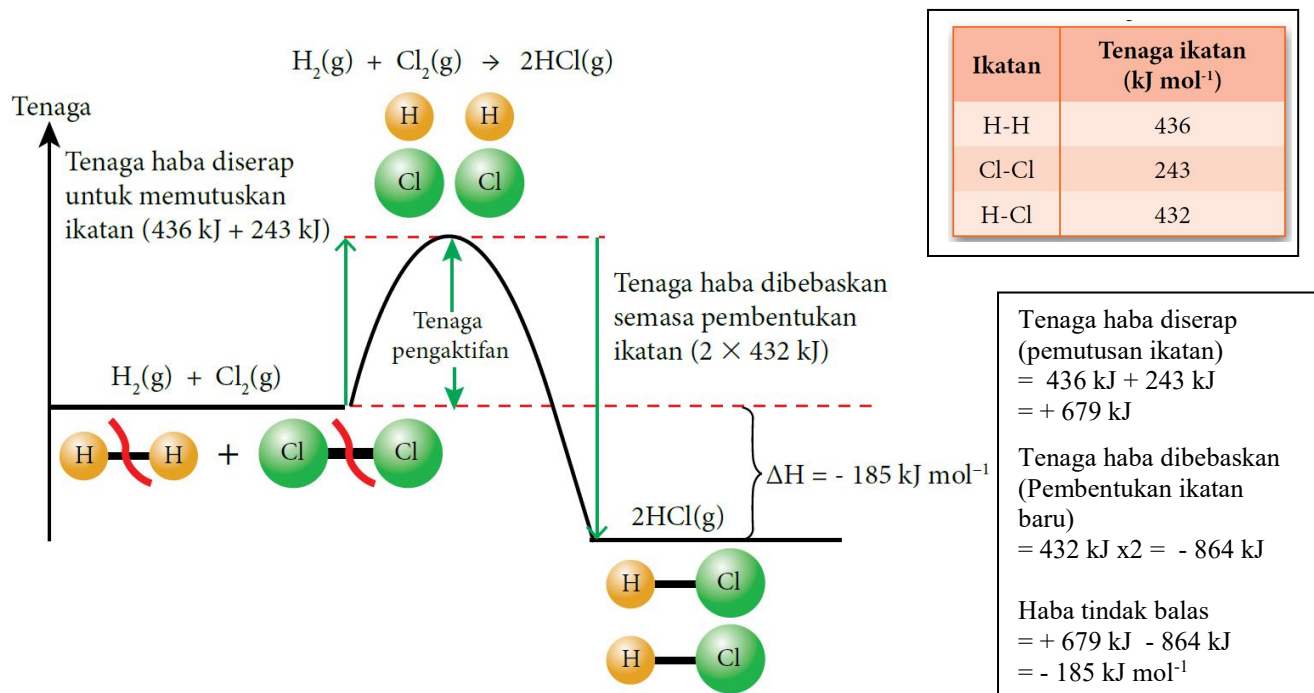
Berdasarkan kepada persamaan termokimia, lukiskan gambar rajah aras tenaga.



**[D] Perubahan Tenaga Semasa Pemutusan dan Pembentukan Ikatan:**

Semasa tindak balas kimia,

- ◆ ikatan kima dalam bahan tindak balas diputuskan
- ◆ ikatan baru dalam hasil tindak balas terbentuk.



Tindak balas eksotermik	Tindak balas endotermik
Tenaga haba yang <b>dibebaskan</b> semasa membentuk ikatan <b>lebih tinggi</b> daripada tenaga haba yang diserap semasa pemutusan ikatan dalam bahan tindak balas.	Tenaga haba yang <b>diserap</b> semasa pemutusan ikatan dalam bahan tindak balas <b>lebih tinggi</b> daripada tenaga haba yang dibebaskan semasa membentuk ikatan.

**3.2 Haba Tindak balas**

## 1. Haba tindak balas:

Jenis tindak balas	Haba tindak balas, $\Delta H$	Definisi
Pemendakan	Haba pemendakan	Perubahan haba apabila <b>satu mol mendakan</b> dibentuk daripada ion-ionnya di dalam larutan akueus.
Penyesaran	Haba penyesaran	Perubahan haba apabila <b>satu mol logam disesarkan</b> daripada larutan garamnya oleh logam yang lebih elektropositif.
Peneutralan	Haba peneutralan	Perubahan haba apabila <b>satu mol air</b> terbentuk daripada tindak balas antara asid dengan alkali.
Pembakaran	Haba pembakaran	Haba yang dibebaskan apabila <b>satu mol bahan</b> dibakar dengan lengkap dalam oksigen berlebihan.

Haba pemendakan / Haba penutralan :

Termometer

Cawan polistirena

Kacau

Larutan campuran

25 cm<sup>3</sup> larutan argenium nitrat, AgNO<sub>3</sub> 0.5 mol dm<sup>-3</sup>

25 cm<sup>3</sup> larutan natrium klorida, NaCl 0.5 mol dm<sup>-3</sup>

---

25 cm<sup>3</sup> larutan natrium hidroksida, NaOH 0.5 mol dm<sup>-3</sup>

25 cm<sup>3</sup> asid hidroklorik, HCl 0.5 mol dm<sup>-3</sup>

Haba penyesaran:

Termometer

Serbuk logam

Kacau

Penutup

Cawan polistirena

Enapan kuprum, Cu

Larutan kuprum (II) sulfat, CuSO<sub>4</sub>

Haba Pembakaran

Termometer

Bekas kuprum

Air

Segi tiga tanah liat

Pelita

Alkohol

Bongkah kayu

Pengadang angin

Pengadang angin

2. Beberapa anggapan dibuat semasa penghitungan.

- Ketumpatan sebarang larutan akueus adalah sama dengan ketumpatan air,  $1 \text{ g cm}^{-3}$
- Muatan haba tentu sebarang larutan akueus adalah sama dengan muatan haba tentu air iaitu  $4.2 \text{ J g}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$
- Tiada kehilangan haba ke persekitaran
- Tiada haba diserap oleh radas eksperimen.

3. Tiga langkah untuk menentukan haba tindak balas,  $\Delta H$ .

<p>1) Bilangan mol</p> $n = \frac{MV}{1000} \quad (\text{unit} = \text{mol})$ <p><math>n</math> = bilangan mol (mol)  <math>M</math> = kepekatan larutan (<math>\text{mol dm}^{-3}</math>)  <math>V</math> = isi padu larutan (<math>\text{cm}^3</math>)</p> <hr style="border-top: 1px dashed black;"/> <p><math>n = \frac{\text{Jisim bahan}}{\text{JM bahan}} \quad (\text{unit} = \text{mol})</math></p>	<p>2) Perubahan haba // haba dibebaskan // tenaga haba</p> $Q = \frac{mc\theta}{1000} \quad (\text{unit} = \text{kJ})$ <p><math>m</math> = jisim larutan (jumlah isipadu larutan)  <math>c</math> = muatan haba tentu larutan: <math>4.2 \text{ J g}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}</math>  <math>\theta</math> = perubahan suhu</p> <p style="text-align: center;">*</p> <p><math>\div 1000</math> untuk menukarkan jawapan dari "J" kepada "kJ"</p>
<p>3) Habu tindak balas, <math>\Delta H = \frac{H}{n} = +/- \frac{\text{perubahan haba}}{\text{bilangan mol}} \quad (\text{unit} = \text{kJ mol}^{-1})</math></p> <p><b>*<math>\Delta H</math> mesti tulis (+ atau -)</b></p>	

Tips 1:

<p>Kalau <math>\Delta H</math> tidak diberikan:</p> <p>1) <math>n = \frac{MV}{1000}</math></p> <p>2) <math>H = mc\theta/1000</math></p> <p>3) <math>\Delta H = \frac{H}{n}</math></p>	<p>Kalau <math>\Delta H</math> diberikan:</p> <p>1) <math>n = \frac{MV}{1000}</math></p> <p>2) <math>\Delta H = \frac{H}{n}</math></p> <p>3) <math>H = mc\theta/1000</math></p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Tips 2:

<p>a) Menukar kepekatan bahan tindak balas  <math>\Rightarrow</math> perubahan suhu, <math>\theta</math> akan berlainan</p> <p>Contoh:          Apabila <math>50 \text{ cm}^3 \text{ NaOH } 1 \text{ mol dm}^{-3}</math>  <math>+ 50 \text{ cm}^3 \text{ HCl } 1 \text{ mol dm}^{-3}</math>          : perubahan suhu = <math>10 \text{ }^\circ\text{C}</math>.</p> <p>Jika <math>50 \text{ cm}^3 \text{ NaOH } 3 \text{ mol dm}^{-3}</math>  <math>+ 50 \text{ cm}^3 \text{ HCl } 3 \text{ mol dm}^{-3}</math>          : perubahan suhu = <math>10 \times 3 = 30 \text{ }^\circ\text{C}</math></p>	<p>b) Menukar isipadu bahan tindak balas  <math>\Rightarrow</math> perubahan suhu, <math>\theta</math> adalah sama</p> <p>Contoh:          Apabila <math>50 \text{ cm}^3 \text{ NaOH } 1 \text{ mol dm}^{-3}</math>  <math>+ 50 \text{ cm}^3 \text{ HCl } 1 \text{ mol dm}^{-3}</math>          : perubahan suhu = <math>10 \text{ }^\circ\text{C}</math>.</p> <p>Jika <math>100 \text{ cm}^3 \text{ NaOH } 1 \text{ mol dm}^{-3}</math>  <math>+ 100 \text{ cm}^3 \text{ HCl } 1 \text{ mol dm}^{-3}</math>          : perubahan suhu = <math>10 \text{ }^\circ\text{C}</math></p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**[A] Haba Pemendakan**

1. Tindak balas **pemendakan** berlaku apabila dua larutan yang dicampur membentuk mendakan.

[Tindak balas **penguraian ganda dua**]

2. Haba pemendakan ialah perubahan haba apabila **1 mol mendakan** terbentuk daripada ion-ionnya di dalam larutan akueus.

3. Contoh

a) Dalam satu eksperimen untuk menentukan haba pemendakan untuk argentum klorida.

50 cm<sup>3</sup> asid hidroklorik 0.5 mol dm<sup>-3</sup> dicampurkan ke dalam

50 cm<sup>3</sup> larutan argentum nitrat 0.5 mol dm<sup>-3</sup>.

Keputusan eksperimen berikut diperolehi.

Suhu awal larutan argentum nitrat (°C)	28.0
Suhu awal asid hidroklorik (°C)	27.0
Suhu tertinggi larutan campuran (°C)	35.5

Suhu awal purata

$$= (28+27) / 2$$

$$= 27.5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Hitungkan haba pemendakan bagi argentum klorida dalam eksperimen ini.

[muatan haba tentu larutan: 4.2 J g<sup>-1</sup> °C<sup>-1</sup> dan ketumpatan larutan: 1 g cm<sup>-3</sup>]

--	--	--

[ΔH = - 134.4 kJ mol<sup>-1</sup>]

b) Dalam satu eksperimen untuk menentukan haba pemendakan untuk argentum klorida.

50 cm<sup>3</sup> larutan natrium klorida 1.0 mol dm<sup>-3</sup> dicampurkan ke dalam

50 cm<sup>3</sup> larutan argentum nitrat 1.0 mol dm<sup>-3</sup>.

Persamaan termokimia bagi tindak balas pemendakan argentum klorida diberikan:



Hitungkan perubahan suhu yang berlaku dalam tindak balas ini.

--	--	--

[θ = 7 °C]

c) Dalam satu eksperimen untuk menentukan haba pemendakan untuk argentum klorida.

50 cm<sup>3</sup> larutan natrium klorida 1.0 mol dm<sup>-3</sup> dicampurkan ke dalam 100 cm<sup>3</sup> larutan argentum nitrat 1.0 mol dm<sup>-3</sup>.

Persamaan termokimia bagi tindak balas pemendakan argentum klorida diberikan:



Berapakah kuantiti haba yang dibebaskan dalam tindak balas ini?

A 2.725 kJ                      B 2.725 J

C 5.45 kJ                        D 5.45 kJ

--	--

[A]

d) 100 cm<sup>3</sup> larutan kalsium nitrat 1.0 mol dm<sup>-3</sup> dicampurkan kepada 100 cm<sup>3</sup> larutan natrium karbonat 1.0 mol dm<sup>-3</sup>. Penurunan suhu campuran sebanyak t °C dicatatkan.

Berapakah penurunan suhu jika 100 cm<sup>3</sup> larutan kalsium nitrat 1.0 mol dm<sup>-3</sup> dicampurkan kepada 100 cm<sup>3</sup> larutan kalium karbonat 1.0 mol dm<sup>-3</sup>

A t/4 °C                      B t/2 °C

C t °C                         D 2t °C

[C]

-Kedua-dua eksperimen menghasilkan mendakan CaCO<sub>3</sub>.

-Hanya ion Ca<sup>2+</sup> dan CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> terlibat dalam tindak balas

-Na<sup>+</sup> dan K<sup>+</sup> tidak terlibat dalam tindak balas.

**Aktiviti Makmal 3B Menentukan Haba Pemendakan**

**Tujuan:** Menentukan haba pemendakan bagi argenterum klorida, AgCl dan magnesium karbonat, MgCO<sub>3</sub>.

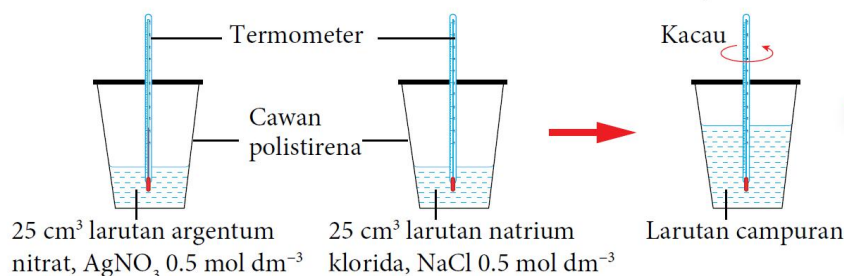
**Bahan :** Larutan argenterum nitrat, AgNO<sub>3</sub> 0.5 mol dm<sup>-3</sup>, larutan natrium klorida, NaCl 0.5 mol dm<sup>-3</sup>, larutan magnesium nitrat, Mg(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 0.5 mol dm<sup>-3</sup> dan larutan natrium karbonat, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 0.5 mol dm<sup>-3</sup>.

**Radas :** Dua buah cawan polistirena dengan penutup, silinder penyukat dan termometer.

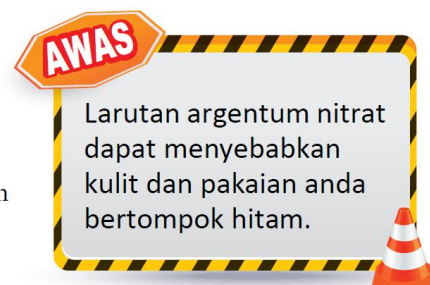
**Definisi secara operasi** - Haba Pemendakan: Apabila larutan natrium klorida, NaCl ditambahkan kepada larutan argenterum nitrat, AgNO<sub>3</sub> untuk menghasilkan 1 mol mendakan argenterum klorida, AgCl bacaan termometer meningkat.

**Prosedur:**

1. Sukat 25 cm<sup>3</sup> larutan argenterum nitrat, AgNO<sub>3</sub> 0.5 mol dm<sup>-3</sup> dan tuangkan ke dalam cawan polistirena.
2. Masukkan termometer ke dalam larutan itu dan biarkan selama dua minit.
3. Catatkan suhu larutan.
4. Sukat 25 cm<sup>3</sup> larutan natrium klorida, NaCl 0.5 mol dm<sup>-3</sup>, dan tuangkannya ke dalam cawan polistirena yang lain.
5. Masukkan termometer ke dalam larutan itu dan biarkan selama dua minit. Catatkan suhu larutan.
6. Tuangkan larutan natrium klorida, NaCl dengan cepat dan cermat ke dalam cawan polistirena yang mengandungi larutan argenterum nitrat, AgNO<sub>3</sub>.



Rajah 3.7



7. Tutup cawan polisterina dengan penutup dan kacaukan campuran dengan termometer seperti yang ditunjukkan pada Rajah 3.7.
8. Catatkan suhu tertinggi campuran.
9. Ulangi langkah 1 hingga 8 dengan menggantikan larutan argenterum nitrat, AgNO<sub>3</sub> dengan larutan magnesium nitrat, Mg(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> dan larutan natrium klorida, NaCl dengan larutan natrium karbonat, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>.

**Keputusan:**

Suhu (°C)	Set I	Set II
	Argentum nitrat, AgNO <sub>3</sub> + natrium klorida, NaCl	Magnesium nitrat, Mg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> + natrium karbonat, Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>
Suhu awal larutan garam nitrat,		
Suhu awal larutangaram natrium		
Purata suhu awal larutan campuran		
Suhu tertinggi campuran larutan		
Kenaikan suhu, θ		

**Perbincangan:**

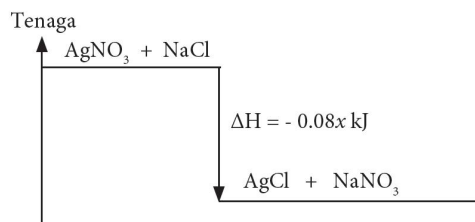
1. Nyatakan jenis tindak balas yang berlaku.
2. Hitungkan haba pemendakan bagi argentum klorida, AgCl dan magnesium karbonat, MgCO<sub>3</sub>.  
[Gunakan rumus perubahan haba,  $Q = mc\theta$ ]  
[Diberi: Muatan haba tentu larutan,  $c = 4.2 \text{ J g}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ ; ketumpatan larutan =  $1 \text{ g cm}^{-3}$ ]
3. Tuliskan persamaan termokimia bagi pemendakan argentum klorida, AgCl dan magnesium karbonat, MgCO<sub>3</sub>.
4. Lukiskan gambar rajah aras tenaga bagi tindak balas pemendakan argentum klorida, AgCl dan magnesium karbonat, MgCO<sub>3</sub>.
5. Nilai teori haba pemendakan argentum klorida, AgCl ialah  $-65.5 \text{ kJ mol}^{-1}$ . Adakah nilai ini sama dengan nilai yang diperoleh dalam eksperimen ini? Terangkan sebab bagi jawapan anda. 🧠

**Perbincangan:**

1. Tindak balas penguraian ganda dua (tindak balas pemendakan).
2. Langkah-langkah pengiraan:

3. Persamaan termokimia bagi pemendakan argentum klorida:  
 $\text{AgNO}_3 + \text{NaCl} \rightarrow \text{AgCl} + \text{NaNO}_3 \quad \Delta H = -0.08 \text{ x kJ mol}^{-1}$

4. Gambar rajah aras tenaga bagi haba pemendakan argentum klorida



5. Tidak sama.  
Perbezaan disebabkan:
  - (i) Haba terbebas ke persekitaran.
  - (ii) Cawan polistirena menyerap haba.

**[B] Haba Penyesaran**

- Tindak balas penyesaran berlaku apabila logam yang lebih elektropositif menyesarkan logam yang kurang elektropositif daripada larutan garamnya.
- Haba penyesaran ialah perubahan haba apabila **satu mol logam disesarkan** daripada larutan garamnya oleh logam yang lebih elektropositif.
- Contoh:

a) Dalam satu eksperimen, serbuk zink dimasukkan ke dalam 100 cm<sup>3</sup> larutan kuprum(II) sulfat 0.5 mol dm<sup>-3</sup>

Keputusan eksperimen seperti berikut:

Penerangan	Temperature ( °C )
Suhu awal larutan kuprum(II) sulfat	27.0
Suhu maksimum campuran	50.0

Hitung haba penyesaran bagi kuprum dalam eksperimen ini.

[muatan haba tentu larutan: 4.2 J g<sup>-1</sup> °C<sup>-1</sup> dan ketumpatan larutan: 1 g cm<sup>-3</sup>]

--	--	--

[ΔH = - 193.2 kJ mol<sup>-1</sup>]

b) Dalam satu eksperimen, Magnesium dimasukkan ke dalam 50 cm<sup>3</sup> larutan kuprum(II) sulfat 0.5 mol dm<sup>-3</sup>. Suhu awal bagi larutan kuprum(II) sulfat adalah 30.0 °C. Haba penyesaran dalam eksperimen ini adalah -37.8 kJ mol<sup>-1</sup>

Hitung

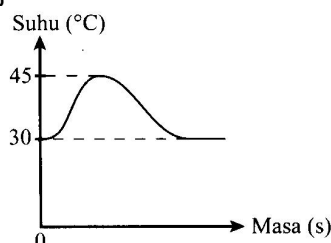
- Haba yang dibebaskan semasa tindak balas
- Perubahan suhu dalam eksperimen ini.
- Suhu maksimum campuran dalam eksperimen ini.

[muatan haba tentu larutan: 4.2 J g<sup>-1</sup> °C<sup>-1</sup> dan ketumpatan larutan: 1 g cm<sup>-3</sup>]

a)	b)	c)
----	----	----

[ a) H = 0.945 kJ    b) θ = 4.5 °C    c) 34.5 °C ]

c) Serbuk zink berlebihan dicampurkan kepada 100 cm<sup>3</sup> larutan kuprum (II) sulfat 1.0 mol dm<sup>-3</sup>. Perubahan suhu larutan campuran ditunjukkan dalam rajah di bawah



Berapakah haba penyesaran bagi tindak balas itu?  
[ ketumpatan larutan: 1.0 g cm<sup>-3</sup>; muatan baha tentu larutan: 4.2 J g<sup>-1</sup> °C<sup>-1</sup> ]

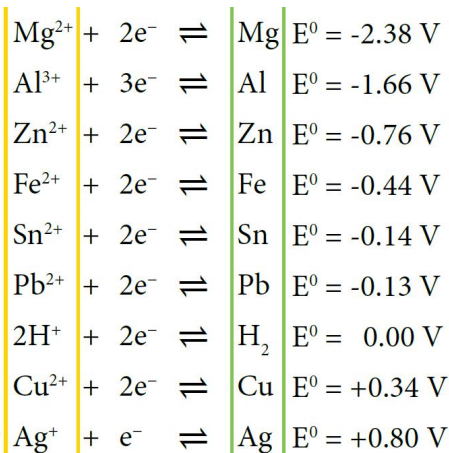
- A -40 kJ mol<sup>-1</sup>      B -63 kJ mol<sup>-1</sup>  
C -68 kJ mol<sup>-1</sup>      D -188 kJ mol<sup>-1</sup>

--	--	--

[B]

d) Dalam eksperimen menentukan haba penyesaran, logam Z telah dimasukkan ke dalam 25 cm<sup>3</sup> larutan argentum nitrat 0.1 mol dm<sup>-3</sup>. Logam yang manakan akan mengalami kenaikan suhu yang tertinggi.

- A zink                                      B Magnesium  
C Aluminium                              D Kuprum



[B]

**Aktiviti makmal 3C Menentukan Haba Penyesaran**

**Tujuan:** Menentukan dan membandingkan haba penyesaran kuprum daripada larutan kuprum(II) sulfat,  $\text{CuSO}_4$  oleh logam zink, Zn dan logam magnesium, Mg.

**Bahan :** Larutan kuprum(II) sulfat,  $\text{CuSO}_4$   $0.5 \text{ mol dm}^{-3}$ , serbuk magnesium, Mg dan serbuk zink, Zn.

**Radas :** Cawan polistirena dengan penutup, termometer, silinder penyukat dan spatula.


**Prosedur:**

1. Sukat  $25 \text{ cm}^3$  larutan kuprum(II) sulfat,  $\text{CuSO}_4$ ,  $0.2 \text{ mol dm}^{-3}$  dan tuangkan ke dalam cawan polistirena.
2. Masukkan termometer ke dalam larutan itu dan biarkannya selama dua minit.
3. Catatkan suhu awal larutan dalam jadual.
4. Tambahkan satu spatula serbuk magnesium, Mg dengan cepat dan cermat ke dalam cawan polistirena.
5. Tutup cawan polisterina dan kacau campuran dengan termometer.
6. Catatkan suhu tertinggi campuran.
7. Ulangi langkah 1 hingga 6 dengan menggunakan serbuk zink, Zn bagi menggantikan serbuk magnesium, Mg.

**Keputusan:**

Logam	Magnesium	Zink
Suhu awal larutan kuprum(II) sulfat ( $^{\circ}\text{C}$ )		
Suhu tertinggi campuran ( $^{\circ}\text{C}$ )		
Perubahan suhu, $\theta$ ( $^{\circ}\text{C}$ )		

**Perbincangan:**

1. Berdasarkan eksperimen:
  - (a) Tuliskan persamaan kimia dan persamaan ion bagi kedua-dua tindak balas yang berlaku.
  - (b) Hitungkan haba penyesaran,  $\Delta H$  kuprum, Cu oleh magnesium, Mg dan zink, Zn.  
[Diberi: Muatan haba tentu larutan,  $c = 4.2 \text{ J g}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ ; ketumpatan larutan =  $1 \text{ g cm}^{-3}$ ]
  - (c) Terangkan sebab nilai haba penyesaran kuprum, Cu oleh logam magnesium, Mg dan logam zink, Zn berbeza.
  - (d) Lukiskan gambar rajah aras tenaga bagi kedua-dua tindak balas itu.
2. Mengapakah kedua-dua logam itu digunakan secara berlebihan dalam eksperimen ini?
3. Selain perubahan suhu, nyatakan pemerhatian lain yang dapat diperhatikan semasa anda menjalankan eksperimen ini.
4. Apakah definisi secara operasi bagi haba penyesaran dalam eksperimen ini?
5. Adakah nilai haba penyesaran kuprum, Cu,  $\Delta H$  akan sama jika larutan kuprum(II) sulfat,  $\text{CuSO}_4$  digantikan dengan larutan kuprum(II) nitrat,  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ ? Terangkan jawapan anda. 

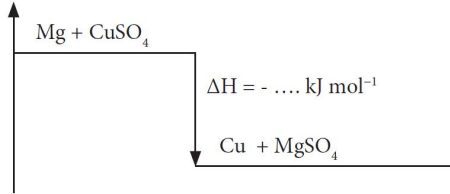
**Perbincangan:**

1. (a) Persamaan kimia:  $\text{Mg}(\text{p}) + \text{CuSO}_4(\text{ak}) \rightarrow \text{Cu}(\text{p}) + \text{MgSO}_4(\text{ak})$   
 $\text{Zn}(\text{p}) + \text{CuSO}_4(\text{ak}) \rightarrow \text{Cu}(\text{p}) + \text{ZnSO}_4(\text{ak})$   
 Persamaan ion:  $\text{Mg}(\text{p}) + \text{Cu}^{2+}(\text{ak}) \rightarrow \text{Cu}(\text{p}) + \text{Mg}^{2+}(\text{ak})$   
 $\text{Zn}(\text{p}) + \text{Cu}^{2+}(\text{ak}) \rightarrow \text{Cu}(\text{p}) + \text{Mg}^{2+}(\text{ak})$

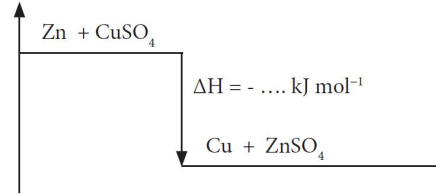
(b) Langkah-langkah pengiraan:

(c) Magnesium merupakan logam yang lebih elektropositif berbanding zink. Maka perubahan suhu yang dihasilkan lebih tinggi. Ini menyebabkan nilai  $\Delta H$  yang berbeza.

(d) Tenaga



Tenaga



2. Untuk memastikan semua ion kuprum(II) telah disesarkan menjadi kuprum.
3. (i) Pepejal warna perang terendap  
(ii) Warna biru larutan menjadi tidak berwarna
4. Definisi secara operasi haba penyesaran : Apabila logam magnesium dimasukkan ke dalam larutan kuprum(II) sulfat untuk menyesarkan 1 mol kuprum, bacaan termometer meningkat.
5. (i) Mengacau larutan perlahan-lahan sepanjang eksperimen dijalankan untuk memastikan suhu campuran adalah sekata  
(ii) Pepejal logam ditambahkan dengan cepat dan cermat.  
(iii) Menggunakan serbuk logam bukan ketulan supaya memastikan tindak balas berlaku dengan lebih cepat
6. Sama. Haba penyesaran masih melibatkan ion kuprum yang terdapat dalam larutan kuprum(II) nitrat.

**[C] Haba Peneutralan**

1. Peneutralan ialah tindak balas antar asid dan bes/alkali untuk menghasilkan garam dan air sahaja.
2. Haba peneutralan ialah perubahan haba apabila **satu mol air** terbentuk daripada tindak balas antara asid dengan alkali.
3. Haba peneutralan berkurang

Kerana: asid lemah // alkali lemah digunakan

asid lemah dan alkali lemah mengion separa dalam air

Sebahagian tenaga haba digunakan untuk mengion lengkap molekul asid lemah // alkali lemah

Persamaan kimia	Haba peneutralan $\Delta H$ ( kJ mol <sup>-1</sup> )
$\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ Asid kuat alkali kuat	-57.3
$\text{HCl} + \text{KOH} \rightarrow \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$ Asid kuat alkali kuat	-57.3
$\text{HCl} + \text{NH}_3 \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$ Asid kuat alkali lemah	-51.5
$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$ Asid lemah alkali kuat	-55.0

**4. Contoh:**

a) Seorang pelajar menjalankan eksperimen untuk menentukan haba peneutralan. 100 cm<sup>3</sup> asid nitrik 2 mol dm<sup>-3</sup> dicampur dengan 100 cm<sup>3</sup> larutan natrium hidroksida 2 mol dm<sup>-3</sup>.

Keputusan eksperimen:

Suhu awal asid nitrik (°C)	30.0
Suhu awal larutan natrium hidroksida (°C)	30.0
Suhu maksimum campuran (°C)	37.5

[muatan haba tentu larutan: 4.2 J g<sup>-1</sup> °C<sup>-1</sup> dan ketumpatan larutan: 1 g cm<sup>-3</sup>]

Hitungkan

- Haba yang dibebaskan semasa tindak balas
- Bilangan mol asid nitrik yang bertindak
- Haba peneutralan

i)
ii)
iii)

[i] 6.3 kJ ii) 0.2 mol iii) - 315 kJ mol<sup>-1</sup>]

b) Dalam satu eksperimen untuk menentukan haba peneutralan. 50 cm<sup>3</sup> asid hidroklorik 1.0 mol dm<sup>-3</sup> bertindak balas dengan 50 cm<sup>3</sup> larutan ammonia 1.0 mol dm<sup>-3</sup>.

Persamaan termokimia bagi tindak balas ini diberikan di bawah.



Hitung

- tenaga haba yang dibebaskan dalam eksperimen
  - perubahan suhu dalam eksperimen ini
- [muatan haba tentu larutan: 4.2 J g<sup>-1</sup> °C<sup>-1</sup> dan ketumpatan larutan: 1 g cm<sup>-3</sup>]

i)
ii)

[ i) 2.575 kJ ii) 6.13 °C ]

**Tujuan:** Menentukan dan membandingkan haba peneutralan antara asid dan alkali yang berlainan kekuatan.

**A. Tindak balas asid kuat dengan alkali kuat dan asid lemah dengan alkali kuat**

**Penyataan masalah:** Adakah tindak balas antara asid kuat dengan alkali kuat menghasilkan haba peneutralan yang lebih tinggi daripada tindak balas asid lemah dengan alkali kuat?

**Hipotesis:** Tindak balas antara asid kuat dengan alkali kuat menghasilkan haba peneutralan yang lebih tinggi daripada tindak balas asid lemah dengan alkali kuat.

**Pemboleh ubah:**

- (a) Pemboleh ubah dimanipulasikan : Asid hidroklorik, HCl dan asid etanoik, CH<sub>3</sub>COOH.
- (b) Pemboleh ubah bergerak balas : Haba peneutralan.
- (c) Pemboleh ubah dimalarkan : Isi padu dan kepekatan larutan natrium hidroksida, NaOH.

**Bahan:** Asid hidroklorik, HCl 1.0 mol dm<sup>-3</sup>, asid etanoik, CH<sub>3</sub>COOH 1.0 mol dm<sup>-3</sup> dan larutan natrium hidroksida, NaOH 1.0 mol dm<sup>-3</sup>.

**Radas:** Cawan polistirena dengan penutup, termometer dan silinder penyukat.

**Prosedur:**

1. Sukat dan tuang 50 cm<sup>3</sup> asid hidroklorik, HCl 1.0 mol dm<sup>-3</sup> ke dalam cawan polistirena.
2. Sukat dan tuang 50 cm<sup>3</sup> larutan natrium hidroksida, NaOH 1.0 mol dm<sup>-3</sup> ke dalam cawan polistirena yang lain.
3. Masukkan termometer ke dalam setiap larutan dan catatkan suhu awal setiap larutan.
4. Tuangkan asid hidroklorik, HCl 1.0 mol dm<sup>-3</sup> dengan cepat dan cermat ke dalam larutan natrium hidroksida, NaOH 1.0 mol dm<sup>-3</sup>.
5. Kacau campuran dengan termometer.
6. Catatkan suhu tertinggi campuran.
7. Ulangi langkah 1 hingga 6 dengan menggantikan asid hidroklorik, HCl dengan asid etanoik, CH<sub>3</sub>COOH.



**Keputusan:**

Campuran bahan tindak balas	Asid hidroklorik dan larutan natrium hidroksida	Asid etanoik dan larutan natrium hidroksida
Suhu awal larutan alkali (°C)		
Suhu awal asid (°C)		
Suhu tertinggi campuran (°C)		

**B. Tindak balas asid kuat dengan alkali lemah dan asid lemah dengan alkali lemah**

**Penyataan masalah:** Adakah tindak balas antara asid kuat dengan alkali lemah menghasilkan haba peneutralan yang lebih tinggi daripada tindak balas asid lemah dengan alkali lemah?

**Hipotesis:**

Tindak balas antara asid kuat dengan alkali lemah akan menghasilkan haba peneutralan yang lebih tinggi daripada tindak balas asid lemah dengan alkali lemah.

**Perbincangan:**

1. Tuliskan persamaan kimia bagi setiap tindak balas peneutralan yang berlaku.
2. Hitungkan haba peneutralan,  $\Delta H$  bagi setiap tindak balas.  
[Muatan haba tentu larutan,  $c = 4.2 \text{ J g}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ ; ketumpatan larutan =  $1 \text{ g cm}^{-3}$ ]
3. Lukiskan gambar rajah aras tenaga bagi setiap tindak balas peneutralan.
4. Bandingkan nilai haba peneutralan bagi setiap tindak balas peneutralan dalam eksperimen ini.
5. Terangkan sebab terdapat perbezaan dalam nilai haba peneutralan yang tersebut.
6. Nilai teori haba peneutralan antara asid kuat dan alkali kuat ialah  $-57 \text{ kJ mol}^{-1}$ . Bandingkan nilai ini dengan haba peneutralan yang telah anda peroleh dalam eksperimen ini. Nyatakan sebab bagi perbezaan ini.

**Perbincangan:**

1. A:  $\text{HCl(ak)} + \text{NaOH(ak)} \rightarrow \text{NaCl(ak)} + \text{H}_2\text{O(ce)}$   
 $\text{CH}_3\text{COOH(ak)} + \text{NaOH(ak)} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa(ak)} + \text{H}_2\text{O(ce)}$

2.

3.

4. Nilai haba peneutralan antara asid kuat dengan alkali kuat adalah paling tinggi, manakala haba peneutralan bila menggunakan asid kuat dengan alkali lemah adalah lebih rendah.  
Nilai haba peneutralan menggunakan alkali kuat dengan asid lemah juga lebih rendah berbanding haba peneutralan bagi asid kuat dengan alkali kuat.  
Nilai haba peneutralan adalah paling rendah bagi tindak balas antara asid lemah dengan alkali lemah.
5.
  - Asid hidroklorik ialah asid kuat dan larutan natrium hidroksida ialah alkali kuat. Kedua-duanya mengion dengan lengkap dalam air untuk menghasilkan kepekatan ion yang tinggi.
  - Tindak balas peneutralan hanya melibatkan gabungan ion hidrogen dan ion hidroksida untuk membentuk molekul air.
  - Haba yang dibebaskan tidak perlu diserap semula untuk tujuan pengionan asid kuat atau alkali kuat
  - Asid etanoik ialah asid lemah dan mengion separa lengkap dalam air. Kepekatan ion hidrogen adalah rendah kerana kebanyakan asid lemah wujud dalam bentuk molekul.
  - Semasa peneutralan, sebahagian kecil haba yang dibebaskan semasa pembentukan 1 mol molekul air diserap semula oleh molekul asid etanoik untuk memecahkan ikatan O-H dalam molekul asid etanoik yang belum mengion.
  - Apabila haba dibebaskan berkurang, maka haba peneutralan turut berkurang. Hal yang sama juga berlaku kepada larutan ammonia akueus yang merupakan alkali lemah.
6. Nilai haba peneutralan yang diperolehi dalam eksperimen ini adalah lebih rendah. Ini disebabkan oleh:
  - (a) sebahagian haba terbebas ke persekitaran.
  - (b) cawan polistirena menyerap haba.

**[D] Haba Pembakaran**

- Haba pembakaran ialah perubahan haba apabila satu mol bahan dibakar dengan lengkap dalam oksigen pada keadaan piawai.
- Pembakaran bahan api merupakan satu tindak balas eksotermik.
- Contoh

a) Satu eksperimen telah dijalankan untuk menentukan haba pembakaran metanol,  $\text{CH}_3\text{OH}$ .

Keputusan eksperimen:

Suhu awal air ( $^{\circ}\text{C}$ )	28.0
Suhu akhir air ( $^{\circ}\text{C}$ )	49.0
Isi padu air yang digunakan ( $\text{cm}^3$ )	250
Jisim awal pelita + metanol (g)	160.00
Jisim akhir pelita + metanol (g)	158.50

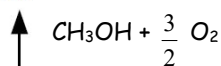
i) Hitung haba pembakaran bagi metanol.

[Jisim atom relatif: C = 12, H = 1, O = 16]

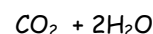

[- 470  $\text{kJ mol}^{-1}$ ]

ii) Lukis rajah aras tenaga bagi tindak balas ini.

Tenaga



$\Delta H = -470 \text{ kJ mol}^{-1}$



iii) Eksperimen diulangi dengan menggunakan propanol,  $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$

Bandingkan haba pembakaran metanol dengan propanol. Terangkan jawapan anda.

- Haba pembakaran bagi propanol adalah lebih tinggi.
- Apabila bilangan karbon bertambah, lebih banyak  $\text{CO}_2$  dan  $\text{H}_2\text{O}$  terbentuk.
- Jadi lebih banyak ikatan terbentuk; membebaskan lebih banyak tenaga

b) Pembakaran lengkap 1 mol propanol menghasilkan 2015 kJ tenaga haba.

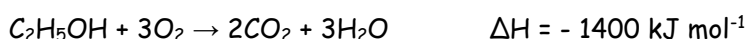
Berapakah jisim propanol yang diperlukan untuk dibakar dengan lengkap supaya haba yang dibebaskan menaikkan suhu 200  $\text{cm}^3$  air sebanyak 30  $^{\circ}\text{C}$  ?

[muatan haba tentu larutan: 4.2  $\text{J g}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ , ketumpatan larutan: 1  $\text{g cm}^{-3}$

jisim atom relatif: C = 12, H = 1, O = 16]

[0.75 g]

c) Pembakaran etanol berlaku mengikut persamaan termokimia di bawah



2.3 g etanol terbakar dalam oksigen berlebihan dan haba yang dibebaskan digunakan untuk memanaskan 500  $\text{cm}^3$  air. Hitungkan perubahan suhu air dalam bekas kuprum.

[muatan haba tentu larutan: 4.2  $\text{J g}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ , ketumpatan larutan: 1  $\text{g cm}^{-3}$ , jisim molar etanol = 46  $\text{g mol}^{-1}$ ]

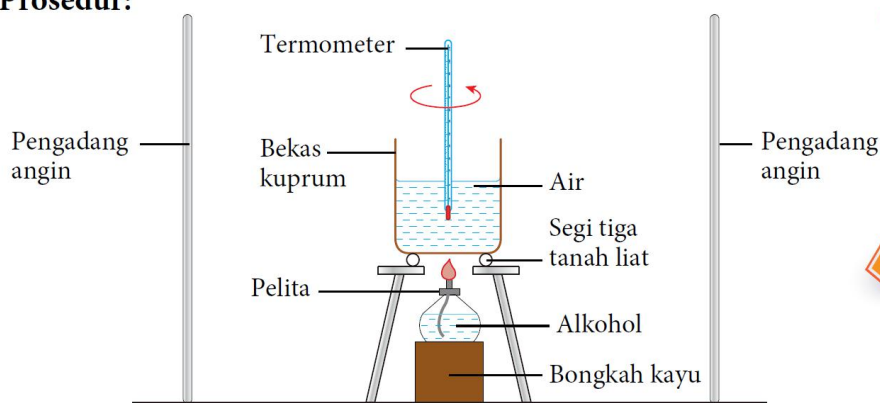
--	--	--

[33.33  $^{\circ}\text{C}$ ]

**Ekspirimen 3B Menentukan Haba Pembakaran Pelbagai Jenis Alkohol****PAK21** Sains Secara Inkuiri**Tujuan:** Menentukan haba pembakaran pelbagai jenis alkohol.**Penyataan masalah:** Adakah bilangan atom karbon per molekul alkohol mempengaruhi haba pembakaran?**Hipotesis:** Semakin bertambah bilangan atom karbon per molekul alkohol, semakin tinggi haba pembakaran.**Pemboleh ubah:**

- (a) Pemboleh ubah dimanipulasikan : Jenis alkohol.  
 (b) Pemboleh ubah bergerak balas : Haba pembakaran.  
 (c) Pemboleh ubah dimalarkan : Isi padu air.

 **Link Topik** **Sebatian Karbon:**  
 Pembakaran alkohol  
 di halaman 86.

**Bahan:** Metanol,  $\text{CH}_3\text{OH}$ , etanol,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ , propanol,  $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$ , butanol,  $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$  dan air,  $\text{H}_2\text{O}$ .**Radas:** Bekas kuprum, tungku kaki tiga, alas segi tiga tanah liat, termometer ( $0^\circ\text{C}$  –  $100^\circ\text{C}$ ), silinder penyukat, pelita, penimbang elektronik, pengadang angin dan bongkah kayu.**Prosedur:****Rajah 3.13** Susunan radas untuk menentukan haba pembakaran**Langkah Berjaga-jaga**

Pastikan nyalaan pelita menyentuh bahagian bawah bekas kuprum.

**AWAS**

Hati-hati mengendalikan alkohol. Alkohol mudah meruap dan terbakar.

1. Sukat  $200\text{ cm}^3$  air dengan menggunakan silinder penyukat dan tuangkan ke dalam bekas kuprum.
2. Letakkan bekas kuprum di atas tungku kaki tiga seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 3.13.
3. Sukat dan rekodkan suhu awal air.
4. Isikan pelita dengan metanol,  $\text{CH}_3\text{OH}$  sehingga hampir tiga perempat penuh.
5. Timbang dan rekod jisim pelita bersama dengan penutup dan metanol dengan penimbang.
6. Letak pelita di bawah bekas kuprum dan nyalakan sumbu pelita.
7. Laraskan kedudukan pelita dengan bongkah kayu supaya nyalaan pelita menyentuh bahagian bawah bekas kuprum.
8. Kacau air di dalam bekas kuprum sepanjang eksperimen dengan termometer.
9. Padamkan nyalaan apabila suhu air meningkat sebanyak  $30^\circ\text{C}$ . Rekodkan suhu tertinggi air itu.
10. Timbang dan rekod jisim pelita berserta penutup dan kandungannya selepas pembakaran dengan serta merta.
11. Ulangi langkah 1 hingga 10 dengan menggunakan etanol,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ , propanol,  $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$  dan butanol,  $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$  untuk menggantikan metanol,  $\text{CH}_3\text{OH}$ .

**Keputusan:**

Alkohol	Metanol	Etanol	Propanol	Butanol
Suhu awal air (°C)	$T_1$			
Suhu tertinggi air (°C)	$T_2$			
Kenaikan suhu (°C)	$(T_2 - T_1) = \theta$			
Jisim pelita sebelum pembakaran (g)	$m_1$			
Jisim pelita selepas pembakaran (g)	$m_2$			
Jisim alkohol yang terbakar (g)	$m_1 - m_2 = m_a$			

**Perbincangan:**

1. Bagi semua alkohol yang digunakan dalam eksperimen ini:

(a) Tentukan haba pembakaran,  $\Delta H$ .


[Diberi : Muatan haba tentu air,  $c = 4.2 \text{ J g}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ ; ketumpatan air =  $1 \text{ g cm}^{-3}$ ]

(b) Tuliskan persamaan termokimia bagi pembakaran alkohol.

(c) Lukiskan gambar rajah aras tenaga bagi pembakaran alkohol.

2. Apakah hubungan bilangan atom karbon per molekul di dalam alkohol dengan nilai haba pembakaran?

3. Nyatakan definisi secara operasi bagi haba pembakaran alkohol dalam eksperimen ini.

4. Mengapakah bekas kuprum digunakan dalam eksperimen ini? 

5. Perhatikan di bahagian bawah bekas kuprum. Apakah pemerhatian anda? Namakan bahan yang terbentuk dan berikan sebab bagi pembentukan bahan itu.

6. Senaraikan langkah berjaga-jaga bagi mendapatkan keputusan yang lebih tepat dalam eksperimen ini.

Jujur dan tepat dalam merekod dan mengesahkan data.

**Perbincangan:**

1.

2. Apabila bilangan atom karbon per molekul dalam alkohol bertambah, nilai haba pembakaran juga bertambah.

3. Definisi secara operasi bagi pembakaran alkohol – Kenaikan suhu apabila 1 mol alkohol dibakar dengan lengkap.

4. Kuprum adalah konduktor haba yang baik.

5. Bahagian bawah bekas menjadi hitam. Bahan itu adalah jelaga (karbon) disebabkan pembakaran tidak lengkap alkohol.

6. Langkah berjaga-jaga:

(i) Gunakan pengadang angin.

(ii) Pastikan nyalaan pelita menyentuh bahagian bawah bekas kuprum.

(iii) Kacau air dalam bekas kuprum secara berterusan.

(iv) Apabila nyalaan alkohol dipadamkan, pelita itu hendaklah ditimbang dengan serta merta kerana alkohol adalah sangat meruap.

### 3.3 Aplikasi tindak balas eskotermik dan endotermik dalam kehidupan harian

#### [A] Aplikasi Tindak balas Eksotermik dalam Kehidupan Harian

1. Contoh-contoh:

<b>Tin pemanasan sendiri (Hot Can)</b> Makanan / minuman tersedia panas tanpa pemanasan dari luar	<b>Tindak balas termit</b> Digunakan untuk kimpalan kereta api	<b>Pembakaran bahan api</b> Digunakan untuk memasak
------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------

2. **Pek panas** digunakan oleh pendaki gunung di kawasan yang sejuk. Pek panas mengandungi kalsium klorida,  $\text{CaCl}_2$  kontang atau magnesium sulfat,  $\text{MgSO}_4$  dan air.

#### [B] Aplikasi Tindak balas Endotermik dalam Kehidupan Harian

1. Contoh-contoh:

<b>Pad gel</b> Makanan / minuman tersedia panas tanpa pemanasan dari luar	<b>Tin minuman sejuk sendiri</b> Minuman sentiasa sejuk dalam tin.	<b>Serbat</b> Lidah berasa sejuk semasa makan serbat.
------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------

2. **Pek sejuk** digunakan untuk menurunkan suhu badan pesakit yang demam panas dan merawat kecederaan akibat bersukan. Pek sejuk mengandungi air dan serbuk ammonium nitrat,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ .

#### [C] Nilai Bahan Api

1. Nilai bahan api ialah kuantiti tenaga yang terbebas apabila satu gram bahan api dibakar dengan lengkap dalam oksigen yang berlebihan.

2. Unit nilai bahan api ialah  $\text{kJ g}^{-1}$

3. Nilai bahan api dapat ditentukan dengan haba pembakaran bahan.

$$\text{Nilai bahan api (kJ g}^{-1}\text{)} = \frac{\text{haba pembakaran bahan (kJ mol}^{-1}\text{)}}{\text{jisim molar bahan (g mol}^{-1}\text{)}}$$

4. Nilai bahan api yang lebih tinggi, adalah baha api yang lebih baik.

5. Bahan api yang digunakan mestilah

mempunyai nilai bahan api yang tinggi	murah	senang diperolehi	tidak mencemarkan alam sekitar
---------------------------------------	-------	-------------------	--------------------------------

6. Contoh

a) Haba pembakaran bagi etanol,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  adalah  $-1400 \text{ kJ mol}^{-1}$   
Hitungkan nilai bahan api.

[jisim atom relative: H, 1; C, 12; O, 16]

[30.43478  $\text{kJ g}^{-1}$ ]

b) Jadual menunjukkan haba pembakaran dua alkana.

Alkana	Jisim molar ( $\text{g mol}^{-1}$ )	Haba pembakaran ( $\text{kJ mol}^{-1}$ )
Metana, $\text{CH}_4$	16	890
Propana, $\text{C}_3\text{H}_8$	44	2220

Justifikasikan alkana yang manakah ialah bahan api yang lebih baik? Terangkan jawapan anda.

Jawp:

Alkana	Nilai bahan api ( $\text{kJ g}^{-1}$ )
Metana, $\text{CH}_4$	55.625
Propana, $\text{C}_3\text{H}_8$	50.455

Nilai bahan api metana lebih tinggi daripada propana.

Metana adalah bahan api yang lebih baik daripada propana.

Disediakan oleh: Lee Kuan Yuen