

Bab 3 : TERMOKIMIA

3.1 Perubahan Haba Dalam Tindak Balas

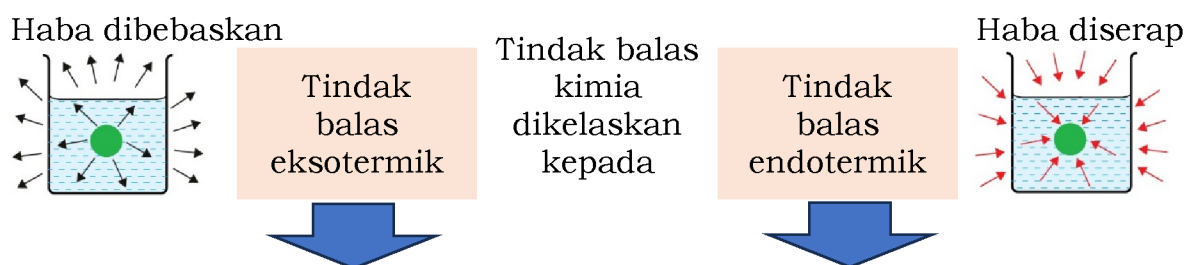
A. Tindak Balas Eksotermik dan Endotermik

Standard Pembelajaran

Murid boleh:

- 3.1.1 Mendeduksikan tindak balas eksotermik dan endotermik melalui aktiviti.
- 3.1.2 Mentafsir gambar rajah aras tenaga.

1. Semasa tindak balas kimia berlaku, tenaga haba, sama ada dibebaskan ataupun diserap.



- Tindak balas kimia yang membebaskan haba ke persekitaran.
- Haba yang dibebaskan ke persekitaran menyebabkan suhu persekitaran meningkat.
- Bekas menjadi panas.
- Sebagai contohnya respirasi, pengoksidaan logam, tindak balas peneutralan, pembakaran bahan api, penghasilan ammonia, dan tindakan melarutkan natrium hidroksida di dalam air

- Tindak balas kimia yang menyerap haba daripada persekitaran.
- Haba yang diserap daripada persekitaran menyebabkan suhu persekitaran menurun.
- Bekas menjadi sejuk.
- Sebagai contohnya fotosintesis, penguraian karbonat logam apabila dipanaskan, penguraian nitrat logam apabila dipanaskan, dan tindakan melarutkan garam ammonium di dalam air.

2. Contoh Tindak balas Eksotermik dan endotermik berdasarkan buku teks:

(i) Semasa menggoreng telur, haba dari kuili diserap dan menyebabkan telur dalam bentuk cecair bertukar menjadi pepejal merupakan tindak balas endotermik.



(ii) tangan berasa sejuk apabila cecair pembasmi kuman yang mengandungi alkohol meruap sewaktu mensanitasi tangan.

(iii) tangan berasa panas apabila serbuk detergen pada tangan dicelup ke dalam air.



3. Kita boleh jalankan **Aktiviti Makmal 3A, ms 117** untuk menentukan tindak balas eksotermik dan endotermik.

4. Berdasarkan aktiviti di atas, kita boleh kelas bahan berikut kepada tindak balas eksotermik dan endotermik

Pepejal natrium hidroksida, NaOH, pepejal ammonium nitrat, NH_4NO_3 , pepejal kalsium klorida kontang, CaCl_2 , pepejal natrium tiosulfat, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

Tindak balas eksotermik	Tindak balas endotermik

B. Gambar Rajah Aras Tenaga

1. Haba yang dibebaskan atau diserap semasa tindak balas kimia dinamakan haba tindak balas dan diberi simbol ΔH . Unitnya ialah kJ mol^{-1} .

2. Simbol Δ disebut delta adalah huruf keempat dalam abjad Yunani yang mewakili perbezaan atau perubahan.

3. Apabila haba dibebaskan ke persekitaran dalam tindak balas kimia, ΔH bertanda negatif manakala ΔH bertanda positif untuk tindak balas kimia yang menyerap haba daripada persekitaran.

4. Perubahan tenaga dalam tindak balas kimia dapat ditunjukkan dengan gambar rajah aras tenaga.

5. Gambar rajah aras tenaga menunjukkan perbezaan kandungan tenaga haba antara bahan tindak balas dan hasil tindak balas.

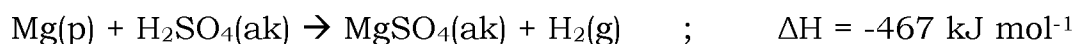
$$\Delta H = H_{\text{hasil tindak balas}} - H_{\text{bahan tindak balas}}$$

6. Haba tindak balas, ΔH ialah perubahan haba satu mol bahan tindak balas bertindak balas atau satu mol hasil tindak balas yang terbentuk.

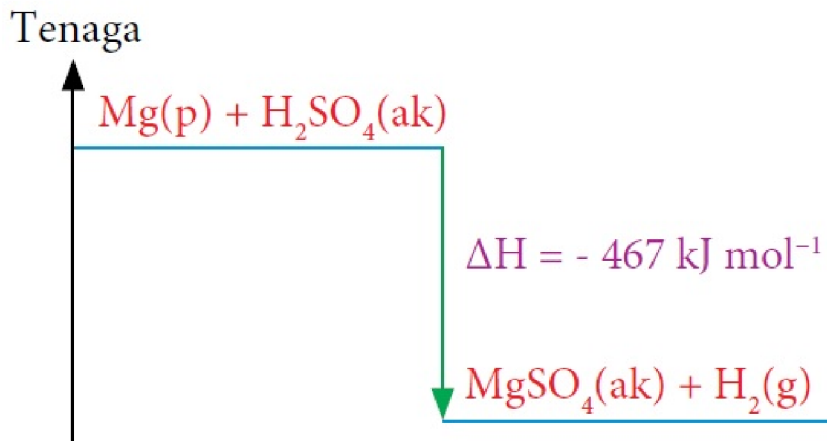
7. Contoh bagi tindak balas eksotermik.

(i) Tindak balas antara magnesium, Mg dan asid sulfurik, H_2SO_4 membentuk magnesium sulfat, MgSO_4 dan gas hidrogen, H_2 ialah tindak balas eksotermik.

(ii) Persamaan termokimia



(iii) Rajah di bawah menunjukkan gambar rajah aras tenaga bagi tindak balas eksotermik tersebut.



(iv) Apabila mol bertindak balas dengan mol untuk membentuk mol dan mol gas , sebanyak kJ tenaga haba dibebaskan ke persekitaran.

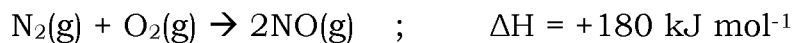
(v) Semasa tindak balas, suhu campuran

(vi) Jumlah kandungan tenaga hasil tindak balas (MgSO_4 dan H_2) lebih daripada jumlah kandungan tenaga bahan tindak balas (Mg dan H_2SO_4). Oleh itu, ΔH bertanda

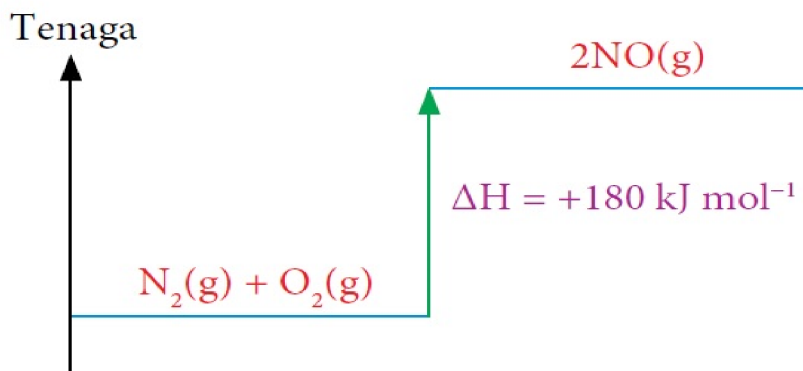
8. Contoh bagi tindak balas endotermik.

(i) Tindak balas antara gas nitrogen, N_2 dan gas oksigen, O_2 membentuk gas nitrogen monoksida, NO ialah tindak balas endotermik.

(ii) Persamaan termokimia



(iii) Rajah di bawah menunjukkan gambar rajah aras tenaga bagi tindak balas endotermik tersebut.



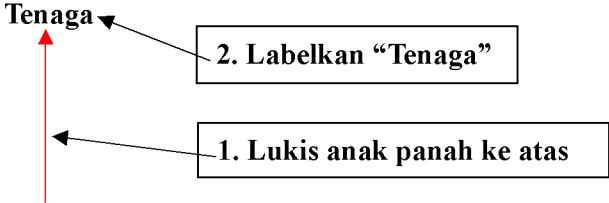
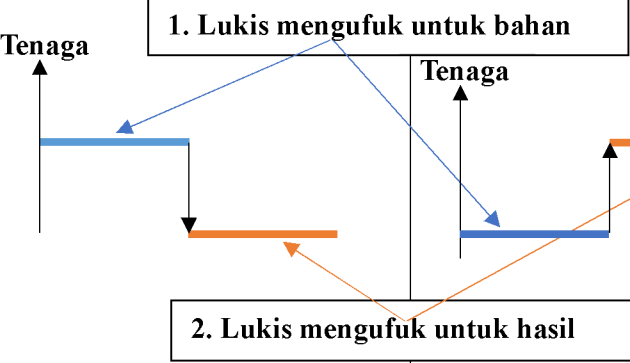
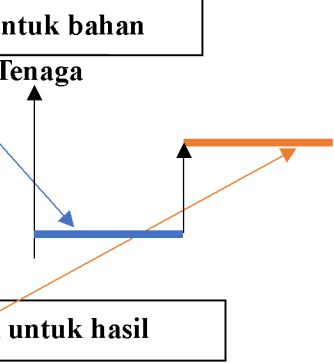
(iv) Apabila mol gas bertindak balas dengan mol gas untuk membentuk mol gas , sebanyak kJ tenaga haba diserap dari persekitaran.

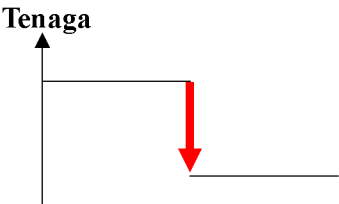
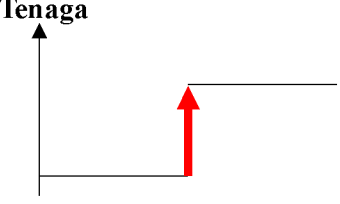
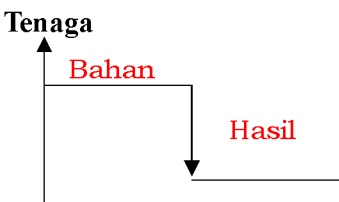
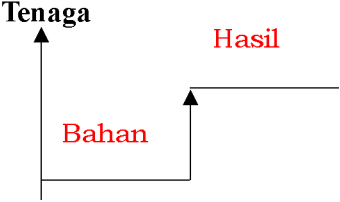
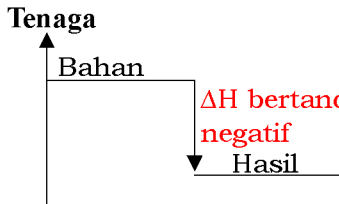
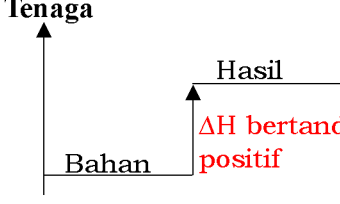
(v) Semasa tindak balas, suhu campuran

(vi) Jumlah kandungan tenaga hasil tindak balas (NO) lebih daripada jumlah kandungan tenaga bahan tindak balas (N₂ dan O₂). Oleh itu, ΔH bertanda

C. Panduan Membina gambar rajah aras tenaga

1. Cara membina rajah aras tenaga.

Langkah-langkah	Penerangan dan tunjuk cara	
<p>Langkah 1: Kenal pasti jenis tindak balas.</p> <p>Sama ada eksotermik atau endotermik</p>	<p>Cara Cg Adura</p> <p>2 Cara</p> <p>1. Daripada persamaan termokimia: di mana ΔH “+” akan menyatakan eksotermik atau ΔH “-” akan menyatakan endotermik.</p> <p>2. Suhu awal kepada suhu akhir</p> <p>Eksotermik apabila suhu awal lebih rendah daripada suhu akhir</p> <p>Endotermik apabila suhu awal lebih tinggi daripada suhu akhir</p>	
<p>langkah 2: Lukiskan satu anak panah ke atas pada paksi Y. Labelkan “Tenaga”.</p>		
<p>langkah 3: Lukiskan dua garis mengufuk untuk mewakili bahan dan hasil. (Mengikut jenis tindak balas eksotermik atau endotermik)</p>	<p>Tindak balas Eksotermik</p> 	<p>Tindak balas Endotermik</p> 

<p>langkah 4: Lukis anak panah daripada bahan kepada hasil.</p>		
<p>langkah 5: Tuliskan formula bahan-bahan dan formula hasil-hasil tindak balas mengikut persamaan yang seimbang</p>		
<p>Nota Cg Adura Formula bagi sebatian ion boleh tulis atau diganti dengan ion yang mengambil bahagian dalam tindak balas.</p> <p>Biasanya, sama ada diberikan atau menerbitkan persamaan ion.</p> <p>Contohnya: Persamaan kimia : $\text{AgNO}_3 + \text{NaCl} \rightarrow \text{AgCl} + \text{NaNO}_3$</p> <p>Persamaan ion : $\text{Ag}^{++} + \text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl}$</p>		
<p>Langkah 6: Labelkan ΔH. (Mengikut jenis tindak balas eksotermik atau endotermik)</p>		

2. Jom kita bina gambar rajah aras tenaga bagi setiap tindak balas yang berikut:

<p>a.</p>	<p>$\text{Zn}(p) + 2\text{HCl}(ak) \rightarrow \text{ZnCl}_2(ak) + \text{H}_2(g);$ $\Delta H = - 126 \text{ kJ}$</p>	<p>b.</p>	<p>$\text{C}(p) + 2\text{S}(p) \rightarrow \text{CS}_2(ce);$ $\Delta H = + 88 \text{ kJ}$</p>

D. Perubahan Tenaga Semasa Pemutusan dan Pembentukan Ikatan

1. Semasa tindak balas kimia, ikatan kimia dalam bahan tindak balas diputuskan dan ikatan baru dalam hasil tindak balas terbentuk.
2. Contoh berdasarkan buku teks, tindak balas antara hidrogen, H₂ dan klorin, Cl₂ untuk menghasilkan hidrogen klorida, HCl.
3. Persamaan tindak balas yang terlibat: H₂(g) + Cl₂(g) → 2HCl(g)
4. Kita perlu merujuk tenaga ikatan kimia untuk kita mengira tenaga bagi bahan dan juga hasil seperti jadual di bawah.

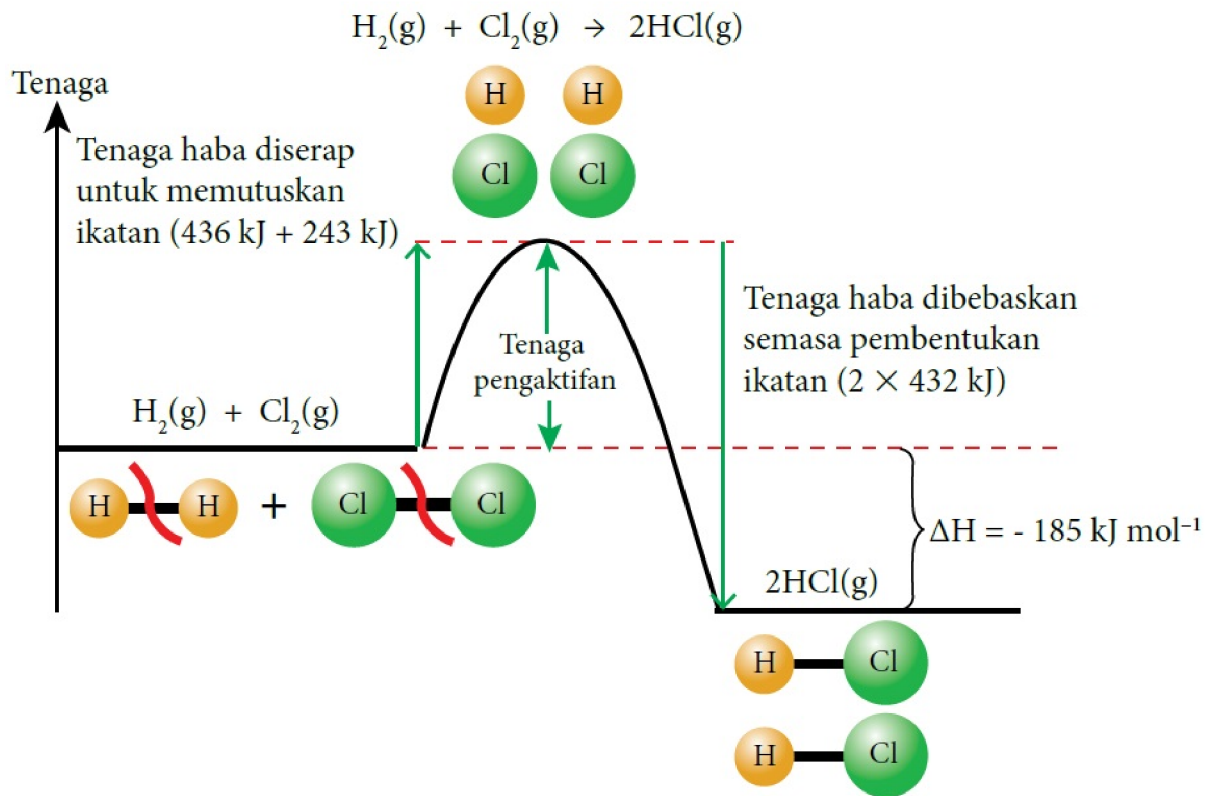
Ikatan	Tenaga ikatan (kJ mol⁻¹)
H-H	436
Cl-Cl	243
H-Cl	432

4. Tenaga yang diperlukan untuk memecahkan ikatan kovalen antara satu mol molekul hidrogen, H₂ ialah 436 kJ.
5. Tenaga yang diperlukan untuk memecahkan ikatan kovalen antara satu molekul klorin, Cl₂ ialah 243 kJ.
6. Jumlah tenaga yang diserap oleh bahan iaitu hidrogen, H₂ dan klorin, Cl₂ ialah = =
7. Setiap mol hidrogen klorida, HCl yang terbentuk membebaskan 432 kJ. Maka, jumlah tenaga yang dibebaskan daripada pembentukan dua mol ikatan H-Cl adalah 864 kJ
8. Perubahan tenaga untuk tindak balas antara hidrogen, H₂ dan klorin, Cl₂ menghasilkan hidrogen klorida, HCl

Perubahan tenaga tindak balas ΔH
 = jumlah tenaga diserap – jumlah tenaga dibebaskan
 = =

9. Nilai ΔH ialah Ini menunjukkan tindak balas ini adalah tindak balas

10. Ini boleh ditunjukkan seperti di bawah:



Rajah : Profil tenaga menunjukkan hubungan pemutusan ikatan dan pembentukan ikatan dalam tindak balas eksotermik

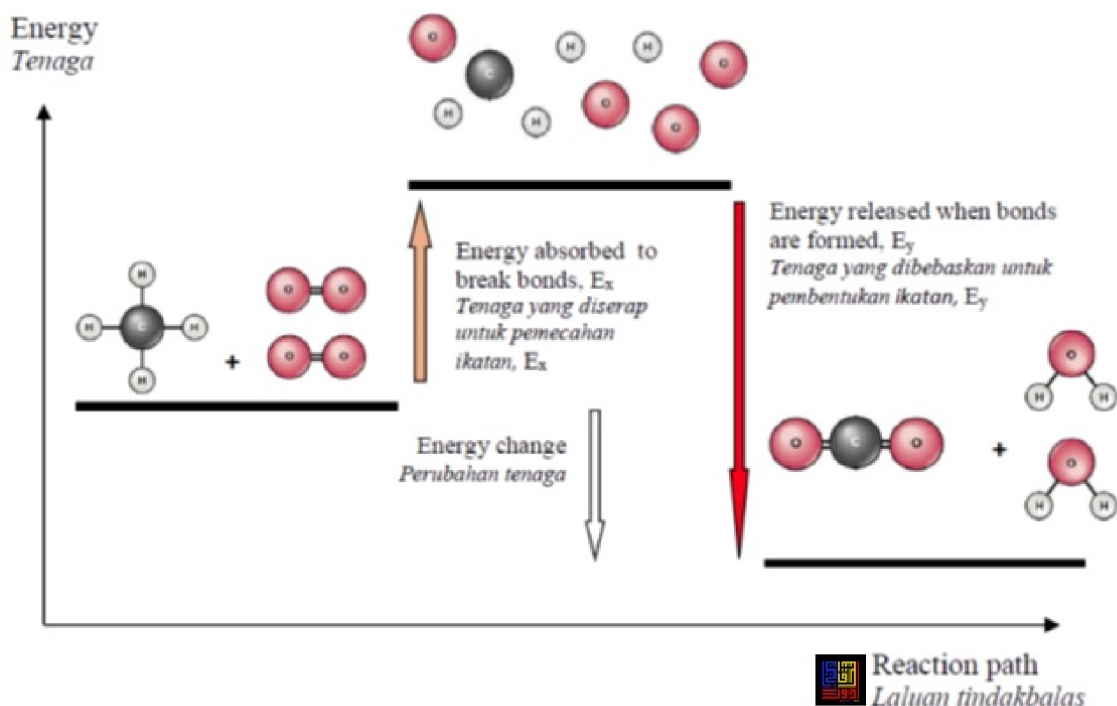
10. Dalam menentukan tindak balas tersebut adalah eksotermik atau endotermik,

(i) Tenaga haba yang dibebaskan semasa pembentukan ikatan dalam hasil tindak balas lebih besar berbanding tenaga haba yang diserap untuk memutuskan ikatan dalam bahan tindak balas adalah tindak balas eksotermik,

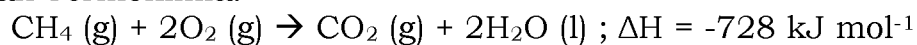
(ii) Tenaga haba yang diserap untuk memutuskan ikatan dalam bahan tindak balas lebih besar berbanding tenaga haba yang dibebaskan semasa pembentukan ikatan dalam hasil tindak balas adalah tindak balas endotermik

Latihan : **[MRSM18-10]** Rajah 10.1 menunjukkan maklumat berkenaan pembakaran lengkap metana.

RAJAH PROFIL TENAGA:



Persamaan Termokimia:



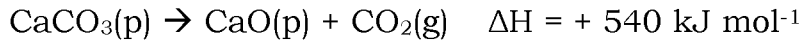
Jadual Tenaga Ikatan:

Ikatan	Tenaga ikatan/ kJ mol^{-1}	Jumlah tenaga dibebaskan atau diserap/ kJ
C-H	435	1740
O=O	497	994
C=O	803	1606
O-H	464	1856

Berdasarkan Rajah 10.1, tentusahkan haba pembakaran metana menggunakan formula, Perubahan tenaga, $\Delta\text{H} = E_x - E_y$ dan kenal pasti jenis tindak balas tersebut.

Ujidiri 3.1, ms 119

1. Persamaan termokimia bagi tindak balas penguraian kalsium karbonat, CaCO_3 adalah seperti yang berikut:



(a) Lukiskan gambar rajah aras tenaga bagi tindak balas itu.

(b) Tulis tiga pernyataan yang dapat dirumuskan daripada gambar rajah aras tenaga di (a).

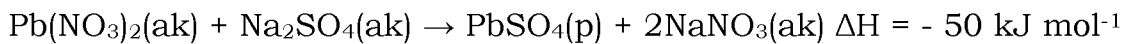
.....

.....

.....

.....

2. Persamaan termokimia di bawah menunjukkan pembentukan plumbum(II) sulfat, PbSO_4 .



(a) Nyatakan sama ada tindak balas di atas eksotermik atau endotermik.

.....

(b) Tentukan ikatan yang diputuskan dan ikatan yang terbentuk.

.....

.....

(c) Terangkan perubahan tenaga yang terlibat dengan pemutusan ikatan dan pembentukan ikatan.

.....

.....

(d) Lukiskan gambar rajah aras tenaga bagi tindak balas itu.

3.2 Haba Tindak Balas

Standard Pembelajaran

Murid boleh:

3.2.1 Menentukan haba pemendakan melalui aktiviti.

3.2.2 Menentukan haba penyesaran melalui aktiviti.

3.2.3 Membandingkan haba peneutralan bagi tindak balas antara berikut melalui eksperimen:

- (a) asid kuat dan alkali kuat,
- (b) asid lemah dan alkali kuat,
- (c) asid kuat dan alkali lemah,
- (d) asid lemah dan alkali lemah.

3.2.4 Membandingkan haba pembakaran bagi beberapa jenis alkohol melalui eksperimen.

1. Haba tindak balas biasanya dinamakan mengikut jenis tindak balas yang berlaku.

2. Jenis-jenis haba tindak balas yang akan kita pelajari

- (a) Haba Pemendakan
- (b) Haba Penyesaran
- (c) Haba Peneutralan
- (d) Haba Pembakaran

3. Haba tindak balas dapat ditentukan melalui eksperimen dengan menentukan perubahan suhu semasa sesuatu tindak balas berlaku.

4. Nilai perubahan suhu yang diperolehi digunakan untuk menghitung haba tindak balas.

5. Pengiraan Melibatkan Termokimia

a. Haba yang dibebaskan atau diserap dalam eksperimen atau perubahan haba boleh dihitung menggunakan formula.

$$Q = mc\theta$$

Q = haba dibebas atau diserap dalam eksperimen

m = jisim larutan

c = muatan haba tentu air

θ = perubahan suhu

Jika ada 2 suhu awal, puratakan

Jisim larutan, m

1. Haba pemendakan:

$$m = V_1 + V_2 \text{ (2 larutan)}$$

2. Haba penyesaran:

$$m = V \text{ (hanya 1 larutan)}$$

3. Haba peneutralan:

$$m = V_{\text{acid}} + V_{\text{alkali}}$$

4. Haba pembakaran:

$$m = \text{isi padu air}$$

Andaian dalam pengiraan kerana banyak melibatkan larutan akueus:

- Ketumpatan, ρ , campuran akueus bahan bertindak balas ialah 1 g cm^{-3} , iaitu ketumpatan air. Ini bermakna 1 cm^3 campuran akueus bahan bertindak balas ialah 1g.
- Muatan haba tentu, c, campuran akueus bahan bertindak balas adalah sama dengan muatan haba tentu air, $4.2 \text{ Jg}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$
- Tiada haba hilang ke persekitaran
- Tiada haba diserap oleh alat radas eksperimen

b. Bilangan mol bahan:

$$\text{Mol, } n = \frac{MV}{1000}$$

$$\text{@ Mol, } n = \frac{\text{jisim}}{\text{jisim molar}}$$

M = kemolaran

V = isi padu larutan dalam cm^3

Biasanya untuk PEMBAKARAN

c. Haba tindak balas, ΔH boleh dihitung dengan menggunakan formula,

$$\Delta H = \frac{Q}{n} \quad \begin{array}{l} Q = \text{haba dibebas atau diserap dalam eksperimen} \\ n = \text{bilangan mol} \end{array}$$

“**Haba**” haba untuk 1 mol bahan tindak balas yang digunakan atau hasil tindak balas yang terbentuk

Rentas Kurikulum : Fizik

Formula, $Q = mc\theta$; θ = perubahan suhu juga digunakan dalam Fizik.

6. Langkah umum penghitungan haba tindak balas:

Langkah 1: Hitung perubahan haba dalam tindak balas: $Q = mc\theta$

- Jika terdapat 2 suhu awal, puratakan suhu awal tersebut
- Jisim larutan, m:

Haba pemendakan $m = V_1 + V_2$ (2 larutan)	Haba penyesaran $m = V$ (hanya 1 larutan)	Haba peneutralan $m = V_{\text{acid}} + V_{\text{alkali}}$ (2 larutan)	Haba pembakaran $m = \text{isi padu air}$
---	---	--	--

Langkah 2: Tentukan bilangan mol bahan tindak balas dan hasil yang terbentuk, n mol

Biasanya kita akan menggunakan Isi padu dan kemolaran larutan bahan yang diberikan dalam soalan. Kalau diberi 2 larutan, kedu-dua larutan ini kita perlu mengira bilangan molnya. Ini untuk mengesan bahan penghad. Setelah itu, kita kaitkan mol bahan kepada mol hasil jika diperlukan.

Bilangan mol, n			
haba pemendakan Mol mendakan yang terbentuk	haba penyesaran Mol logam yang disesar	haba peneutralan Mol air yang terbentuk	haba pembakaran Mol bahan api yang terbakar
Nisbahkan dengan mol larutan yang digunakan			Nisbahkan dengan mol jisim bahan yang dibakar

Langkah 3: Hitung perubahan haba untuk 1 mol bahan bertindak balas atau 1 mol hasil terbentuk secara perkadaran

Dengan menggunakan perubahan haba, Q di langkah 1 dan bilangan mol yang kita dapati di langkah 2

Langkah 4: Nyatakan haba tindak balas, ΔH dengan tanda +/- dan unit yang betul:

$$\Delta H = +/-X \text{ kJ mol}^{-1}$$

Ini merupakan panduan sahaja. Pengiraan yang perlu kita lakukan, perlu merujuk kepada soalan yang diberikan.

Nota Cikgu Adura

Dalam bab Termokimia, haba yang hendak dikira merupakan haba yang dibebaskan oleh hasil kecuali haba pembakaran

Sehubungan itu, kita perlu mengira bilangan mol bahan yang digunakan

Kemudian kita melakukan nisbah mol untuk mendapatkan mol hasil yang terhasil

Seterusnya kita boleh mengira perubahan haba tindak balas tersebut.

A. Haba Pemendakan

1. Berdasarkan perbualan dalam buku teks, rajah 3.6 ms 121, sebelum kita menjalani X-ray, kita perlu minum cecair media kontras. Cecair media kontras mengandungi barium sulfat. Oleh itu, salur penghadaman, perut dan usus mudah dilihat pada X-ray.
2. Barium sulfat, BaSO_4 ialah contoh garam tak terlarutkan yang digunakan dalam bidang perubatan.
3. Kesemua garam tak terlarutkan ialah mendakan.
4. Mendakan garam tak terlarutkan terbentuk melalui tindak balas penguraian ganda dua yang melibatkan perubahan haba dan dikenali sebagai haba pemendakan.

Definisi

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

6. Persamaan termokimia pembentukan mendakan barium sulfat, BaSO_4 ialah:



7. Berdasarkan persamaan termokimia di atas, 42 kJ haba dibebaskan apabila 1 mol mendakan barium sulfat, BaSO_4 terbentuk. Oleh itu, haba pemendakan barium sulfat, BaSO_4 ialah -42 kJ mol^{-1} .

8. Contoh Pengiraan 1:

100 cm^3 larutan plumbum(II) nitrat, $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 1.0 mol dm^{-3} dicampurkan dengan 100 cm^3 larutan natrium sulfat, Na_2SO_4 1.0 mol dm^{-3} . Suhu campuran tindak balas meningkat daripada 30.0 $^\circ\text{C}$ kepada 33.0 $^\circ\text{C}$. Hitungkan haba pemendakan plumbum(II) sulfat, PbSO_4 .

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

Penyelesaian:

Langkah 1: Hitungkan perubahan haba, Q.

Jisim larutan campuran, m

= Jumlah isi padu larutan campuran x ketumpatan larutan

=

=

Perubahan suhu larutan campuran, θ
 = Suhu tertinggi - suhu awal
 =
 =

Haba yang dibebaskan dalam tindak balas, $Q = mc\theta$
 =
 =
 =

Langkah 2: Hitungkan bilangan mol mendakan plumbum(II) sulfat, $PbSO_4$ yang terbentuk.

Untuk langkah ke 2 ini, kita perlu mengira bilangan mol larutan bahan yang digunakan terlebih dahulu

Bilangan mol ion plumbum(II), Pb^{2+} = Bilangan mol plumbum(II) nitrat, $Pb(NO_3)_2$

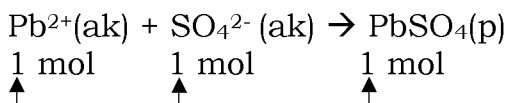
=
 =

Gunakan formula, $n = MV/100$
 n = bilangan mol
 M = kemolaran larutan
 V = isi padu larutan dalam cm^3



Bilangan mol ion sulfat, SO_4^{2-}
 = Bilangan mol natrium sulfat, Na_2SO_4
 =
 =

Kemudian kaitkan perkadaran antara mol bahan kepada mol hasil.



← Tulis persamaan ion untuk tindak balas

Bandingkan stoikiometri persamaan ion

Daripada persamaan ion,

.....

.....

.....

Hasil pengiraan kita,

.....

.....

Langkah 3: Hitungkan perubahan haba untuk pembentukan 1 mol pemendakan.

Pemendakan mol plumbum(II) sulfat, $PbSO_4$ membebaskan haba.

Maka pemendakan 1 mol plumbum(II) sulfat, $PbSO_4$ membebaskan haba,

$$= \frac{Q}{n} =$$

Langkah 4: Tuliskan haba tindak balas, ΔH .

Haba pemendakan plumbum(II) sulfat, $PbSO_4$, $\Delta H = -25.2 \text{ kJ mol}^{-1}$ Tanda negatif (-) menunjukkan tindak balas ini ialah eksotermik.

9. Kita boleh menjalankan Aktiviti Makmal 3B, ms 123, untuk menentukan haba pemendakan bagi argentum klorida, $AgCl$ dan magnesium karbonat, $MgCO_3$.

10. Contoh Pengiraan 2:

Persamaan yang berikut menunjukkan tindak balas pembentukan mendakan argentum klorida, $AgCl$.



Jika 20 cm^3 larutan argentum nitrat, $AgNO_3$, 0.5 mol dm^{-3} dicampurkan kepada 20 cm^3 larutan kalium klorida, KCl 0.5 mol dm^{-3} , hitungkan kenaikan suhu campuran.

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

Penyelesaian:

Perlu kita tahu, haba pemendakan iaitu haba bagi 1 mol telah diberikan dalam soalan iaitu di hujung persamaan. Tambahan pula, soalan mengkehendaki kenaikan suhu. Formula yang melibatkan suhu ialah $Q = mc\theta$. Sebab itu :

Langkah 1: Hitung bilangan mol argentum klorida, $AgCl$ yang terbentuk.

Bilangan mol kalium klorida, KCl =

Bilangan mol argentum nitrat, $\text{AgNO}_3 =$

Daripada persamaan ion,

Hasil pengiraan kita,

Langkah 2: Hitungkan perubahan haba.

Diberi $\Delta H =$

Apabila 1 mol argentum klorida, AgCl terbentuk, 65.5 kJ haba terbebas.

Maka 0.01 mol argentum klorida, AgCl terbentuk, yang kita kira di langkah 1.

Formula yang akan digunakan, $\Delta H = Q/n$

$\Delta H = Q/n$ tukarkan formula kepada $Q = \Delta H \times n$

=
=
=

Langkah 3: Hitungkan kenaikan suhu.

Formula bagi Haba terbebas, $Q = mc\theta$

Kita tukarkan kepada $\theta = Q/mc$

Cari dulu jisim larutan =

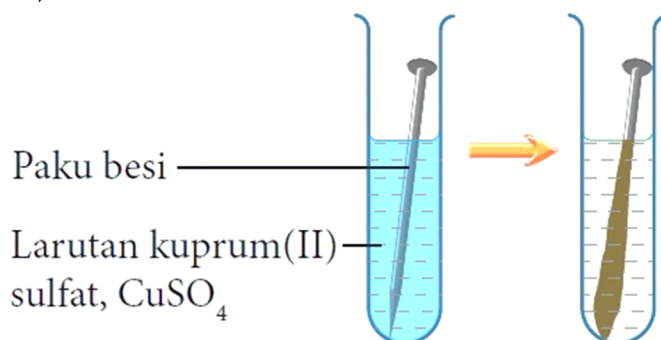
Oleh itu, kenaikan suhu, θ

=
=

B. Haba Penyesaran

1. Berdasarkan satu eksperimen telah dijalankan dalam buku teks, dengan memasukkan paku besi ke dalam larutan kuprum(II) sulfat, CuSO_4 . Keputusan eksperimen dapat dilihat seperti dalam Rajah 3.8. ms 125.

2. Rajah di bawah menunjukkan Paku besi dimasukkan ke dalam larutan kuprum(II) sulfat, CuSO_4



3. Didapati Enapan berwarna perang, iaitu kuprum, Cu terbentuk sekitar paku besi. Ini menunjukkan bahawa ferum, Fe menyesarkan kuprum, Cu daripada larutan garamnya.

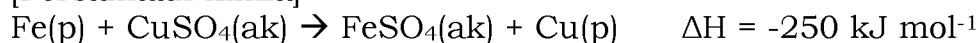
4. Tindak balas ini dikenali sebagai penyesaran. Ianya juga melibatkan perubahan haba.

5. Definisi

Haba penyesaran ialah perubahan haba apabila satu mol logam disesarkan daripada larutan garamnya oleh logam yang lebih elektropositif.

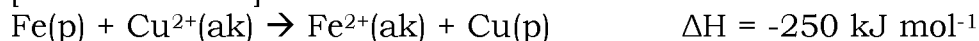
6. Persamaan termokimia berikut mewakili tindak balas penyesaran yang berlaku.

[Persamaan kimia]



Atau

[Persamaan ion]



7. Berdasarkan persamaan termokimia di atas, 250 kJ haba dibebaskan apabila satu mol kuprum, Cu disesarkan daripada larutan garam kuprum(II) sulfat, CuSO_4 oleh ferum, Fe .

8. Oleh itu, haba penyesaran kuprum, Cu daripada larutan kuprum(II) sulfat, CuSO_4 oleh ferum, Fe ialah -250 kJ mol^{-1} .

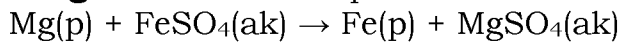
9. Contoh Pengiraan 1:

Serbuk magnesium, Mg yang berlebihan ditambah kepada 50 cm³ larutan ferum(II) sulfat, FeSO₄ 0.25 mol dm⁻³. Suhu campuran tindak balas bertambah sebanyak 4.0 °C. Hitungkan haba penyesaran ferum, Fe daripada larutan garamnya.

[Diberi: Muatan haba tentu larutan, c = 4.2 J g⁻¹ °C⁻¹, ketumpatan larutan = 1 g cm⁻³]

Penyelesaian:

Langkah 1: Tuliskan persamaan kimia.



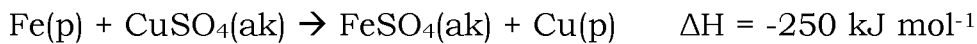
Langkah 2: Hitungkan perubahan haba.

Jisim larutan, m =
=

Perubahan haba, Q =
=
=

Langkah 3: Hitungkan bilangan mol ferum, Fe yang disesarkan daripada larutan ferum(II) sulfat, FeSO₄.

Bilangan mol larutan ferum(II) sulfat, FeSO₄
=
=



Daripada persamaan ion,
.....
.....

Hasil pengiraan kita,
.....
.....

Langkah 4: Hitungkan perubahan tenaga untuk penyesaran 1 mol ferum, Fe.

Penyesaran 0.0125 mol ferum, Fe membebaskan 0.840 kJ haba.

Maka, penyesaran 1 mol ferum, Fe akan membebaskan

$$= \frac{Q}{n} =$$

Langkah 5: Tulis haba penyesaran ΔH .

Haba penyesaran ferum, Fe oleh magnesium, Mg, $\Delta H = -67.2 \text{ kJ mol}^{-1}$

Tanda negatif (-) menunjukkan tindak balas ini ialah eksotermik.

10. Kita boleh menjalankan Aktiviti Makmal 3C, ms 126 untuk Menentukan dan membandingkan haba penyesaran kuprum daripada larutan kuprum(II) sulfat, CuSO_4 oleh logam zink, Zn dan logam magnesium, Mg.

11. Berdasarkan Aktiviti Makmal 3C ini, kita akan mendapati haba penyesaran apabila menggunakan Mg lebih tinggi daripada Zn apabila bertindak balas dengan larutan CuSO_4 .

Aktiviti 3A, ms 127

Seorang pelajar telah menjalankan satu eksperimen untuk menentukan haba penyesaran bagi tindak balas antara kuprum, Cu dengan larutan argentum nitrat, AgNO_3 . Dalam eksperimen ini, serbuk kuprum, Cu berlebihan ditambah kepada 100 cm^3 larutan argentum nitrat, AgNO_3 0.5 mol dm^{-3} . Haba penyesaran dalam eksperimen itu ialah -105 kJ mol^{-1} . [Muatan haba tentu larutan, $c = 4.2 \text{ J g}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$; ketumpatan larutan = 1 g cm^{-3}]

(a) Tuliskan persamaan termokimia bagi tindak balas ini.

.....

(b) Hitungkan haba yang dibebaskan dalam eksperimen ini.

(c) Hitungkan perubahan suhu.

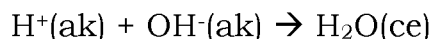
(d) Lukiskan gambar rajah aras tenaga bagi tindak balas ini.

(e) Eksperimen ini diulangi dengan menggunakan 100 cm³ larutan argentum nitrat, AgNO₃ 1.0 mol dm⁻³ dan serbuk kuprum, Cu berlebihan. Hitungkan perubahan suhu dalam eksperimen ini. Terangkan sebab perubahan suhu ini berbeza daripada yang berlaku di (c).

.....
.....

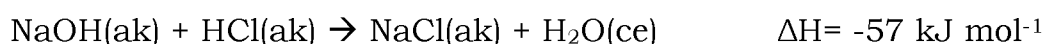
C. Haba Peneutralan

1. Tindak balas peneutralan ialah tindak balas antara asid dan alkali yang menghasilkan garam dan air sahaja.
2. Juga merupakan Tindak balas eksotermik di mana haba dibebaskan ke persekitaran.
3. Ion hidrogen, H^+ daripada asid bertindak balas dengan ion hidroksida, OH^- daripada alkali untuk membentuk molekul air. Persamaan ion adalah seperti yang berikut:



4. Haba peneutralan ialah perubahan haba apabila satu mol air terbentuk daripada tindak balas peneutralan antara asid dan alkali.

5. Persamaan termokimia untuk tindak balas peneutralan antara asid hidroklorik, HCl dan larutan natrium hidroksida, NaOH ialah:



6. Berdasarkan persamaan termokimia di atas, sebanyak 57 kJ haba dibebaskan apabila satu mol air, H_2O terbentuk daripada peneutralan antara 1 mol asid hidroklorik, HCl (1 mol ion hidrogen, H^+) dengan 1 mol natrium hidroksida, NaOH (1 mol ion hidroksida, OH^-).

7. Tindak balas peneutralan dapat berlaku antara asid dan alkali dengan kekuatan berbeza seperti berikut:

- (a) Asid kuat dengan alkali kuat.
- (b) Asid lemah dengan alkali kuat.
- (c) Asid kuat dengan alkali lemah.
- (d) Asid lemah dengan alkali lemah.

8. Kita boleh menjalankan Eksperimen 3A, ms 128 untuk menentukan dan membandingkan haba peneutralan antara asid dan alkali yang berlainan kekuatan.

9. Nilai teori haba peneutralan antara asid kuat dengan alkali kuat adalah tetap iaitu -57 kJ mol^{-1} .

10. Jadual di bawah menunjukkan haba peneutralan bagi pelbagai tindak balas peneutralan.

Contoh	ΔH (kJ mol^{-1})
Asid kuat + Alkali kuat \rightarrow Garam + Air	-57
Asid lemah + Alkali kuat \rightarrow Garam + Air	-55
Asid kuat + Alkali lemah \rightarrow Garam + Air	-52
Asid lemah + Alkali lemah \rightarrow Garam + Air	-50

11. Berdasarkan jadual di atas, kita dapati bahawa terdapat pengaruh kekuatan asid dan alkali terhadap haba peneutralan.

a. Jika menggunakan salah satu atau kedua-dua lemah

1. Nilai haba peneutralan apabila menggunakan asid lemah atau alkali lemah adalah lebih rendah.

2. Ini kerana:

(i) Asid lemah atau alkali lemah mengion separa di dalam air dan sebahagiannya kekal sebagai molekul.

(ii) Sebahagian haba yang dibebaskan semasa peneutralan diserap dan digunakan untuk mengionkan molekul asid lemah atau alkali lemah dengan lengkap di dalam air.

(iii) Maka haba yang dibebaskan menjadi lebih rendah.

3. Haba peneutralan antara asid lemah dengan alkali lemah adalah yang paling rendah:

(a) Lebih banyak tenaga diperlukan untuk mengionkan kedua-dua asid lemah dan alkali lemah dengan lengkap.

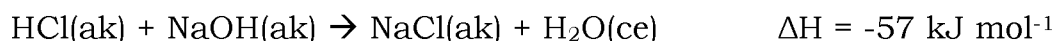
(b) Oleh itu, ion hidrogen, H^+ dan ion hidroksida, OH^- yang dihasilkan dapat bertindak balas dengan lengkap untuk menghasilkan satu mol air.

b. Jika menggunakan asid diprotik iaitu Asid sulfurik, H_2SO_4

1. Bagi tindak balas peneutralan antara asid sulfurik, H_2SO_4 suatu asid diprotik dengan larutan natrium hidroksida, NaOH pula

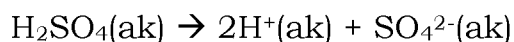
2. Asid hidroklorik, HCl ialah asid monoprotik manakala asid sulfurik, H_2SO_4 ialah asid diprotik.

3. Peneutralan lengkap asid kuat diprotik dengan alkali kuat menghasilkan dua kali ganda kuantiti haba berbanding dengan asid kuat monoprotik.



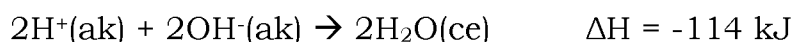
Perhatikan untuk $\Delta H = -114$, ditulis unit nya adalah kJ sahaja. Ini kerana haba ini adalah untuk 2 mol.

4. Satu mol asid kuat diprotik seperti asid sulfurik, H_2SO_4 mengion dengan lengkap di dalam air untuk menghasilkan dua mol ion hidrogen, H^+ :

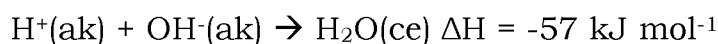


5. Dua mol ion hidrogen, H^+ akan menghasilkan dua mol air, H_2O apabila bertindak balas dengan dua mol ion hidroksida, OH^- .

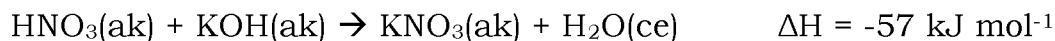
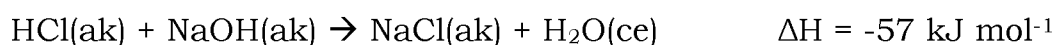
6. Oleh itu, sebanyak 114 kJ haba (2 mol air X 57 kJ) dibebaskan kerana dua mol air terbentuk.



7. Namun, Haba peneutralan asid sulfurik, H_2SO_4 dengan larutan natrium hidroksida, NaOH masih sama iaitu -57 kJ. Ini kerana kita mengikut definisi maksud haba peneutralan adalah haba yang dibebaskan bagi pembentukan satu mol air. Bukannya 2 mol air.



8. Apabila menggunakan asid monoprotik seperti asid hidroklorik, HCl atau asid nitrik, HNO_3 dengan alkali kuat, natrium hidroksida, NaOH atau kalium hidroksida, KOH , hanya 1 mol air dihasilkan.



9. Contoh Pengiraan 1:

60 cm^3 larutan natrium hidroksida, NaOH 2.0 mol dm^{-3} dicampurkan bersama dengan 60 cm^3 larutan asid etanoik, CH_3COOH 2.0 mol dm^{-3} , suhu yang tertinggi larutan campuran ialah 40.5 $^\circ\text{C}$. Suhu awal bagi larutan natrium hidroksida, NaOH ialah 28.0 $^\circ\text{C}$ dan larutan asid etanoik, CH_3COOH ialah 28.0 $^\circ\text{C}$. Hitungkan haba peneutralan tersebut.

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

Penyelesaian:

Langkah 1: Hitungkan perubahan haba.

Haba yang dibebaskan dalam tindak balas, $Q = mc\theta$

=

=

=

Langkah 2: Hitungkan bilangan mol air, H₂O yang terbentuk.

Untuk langkah ke 2 ini, kita perlu mengira bilangan mol larutan bahan yang digunakan terlebih dahulu

Bilangan mol natrium hidroksida, NaOH

=

=

Bilangan mol asid etanoik, CH₃COOH

=

=

Tuliskan persamaan tindak balas :

.....

Daripada persamaan ion,

.....

.....

Hasil pengiraan kita,

.....

.....

Langkah 3: Hitungkan perubahan haba untuk pembentukan 1 mol air.

Pembentukan 0.12 mol air, H₂O membebaskan 6.3 kJ haba.

Maka pembentukan 1 mol air, H₂O membebaskan haba, iaitu

=

=

Langkah 4: Tuliskan haba peneutralan, ΔH .

Haba peneutralan, $\Delta H =$

Aktiviti A 3B, ms 132

Apabila 100 cm^3 asid hidroklorik cair, $\text{HCl } 2.0 \text{ mol dm}^{-3}$ ditambahkan ke dalam 100 cm^3 larutan natrium hidroksida, $\text{NaOH}, 2.0 \text{ mol dm}^{-3}$, suhu tindak balas meningkat dari $30.0 \text{ }^\circ\text{C}$ kepada $43.5 \text{ }^\circ\text{C}$.

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

(a) Hitungkan haba peneutralan.

(b) Tuliskan persamaan termokimia.

.....

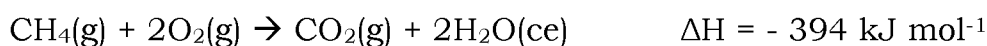
(c) Lukiskan gambar rajah aras tenaga.

(d) Ramalkan perubahan suhu jika asid hidroklorik, HCl digantikan dengan asid nitrik, HNO_3 yang sama isi padu dan kepekannya. Jelaskan jawapan anda.

.....
.....
.....

C. Haba Pembakaran

1. Pembakaran bahan api merupakan satu tindak balas eksotermik.
2. Bahan api yang berbeza akan membebaskan jumlah haba yang berbeza
3. Contoh daripada buku teks, pertimbangkan pembakaran lengkap metana, CH₄ dalam oksigen, O₂.



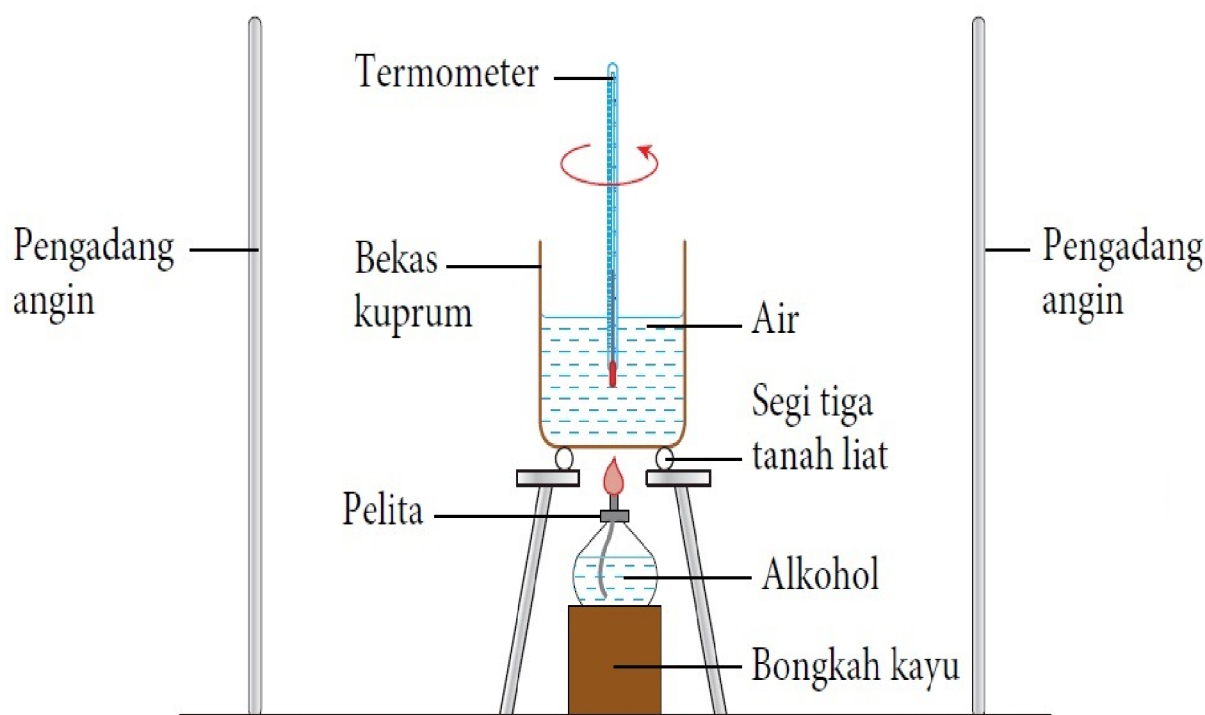
4. Persamaan termokimia itu menunjukkan apabila satu mol metana, CH₄ terbakar dengan lengkap dalam oksigen, O₂, haba yang dibebaskan ialah 394 kJ.

5. Haba yang dibebaskan itu dikenali sebagai haba pembakaran.

6. Haba pembakaran ialah haba yang dibebaskan apabila satu mol bahan dibakar dengan lengkap dalam oksigen, O₂ berlebihan.

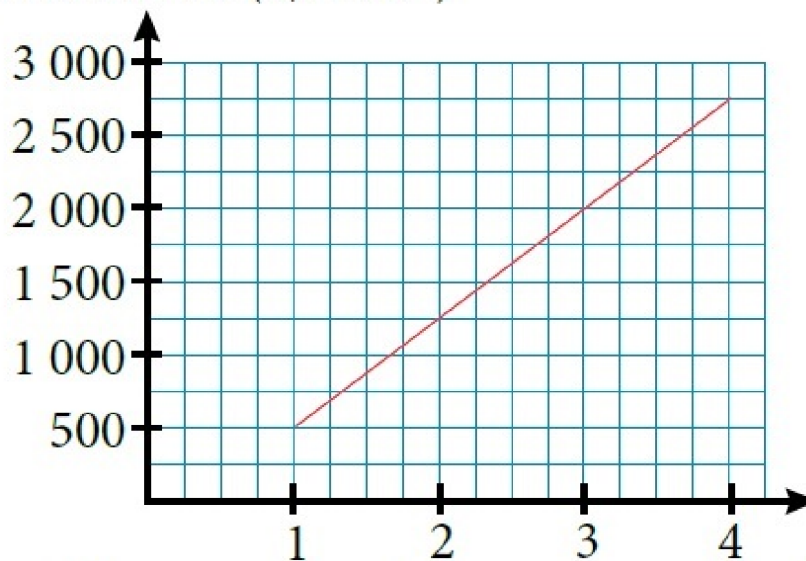
7. Kita boleh menjalankan Eksperimen 3B, ms 133 untuk menentukan haba pembakaran pelbagai jenis alkohol.

8. Rajah di bawah merupakan susunan radas untuk menentukan haba pembakaran. PENTING untuk anda ingat.



9. Berdasarkan keputusan Eksperimen 3B, jika kita memplot graf, graf yang kita akan mendapati adalah seperti graf di bawah :

Haba pembakaran (kJ mol^{-1})



Bilangan atom karbon per molekul alkohol

10. Ini disebabkan

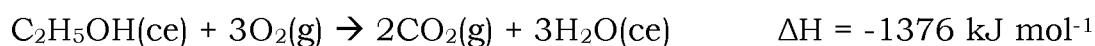
(i) Molekul alkohol mengandungi atom karbon, C, hidrogen, H dan oksigen, O. Pembakaran lengkap alkohol membebaskan karbon dioksida, CO_2 dan air, H_2O . Pembakaran alkohol juga membebaskan tenaga, iaitu tindak balas eksotermik.

(ii) Apabila bilangan atom karbon per molekul alkohol bertambah maka pembakaran alkohol menghasilkan lebih banyak molekul karbon dioksida dan air. Oleh itu, semakin banyak haba dibebaskan.

(iii) Peningkatan nilai haba pembakaran antara ahli alkohol berturutan adalah hampir sama. Hal ini kerana setiap ahli alkohol berbeza daripada ahli yang berikutnya dengan satu kumpulan CH_2 .

11. Contoh Pengiraan 1:

Persamaan termokimia bagi pembakaran lengkap etanol, $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ditunjukkan di bawah.



Hitungkan jisim etanol, $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ yang diperlukan untuk membakar dengan lengkap dalam oksigen berlebihan supaya dapat menaikkan suhu 200 cm^3 air sebanyak $50.0 \text{ }^\circ\text{C}$. (Andaikan tiada haba yang hilang ke persekitaran) [Muatan haba tentu air, $c = 4.2 \text{ J g}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$; Ketumpatan air = 1 g cm^{-3} ; Jisim molar etanol = 46 g mol^{-1}]

Penyelesaian:

Langkah 1: Hitungkan haba yang dibebaskan daripada pembakaran etanol, C_2H_5OH .

Haba yang dibebaskan, $Q = mc\theta$

=

=

=

Langkah 2: Hitungkan jisim etanol, C_2H_5OH .

Daripada persamaan termokimia, 1376 kJ haba dibebaskan daripada pembakaran 1 mol etanol, C_2H_5OH .

Formula yang akan kita gunakan, $\Delta H = Q/\text{mol}$

Tukarkan kepada mol = $Q/\Delta H$

Oleh itu, 42 kJ haba dibebaskan oleh = $\frac{42}{1376} = 0.03$ mol etanol, C_2H_5OH .

Untuk mengira jisim etanol, C_2H_5OH , bilangan mol = jisim/ jisim molar

Tukarkan formula, jisim = bilangan mol X jisim molar

Jisim etanol, C_2H_5OH

= bilangan mol X jisim molar

=

=

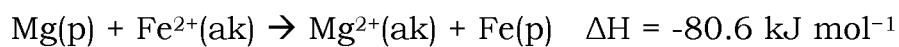
Uji Diri 3.2, Ms 135

Selesaikan masalah yang berikut.

Gunakan muatan haba tentu larutan, $c = 4.2 \text{ J g}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$; Ketumpatan larutan = 1 g cm^{-3}

1. 50 cm^3 larutan kalsium klorida, $CaCl_2$ 2.0 mol dm^{-3} dicampurkan dengan 50 cm^3 larutan natrium karbonat, Na_2CO_3 2.0 mol dm^{-3} . Suhu campuran menurun daripada $27.0 \text{ }^\circ\text{C}$ kepada $23.0 \text{ }^\circ\text{C}$. Hitungkan haba pemendakan kalsium karbonat, $CaCO_3$.

2. Dalam suatu eksperimen, serbuk magnesium, Mg berlebihan ditambahkan ke dalam 50 cm³ larutan ferum(II) sulfat, FeSO₄ 0.25 mol dm⁻³ pada suhu 29.0 °C. Persamaan termokimia:



Hitungkan suhu tertinggi yang tercapai dalam eksperimen ini.

3. Jadual 3.4 menunjukkan nilai haba peneutralan, ΔH bagi tindak balas larutan natrium hidroksida, NaOH dengan dua asid yang berlainan.

Bahan tindak balas	ΔH (kJ mol ⁻¹)
Larutan natrium hidroksida dan asid etanoik	-52
Larutan natrium hidroksida dan asid hidroklorik	-57

Jadual 3.4

Terangkan sebab terdapat perbezaan dalam nilai haba peneutralan, ΔH .

APLIKASI TINDAK BALAS EKSOtermik DAN ENDOTermik DALAM KEHIDUPAN HARIAN

Standard Pembelajaran
Murid boleh:

- 3.3.1 Menyatakan beberapa contoh aplikasi tindak balas eksotermik dan endotermik dalam kehidupan harian.
- 3.3.2 Menganalisis nilai bahan api.

1. Satu contoh aplikasi yang telah anda pelajari dalam tingkatan tiga ialah penggunaan pek sejuk dan pek panas.

2. Contoh-contoh Aplikasi Tindak Balas Eksotermik dalam Kehidupan Harian



Hot Can

Makanan atau minuman tersedia panas tanpa pemanasan dari luar



Tindak balas termit

Digunakan untuk kimpalan kereta api.



Pembakaran bahan api

Digunakan untuk memasak.

3. Contoh-contoh Aplikasi Tindak Balas Endotermik dalam Kehidupan Harian



Pad gel

Meredakan demam.



Tin minuman sejuk sendiri

Minuman di dalam tin sejuk tanpa disimpan di dalam peti sejuk atau ais.



Serbat

Lidah akan berasa sejuk semasa memakan serbat.

Cabaran Minda

Perpeluhan menyebabkan badan berasa sejuk.

Adakah perpeluhan tindak balas endotermik atau tindak balas eksotermik? Terangkan sebab bagi jawapan anda.

Aktiviti A 3C, ms 137

Alex menggemari aktiviti perkhemahan dan menyukai minuman sejuk. Bagaimanakah anda dapat membantu Alex menikmati minuman sejuk ketika berkhemah? Berdasarkan daripada sumber bacaan atau laman sesawang tentang tindak balas eksotermik dan tindak balas endotermik, bagaimanakah anda dapat membantu Alex?

Anda dikehendaki menyelesaikan masalah ini dengan mereka cipta pek sejuk supaya Alex dapat menikmati jus oren sejuk. Sediakan laporan lengkap melibatkan bahan dan radas yang digunakan, prosedur penyediaan pek sejuk, data yang diperolehi, lakaran gambar rajah pek sejuk dan kelebihan pek sejuk yang dihasilkan. Anda diminta mempersembahkan hasil reka cipta pek sejuk itu dengan kreatif.

E. Apakah nilai bahan api?

1. Bahan api ialah sebatian yang terbakar dalam udara untuk menghasilkan tenaga haba.
2. Setiap bahan api mempunyai haba pembakaran yang berlainan.
3. Nilai bahan api ialah kuantiti tenaga yang terbebas apabila satu gram bahan api dibakar dengan lengkap dalam oksigen yang berlebihan.
4. Unit bagi nilai bahan api ialah kJ g^{-1} .
5. Nilai bahan api dapat ditentukan dengan haba pembakaran bahan.

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

6. Contoh penghitungan :

Haba pembakaran oktana, C_8H_{18} ialah $-5\,500 \text{ kJ mol}^{-1}$.

Hitungkan nilai bahan api bagi oktana, C_8H_{18} .

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

Penyelesaian:

Jisim molar oktana, C_8H_{18}

=

=

Perlu kita faham disini

1 mol C_8H_{18} adalah $114 \text{ g mol}^{-1} \text{C}_8\text{H}_{18}$

1 mol C_8H_{18} membebaskan $5\,500 \text{ kJ}$ haba.

Maka $114 \text{ g C}_8\text{H}_{18}$ juga membebaskan $5\,500 \text{ kJ}$ haba.

Pembakaran lengkap 114 g oktana, C_8H_{18} membebaskan 5 500 kJ haba. Maka, pembakaran 1 g oktana, C_8H_{18}

=

=

Maka, nilai bahan api bagi oktana, C_8H_{18} ialah

7. Bahan api kenderaan dikenali sebagai RON 95 atau RON 97, RON merujuk kepada *Research Octane Number*. Lebih tinggi RON bahan api, lebih susah bahan api terbakar. Lebih rendah RON lebih mudah bahan api terbakar.

8. Oktana mempunyai nilai bahan api yang lebih tinggi berbanding metana seperti dalam Jadual dibawah, namun pembakarannya akan menghasilkan lebih banyak jelaga.

Bahan Api	Nilai Bahan Api
Kayu	20
Metana	27
Arang	30
Etanol	30
Petrol	34
Kerosin	37
Gas Asli	50
Hidrogen	143

9. Kewajaran pemilihan bahan api yang bersesuaian untuk pelbagai kegunaan bergantung kepada beberapa faktor seperti yang disenaraikan dalam Rajah 3.15.



Rajah 3.15 Faktor-faktor pemilihan bahan api

10. Kita boleh jalankan Aktiviti 3D, ms138 untuk membincangkan kewajaran pemilihan bahan api dengan lebih lanjut berkenaan mengoreng telur atau memasak bertih jagung.

Uji Diri 3.3, ms 138

1. Nyatakan maksud nilai bahan api.

.....

2. Jadual 3.6 menunjukkan nilai bahan api bagi beberapa jenis bahan api.

Bahan api	Nilai bahan api (kJ g ⁻¹)
Etanol	30
Petrol	34
Gas asli	50
Gas hidrogen	143

Jadual 3.6

(a) Berdasarkan Jadual 3.6, pilih satu bahan api yang sesuai untuk menggantikan petrol dalam kenderaan.

.....

(b) Bandingkan bahan api yang anda pilih itu dengan petrol dari segi kesan terhadap alam sekitar.

.....

Ujian Pencapaian Akhir Bab, ms 140

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

1. Dalam satu eksperimen 100 cm^3 asid hidroklorik cair, HCl dicampurkan dengan 100 cm^3 larutan natrium hidroksida, NaOH di dalam cawan polistirena. Kepekatan asid dan alkali adalah sama. Suhu campuran itu bertambah sebanyak $7.0 \text{ }^\circ\text{C}$.

Hitungkan nilai haba yang dibebaskan dalam eksperimen itu.

2. Artikel di bawah merujuk kepada trem pertama di dunia yang menggunakan bahan api hidrogen.



TREM BERKUASA HIDROGEN DIBANGUNKAN DI CHINA

Dalam usaha untuk mengurangkan pembebasan gas rumah hijau yang banyak dan berbahaya, syarikat SIFANG telah mencipta trem berkuasa hidrogen

pertama di China. Trem tersebut beroperasi sepenuhnya dengan sel bahan api hidrogen. Apabila 1 mol hidrogen dibakar, haba terbebas ialah 282 kJ. Kelajuan yang tertinggi hanyalah 70 kilometer sejam dan digunakan di kawasan bandar sahaja. Trem ini direka untuk membawa 380 penumpang.

(Sumber: <http://www.altemative-energy-news.info/hydrogen-powered-tram>)

Berdasarkan artikel:

(a) (i) Adakah tindak balas tersebut tindak balas endotermik atau eksotermik?

Jelaskan jawapan anda.

.....
.....

(ii) Tuliskan persamaan termokimia bagi pembakaran hidrogen, dan

.....

(iii) Lukis gambar rajah aras tenaga untuk pembakaran hidrogen.

(b) Dalam satu eksperimen, 50 g cecair hidrogen dibakar dalam oksigen berlebihan.

[Jisim atom relatif: H = 1]

Hitung

(i) Bilangan mol hidrogen yang digunakan.

(ii) Jumlah tenaga yang dibebaskan apabila 50 g hidrogen dibakar.

(c) Wajarkan penggunaan hidrogen sebagai bahan api fosil.

.....

.....

.....