

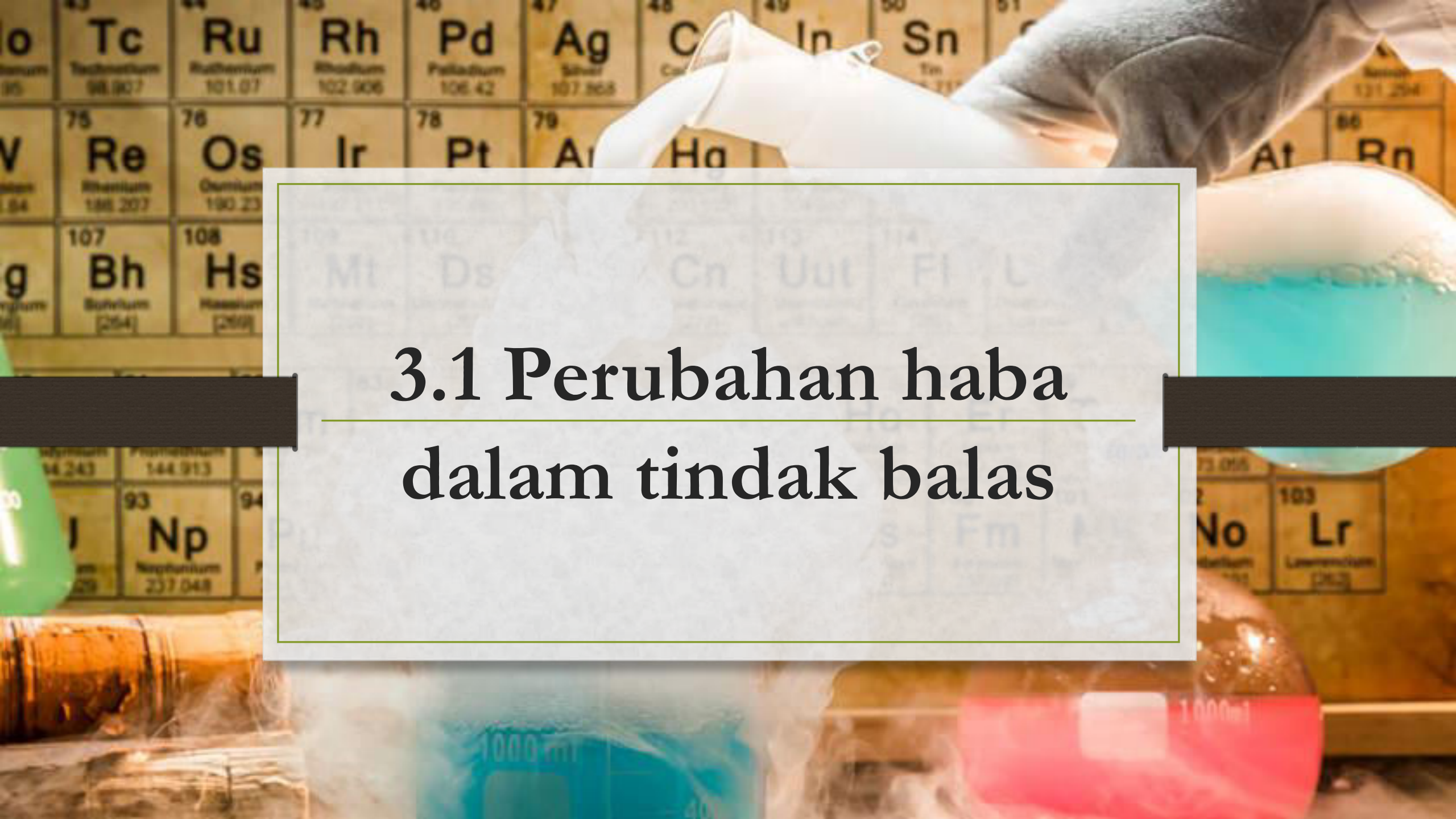
The background features a blurred image of a chemistry laboratory. A periodic table of elements is visible, with various elements like Tc, Ru, Rh, Pd, Ag, In, Sn, Re, Os, Ir, Pt, Au, Hg, At, Rn, Bh, Hs, Np, and Lr labeled. In the foreground, there are several pieces of glassware: a white beaker being poured into a round-bottom flask containing a blue liquid, and another flask containing a red liquid. The overall scene is brightly lit, suggesting a clean and active lab environment.

BAB 3 TERMOKIMIA

Kimia Tingkatan 5 KSSM

Oleh Cikgu Norazila Khalid

Smk Ulu Tiram, Johor



3.1 Perubahan haba dalam tindak balas

Tindak Balas Eksotermik dan Endotermik

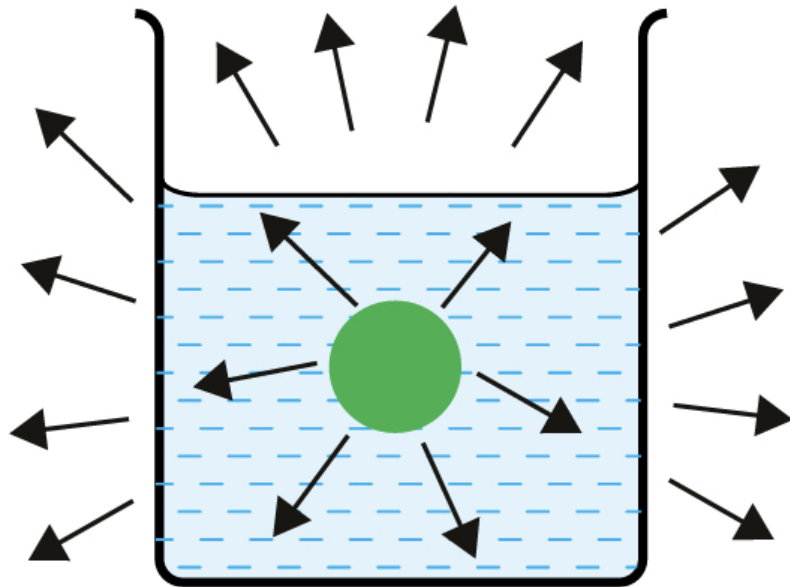
- Terdapat perubahan tenaga apabila tindak balas kimia berlaku dan lazimnya melibatkan tenaga haba.
- Semasa tindak balas kimia berlaku, tenaga haba, sama ada dibebaskan ataupun diserap.

Tindak Balas

- Tindak balas eksotermik
- Tindak balas endotermik



Haba dibebaskan

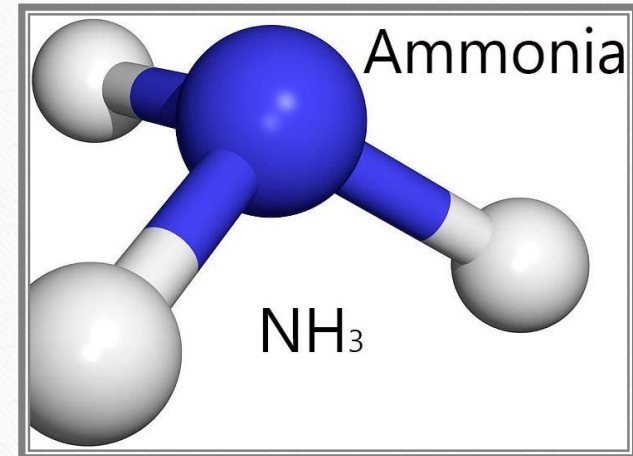
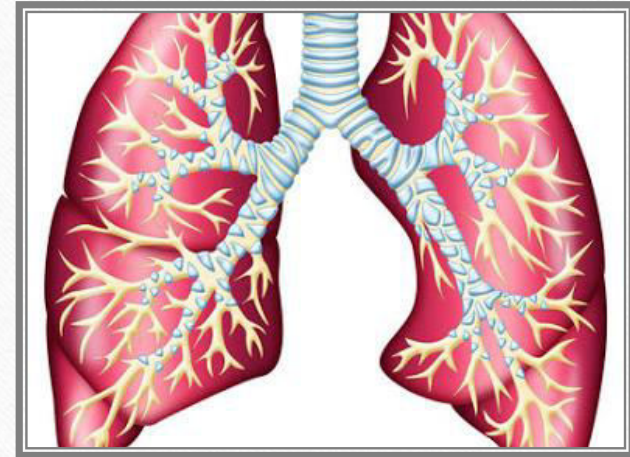


Tindak balas eksotermik

- Tindak balas kimia yang membebaskan haba ke persekitaran.
- Haba yang dibebaskan ke persekitaran menyebabkan suhu persekitaran meningkat.
- Bekas menjadi panas.

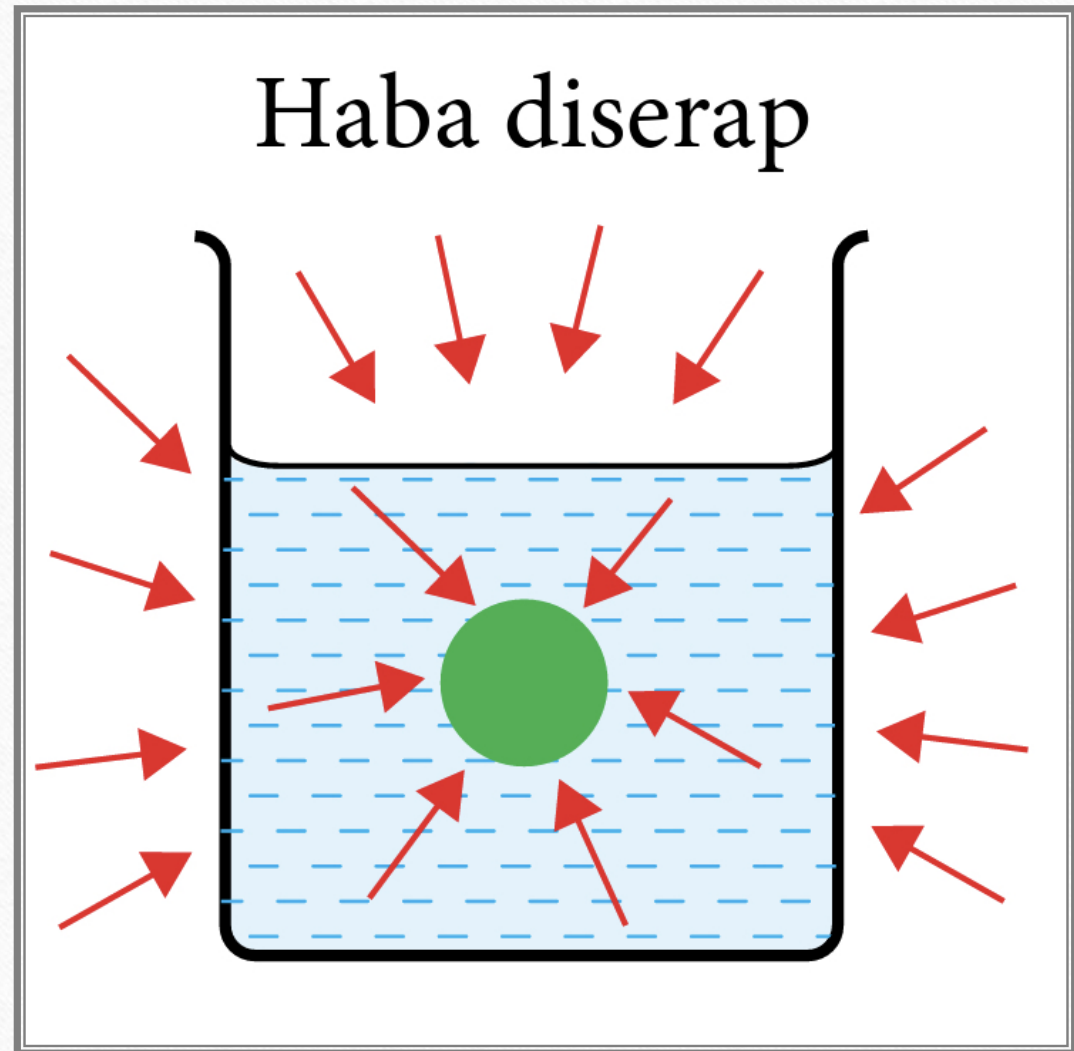
Tindak balas eksotermik

- Sebagai contohnya respirasi, pengoksidaan logam, tindak balas peneutralan, pembakaran bahan api, penghasilan ammonia, dan tindakan melarutkan natrium hidroksida di dalam air.

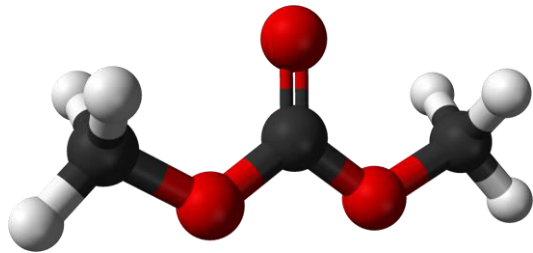


Tindak balas endotermik

- Tindak balas kimia yang menyerap haba daripada persekitaran.
- Haba yang diserap daripada persekitaran menyebabkan suhu persekitaran menurun.
- Bekas menjadi sejuk.



Tindak balas endotermik



- Sebagai contohnya fotosintesis, penguraian karbonat logam apabila dipanaskan, penguraian nitrat logam apabila dipanaskan, dan tindakan melarutkan garam ammonium didalam air.

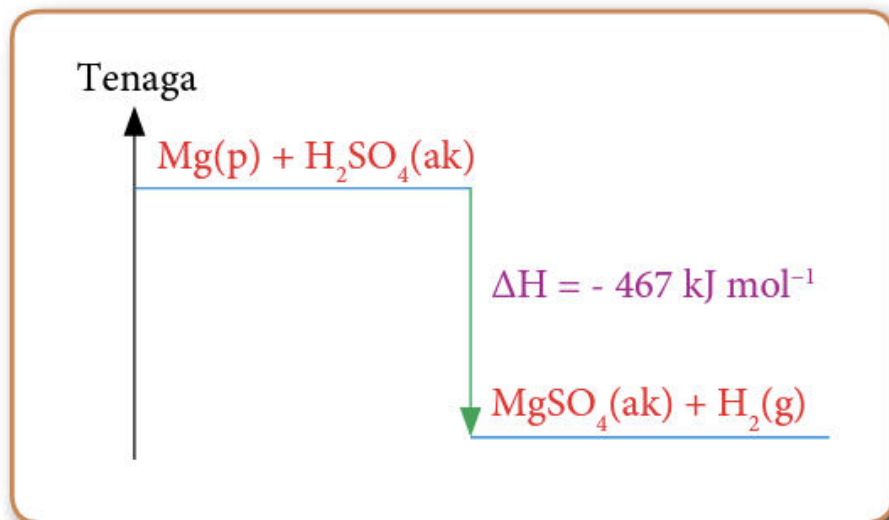
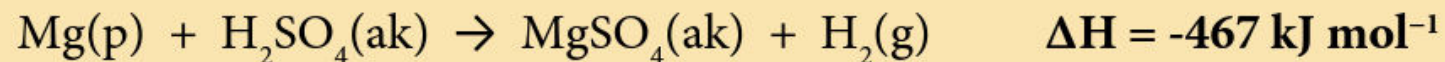
- Haba yang dibebaskan atau diserap semasa tindak balas kimia dinamakan haba tindak balas dan diberi simbol ΔH . Unit bagi haba tindak balas ialah kJ mol^{-1} .
- Apabila haba dibebaskan ke persekitaran dalam tindak balas kimia, ΔH bertanda negatif manakala ΔH bertanda positif untuk tindak balas kimia yang menyerap haba daripada persekitaran.
- Perubahan tenaga dalam tindak balas kimia dapat ditunjukkan dengan gambar rajah aras tenaga. Gambar rajah aras tenaga menunjukkan perbezaan kandungan tenaga haba antara bahan tindak balas dan hasil tindak balas.

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

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

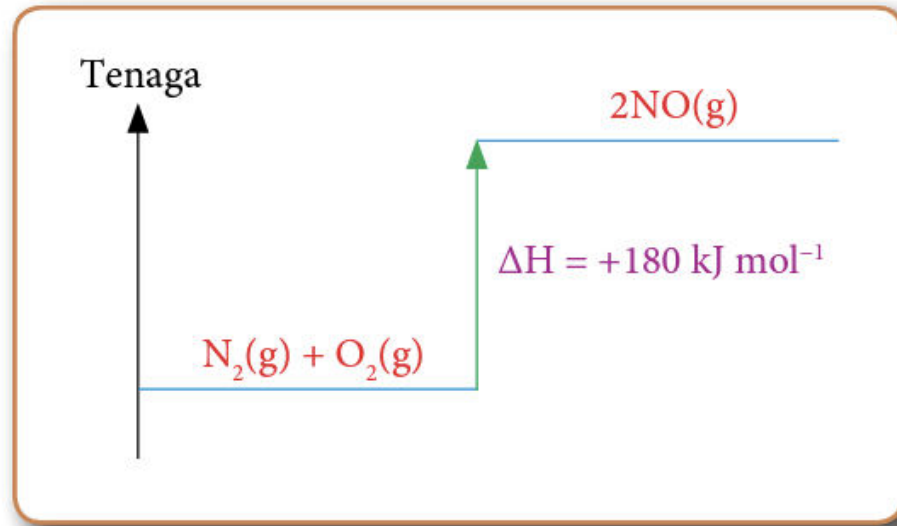
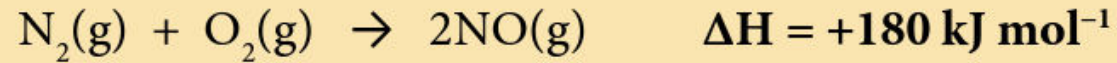
Haba tindak balas, ΔH ialah perubahan haba satu mol bahan tindak balas bertindak balas atau satu mol hasil tindak balas yang terbentuk.

Gambar Rajah Aras Tenaga



Rajah 3.1 Gambar rajah aras tenaga tindak balas eksotermik

- 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.
- Apabila 1 mol Mg bertindak balas dengan 1 mol H_2SO_4 untuk membentuk 1 mol MgSO_4 dan 1 mol gas H_2 , sebanyak 467 kJ tenaga haba dibebaskan ke persekitaran.
- Semasa tindak balas, suhu campuran meningkat.
- Jumlah kandungan tenaga hasil tindak balas (MgSO_4 dan H_2) lebih rendah daripada jumlah kandungan tenaga bahan tindak balas (Mg dan H_2SO_4). Oleh itu, ΔH bertanda negatif.



Rajah 3.2 Gambar rajah aras tenaga tindak balas endotermik

- Tindak balas antara gas nitrogen, N_2 dan gas oksigen, O_2 membentuk gas nitrogen monoksida, NO ialah tindak balas endotermik.
- Apabila 1 mol gas N_2 bertindak balas dengan 1 mol gas O_2 untuk membentuk 2 mol gas NO , sebanyak 180 kJ tenaga haba diserap dari persekitaran.
- Semasa tindak balas, suhu campuran menurun.
- Jumlah kandungan tenaga hasil tindak balas (NO) lebih tinggi daripada jumlah kandungan tenaga bahan tindak balas (N_2 dan O_2). Oleh itu, ΔH bertanda positif.

- Peta titi yang berikut menunjukkan cara gambar rajah aras tenaga dibina.

Lukis anak panah ke atas

Tulis label "**Tenaga**"

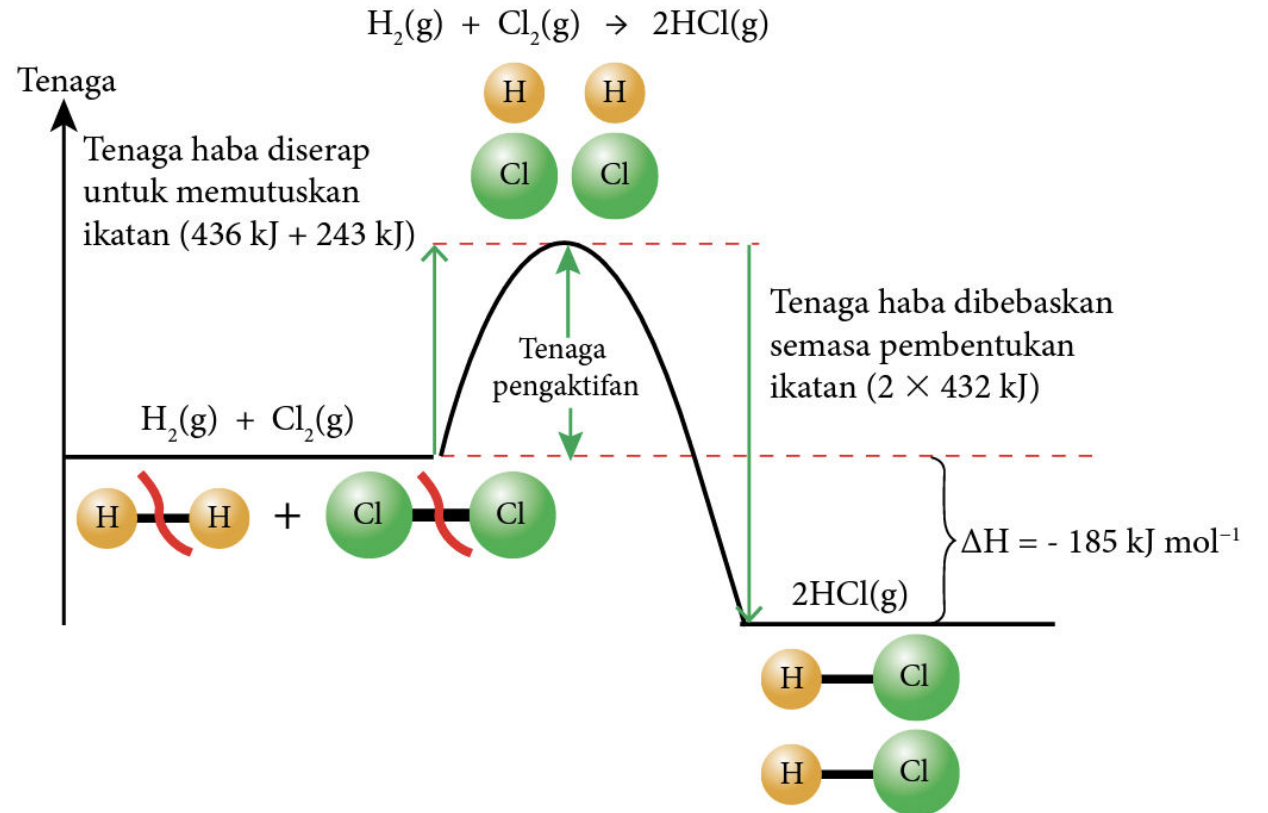
Lukis dua aras tenaga

Tulis bahan tindak balas
dan hasil tindak balas pada
aras tenaga yang betul

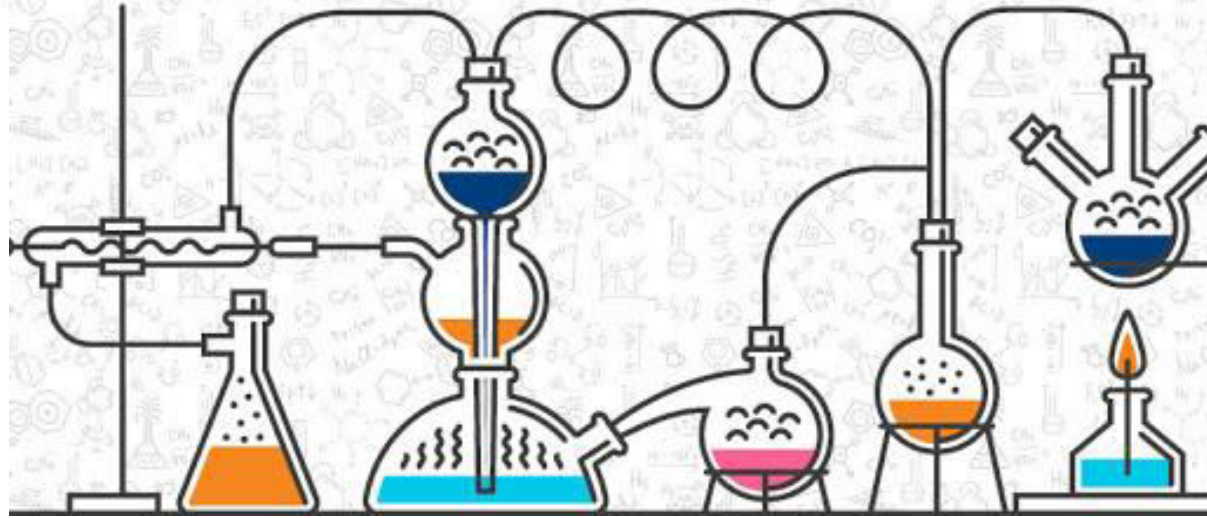
Lukis arah anak panah
dari aras tenaga bahan
tindak balas ke aras
tenaga hasil tindak balas

Tulis ΔH berserta nilai

Perubahan Tenaga Semasa Pemutusan dan Pembentukan Ikatan



Rajah 3.3 Profil tenaga menunjukkan hubungan pemutusan ikatan dan pembentukan ikatan dalam tindak balas eksotermik



Jadual 3.1 Tenaga ikatan kimia

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

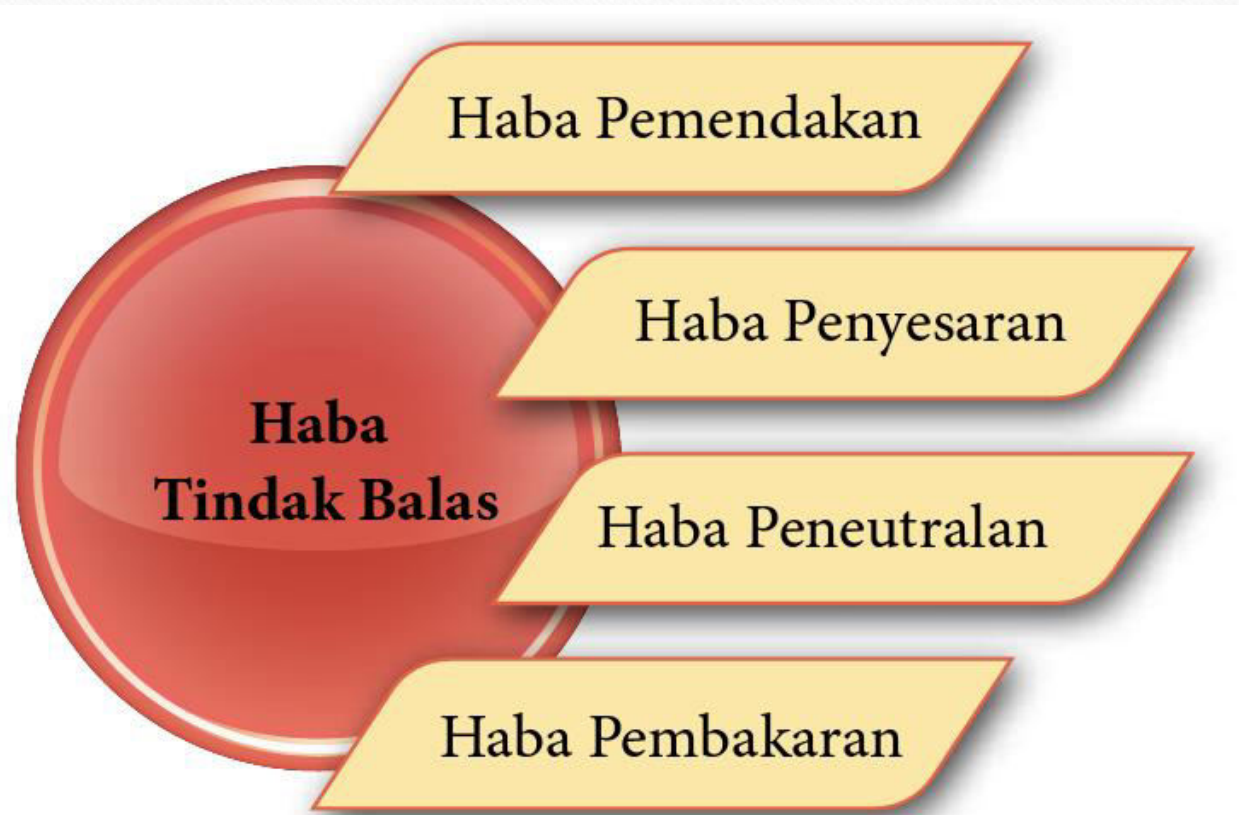
- Dalam tindak balas eksotermik, tenaga haba yang dibebaskan semasa pembentukan ikatan dalam hasil tindak balas lebih besar berbanding tenaga haba yang diserap untuk memutuskan ikatan dalam bahan tindak balas.
- Dalam tindak balas endotermik, tenaga haba yang diserap untuk memutuskan ikatan dalam bahan tindak balas lebih besar berbanding tenaga haba yang dibebaskan semasa pembentukan ikatan dalam hasil tindak balas.



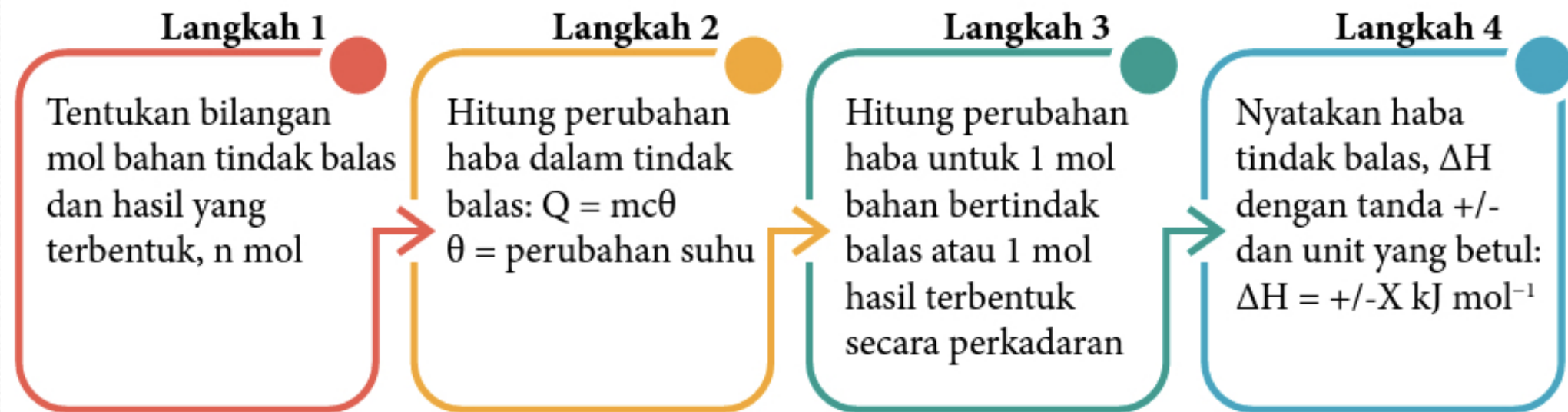
3.2 Haba tindak balas

HABA TINDAK BALAS

- Haba tindak balas biasanya dinamakan mengikut jenis tindak balas yang berlaku
- Haba tindak balas dapat ditentukan melalui eksperimen dengan menentukan perubahan suhu semasa sesuatu tindak balas berlaku.
- Nilai perubahan suhu yang diperolehi digunakan untuk menghitung haba tindak balas.



Rajah 3.4 Jenis-jenis haba tindak balas



Rajah 3.5 Langkah-langkah umum pengiraan haba tindak balas

Bilangan mol, n mewakili

Mol mendakan yang terbentuk untuk haba pemendakan

Mol logam yang disesar untuk haba penyesaran

Mol air yang terbentuk untuk haba peneutralan

Mol bahan api yang terbakar untuk haba pembakaran

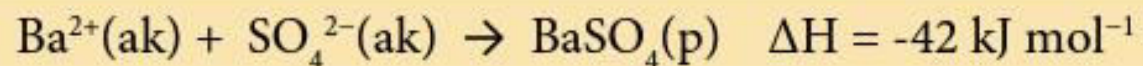
- Kebanyakan tindak balas kimia yang dijalankan untuk menentukan haba tindak balas melibatkan larutan akueus. Beberapa anggapan dibuat semasa penghitungan.

- ◆ Ketumpatan sebarang larutan akueus adalah sama dengan ketumpatan air, 1 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.

Haba Pemendakan

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

- Persamaan termokimia pembentukan mendakan barium sulfat, BaSO_4 ialah:



- Berdasarkan persamaan termokimia, 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} .



Gambar foto 3.4
Mendakan putih barium sulfat, BaSO_4

Contoh:

100 cm³ larutan plumbum(II) nitrat, Pb(NO₃)₂ 1.0 mol dm⁻³ dicampurkan dengan 100 cm³ larutan natrium sulfat, Na₂SO₄ 1.0 mol dm⁻³. Suhu campuran tindak balas meningkat daripada 30.0 °C kepada 33.0 °C. Hitungkan haba pemendakan plumbum(II) sulfat, PbSO₄.
[Muatan haba tentu larutan, $c = 4.2 \text{ J g}^{-1} \text{ °C}^{-1}$; ketumpatan larutan = 1 g cm⁻³]

Penyelesaian:

Langkah 1: Hitungkan bilangan mol mendakan plumbum(II) sulfat, PbSO₄ yang terbentuk.

Bilangan mol ion plumbum(II), Pb²⁺ = Bilangan mol plumbum(II) nitrat, Pb(NO₃)₂

$$= 1.0 \text{ mol dm}^{-3} \times \frac{100}{1000} \text{ dm}^3 = 0.1 \text{ mol}$$

Bilangan mol ion sulfat, SO₄²⁻
= Bilangan mol natrium sulfat, Na₂SO₄

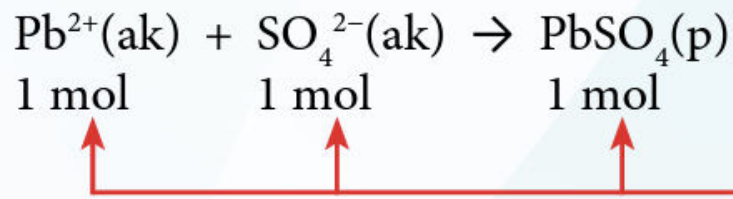
$$= 1.0 \text{ mol dm}^{-3} \times \frac{100}{1000} \text{ dm}^3 = 0.1 \text{ mol}$$

Gunakan formula, $n = \frac{MV}{1000}$

n = bilangan mol

M = kemolaran larutan

V = isi padu larutan dalam cm³



Tulis persamaan ion untuk tindak balas

Bandingkan stoikiometri persamaan ion

Daripada persamaan ion, 1 mol ion plumbum(II), Pb^{2+} bertindak balas dengan 1 mol ion sulfat, SO_4^{2-} menghasilkan 1 mol plumbum(II) sulfat, PbSO_4 .

Oleh itu, 0.1 mol ion plumbum(II), Pb^{2+} bertindak balas dengan 0.1 mol ion sulfat, SO_4^{2-} menghasilkan 0.1 mol plumbum(II) sulfat, PbSO_4 .

Langkah 2: Hitungkan perubahan haba.

$$\begin{aligned}\text{Jisim larutan campuran, } m &= \text{Jumlah isi padu larutan campuran} \times \text{ketumpatan larutan} \\ &= (100 + 100) \text{ cm}^3 \times 1 \text{ g cm}^{-3} \\ &= 200 \text{ g}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Perubahan suhu larutan campuran, } \theta &= \text{Suhu tertinggi} - \text{suhu awal} \\ &= 33.0 \text{ }^\circ\text{C} - 30.0 \text{ }^\circ\text{C} = 3.0 \text{ }^\circ\text{C}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Haba yang dibebaskan dalam tindak balas, } Q &= mc\theta \\ &= 200\text{g} \times 4.2 \text{ J g}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1} \times 3.0 \text{ }^\circ\text{C} \\ &= 2520 \text{ J} \\ &= 2.52 \text{ kJ}\end{aligned}$$

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

Pemendakan 0.1 mol plumbum(II) sulfat, PbSO_4 membebaskan 2.52 kJ haba.

Maka pemendakan 1 mol plumbum(II) sulfat, PbSO_4 membebaskan $\frac{2.52 \text{ kJ}}{0.1 \text{ mol}}$ haba, iaitu 25.2 kJ mol^{-1}

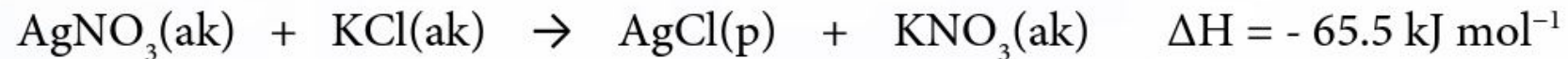
Langkah 4: Tuliskan haba tindak balas, ΔH .

Haba pemendakan plumbum(II) sulfat, PbSO_4 $\Delta H = - 25.2 \text{ kJ mol}^{-1}$

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

Contoh:

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



Jika 20 cm³ larutan argentum nitrat, AgNO₃ 0.5 mol dm⁻³ dicampurkan kepada 20 cm³ 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:

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

$$\text{Bilangan mol kalium klorida, KCl} = \frac{0.5 \times 20}{1000} = 0.01 \text{ mol}$$

$$\text{Bilangan mol argentum nitrat, AgNO}_3 = \frac{0.5 \times 20}{1000} = 0.01 \text{ mol}$$

Daripada persamaan, 1 mol kalium klorida, KCl bertindak balas dengan 1 mol argentum nitrat, AgNO₃ menghasilkan 1 mol argentum klorida, AgCl.

Oleh itu, 0.01 mol kalium klorida, KCl bertindak balas dengan 0.01 mol argentum nitrat, AgNO₃ menghasilkan 0.01 mol argentum klorida, AgCl.

Langkah 2: Hitungkan perubahan haba.

Diberi $\Delta H = - 65.5 \text{ kJ mol}^{-1}$

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

Maka 0.01 mol argentum klorida, AgCl terbentuk, $\frac{0.01 \text{ mol} \times 65.5 \text{ kJ}}{1 \text{ mol}} = 0.655 \text{ kJ}$ haba terbebas.

Langkah 3: Hitungkan kenaikan suhu.

Jisim larutan = $(20 + 20) \text{ cm}^3 \times 1 \text{ g cm}^{-3} = 40 \text{ g}$

Haba terbebas, $Q = 655 \text{ J}$

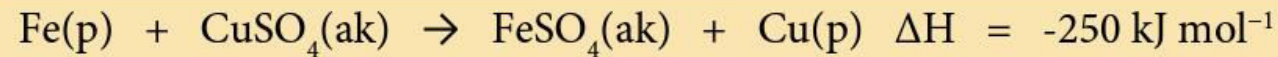
$40 \text{ g} \times 4.2 \text{ J g}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1} \times \theta = 655 \text{ J}$

Kenaikan suhu, $\theta = \frac{655 \text{ J}}{40 \text{ g} \times 4.2 \text{ J g}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}} = 3.9 \text{ }^\circ\text{C}$

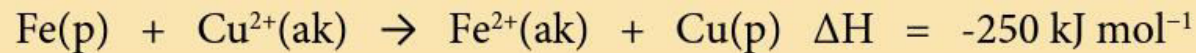
Haba Penyesaran

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

- Persamaan termokimia berikut mewakili tindak balas penyesaran yang berlaku.



atau



- Berdasarkan persamaan termokimia, 250 kJ haba dibebaskan apabila satu mol kuprum, Cu disesarkan daripada larutan garam kuprum(II) sulfat, CuSO_4 oleh ferum, Fe.
- Oleh itu, haba penyesaran kuprum, Cu daripada larutan kuprum(II) sulfat, CuSO_4 oleh ferum, Fe ialah -250 kJ mol^{-1} .

Contoh:

Serbuk magnesium, Mg yang berlebihan ditambah kepada 50 cm^3 larutan ferum(II) sulfat, FeSO_4 0.25 mol dm^{-3} . Suhu campuran tindak balas bertambah sebanyak $4.0 \text{ }^\circ\text{C}$. Hitungkan haba penyesaran ferum, Fe daripada larutan garamnya.

[Diberi: 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: Tuliskan persamaan kimia.



Langkah 2: Hitungkan bilangan mol ferum, Fe yang disesarkan daripada larutan ferum(II) sulfat, FeSO_4 .

$$\text{Bilangan mol larutan ferum(II) sulfat, FeSO}_4 = \frac{0.25 \times 50}{1000} = 0.0125 \text{ mol.}$$

Daripada persamaan, 1 mol ferum, Fe disesarkan daripada 1 mol larutan ferum(II) sulfat, FeSO_4 .
Maka, 0.0125 mol ferum, Fe disesarkan daripada 0.0125 mol larutan ferum(II) sulfat, FeSO_4 .

Langkah 3: Hitungkan perubahan haba.

$$\begin{aligned}\text{Jisim larutan, } m &= 50 \text{ cm}^3 \times 1 \text{ g cm}^{-3} \\ &= 50 \text{ g}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Perubahan haba, } Q &= 50 \text{ g} \times 4.2 \text{ J g}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1} \times 4.0 \text{ }^\circ\text{C} \\ &= 840 \text{ J} \\ &= 0.84 \text{ kJ}\end{aligned}$$

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

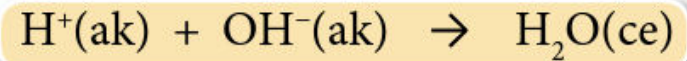
Penyesaran 0.0125 mol ferum, Fe membebaskan 0.840 kJ haba.

Maka, penyesaran 1 mol ferum, Fe akan membebaskan $\frac{0.840 \text{ kJ}}{0.0125} = 67.2 \text{ kJ}$ haba.

Langkah 5: Tulis haba penyesaran ΔH .

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

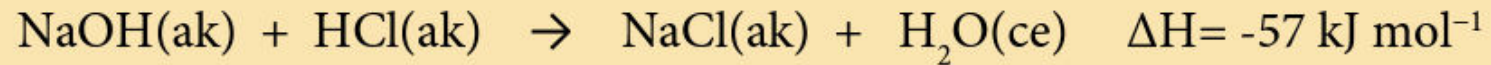
Tanda negatif (-) menunjukkan tindak balas ini ialah eksotermik.



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

Haba Peneutralan

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



- Persamaan termokimia menunjukkan sebanyak 57 kJ haba dibebaskan apabila satu mol air, H₂O 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⁻).
- 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.

Jadual 3.3 Haba peneutralan pelbagai tindak balas peneutralan

Contoh	Haba peneutralan, 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

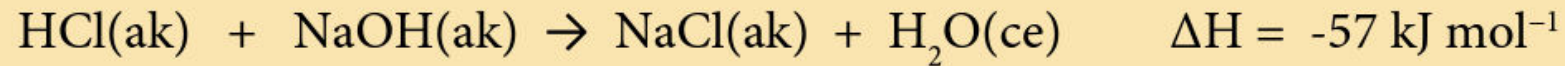
Asid lemah atau alkali lemah mengion separa di dalam air dan sebahagiannya kekal sebagai molekul.

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

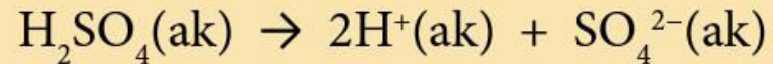
Maka haba yang dibebaskan menjadi lebih rendah.

Rajah 3.11 Penerangan berkaitan haba peneutralan melibatkan asid lemah atau alkali lemah

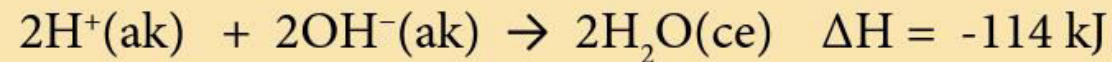
- Haba peneutralan antara asid lemah dengan alkali lemah adalah yang paling rendah:
 - (a) Lebih banyak tenaga diperlukan untuk mengionkan kedua-dua asid lemah dan alkali lemah dengan lengkap.
 - (b) Oleh itu, ion hidrogen, H^+ dan ion hidroksida, OH^- yang dihasilkan dapat bertindak balas dengan lengkap untuk menghasilkan satu mol air.
- Asid hidroklorik, HCl ialah asid monoprotik manakala asid sulfurik, H_2SO_4 ialah asid diprotik.
- Peneutralan lengkap asid kuat diprotik dengan alkali kuat menghasilkan dua kali ganda kuantiti haba berbanding dengan asid kuat monoprotik.



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



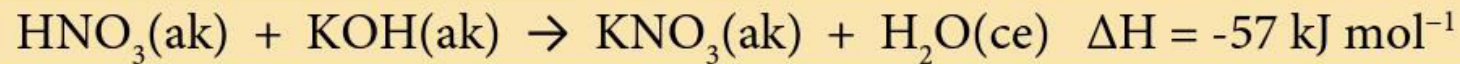
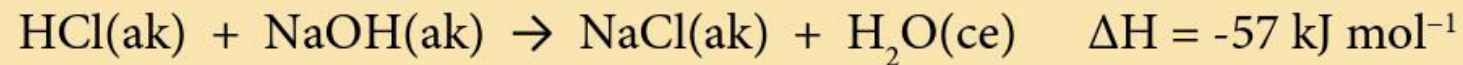
- Dua mol ion hidrogen, H^+ akan menghasilkan dua mol air, H_2O apabila bertindak balas dengan dua mol ion hidroksida, OH^- . Sebanyak 114 kJ haba dibebaskan kerana dua mol air terbentuk.



- Habu peneutralan asid sulfurik, H_2SO_4 dengan larutan natrium hidroksida, NaOH masih sama iaitu -57 kJ kerana maksud habu peneutralan adalah habu yang dibebaskan bagi pembentukan satu mol air.



- Satu mol air dihasilkan apabila menggunakan asid monoprotik seperti asid hidroklorik, HCl atau asid nitrik, HNO_3 dengan alkali kuat, natrium hidroksida, NaOH atau kalium hidroksida, KOH .



Contoh:

60 cm³ larutan natrium hidroksida, NaOH 2.0 mol dm⁻³ dicampurkan bersama dengan 60 cm³ larutan asid etanoik, CH₃COOH 2.0 mol dm⁻³, suhu yang tertinggi larutan campuran ialah 40.5 °C. Suhu awal bagi larutan natrium hidroksida, NaOH ialah 28.0 °C dan larutan asid etanoik, CH₃COOH ialah 28.0 °C. Hitungkan haba peneutralan tersebut.

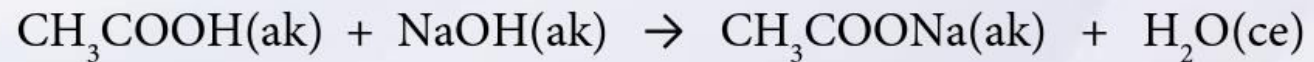
[Muatan haba tentu larutan, $c = 4.2 \text{ J g}^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$; ketumpatan larutan = 1 g cm⁻³]

Penyelesaian:

Langkah 1: Hitungkan bilangan mol air, H₂O yang terbentuk.

$$\text{Bilangan mol natrium hidroksida, NaOH} = \frac{2.0 \times 60}{1000} = 0.12 \text{ mol}$$

$$\text{Bilangan mol asid etanoik, CH}_3\text{COOH} = \frac{2.0 \times 60}{1000} = 0.12 \text{ mol}$$



Daripada persamaan, 1 mol natrium hidroksida, NaOH yang bertindak balas dengan 1 mol asid etanoik, CH₃COOH akan menghasilkan 1 mol air, H₂O.

Oleh itu, 0.12 mol natrium hidroksida, NaOH yang bertindak balas dengan 0.12 mol asid etanoik, CH₃COOH akan menghasilkan 0.12 mol air, H₂O.

Langkah 2: Hitungkan perubahan haba.

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

$$\begin{aligned} &= (60 + 60) \text{ g} \times 4.2 \text{ J g}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1} \times (40.5 - 28.0) \text{ }^{\circ}\text{C} \\ &= 6300 \text{ J} \\ &= 6.3 \text{ kJ} \end{aligned}$$

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

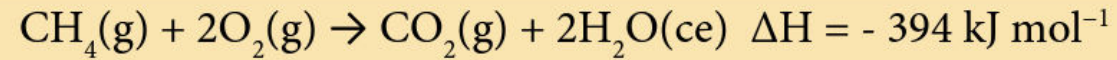
Pembentukan 0.12 mol air, H_2O membebaskan 6.3 kJ haba.

Maka pembentukan 0.12 mol air, H_2O membebaskan $\frac{6.3 \text{ kJ}}{0.12 \text{ mol}}$ haba, iaitu 52.5 kJ mol^{-1} .

Langkah 4: Tuliskan haba peneutralan, ΔH .

Haba peneutralan, $\Delta\text{H} = -52.5 \text{ kJ mol}^{-1}$

- Pertimbangkan pembakaran lengkap metana, CH₄ dalam oksigen, O₂.

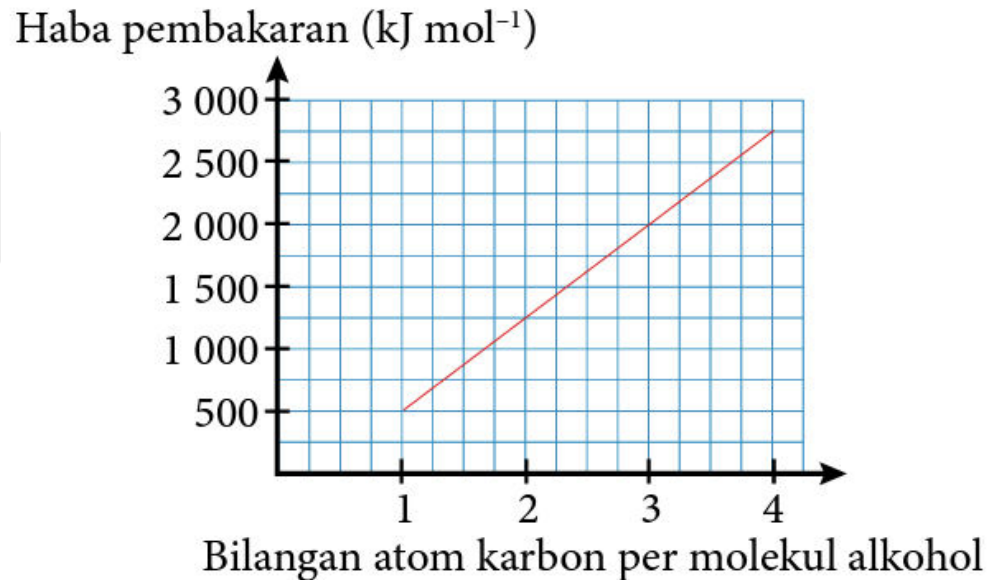


- Persamaan termokimia itu menunjukkan apabila satu mol metana, CH₄ terbakar dengan lengkap dalam oksigen, O₂, haba yang dibebaskan ialah 394 kJ.
- Haba yang dibebaskan itu dikenali sebagai haba pembakaran.

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

Haba Pembakaran

- 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. Rajah 3.14 menunjukkan graf haba pembakaran alkohol melawan bilangan atom karbon per molekul alkohol.

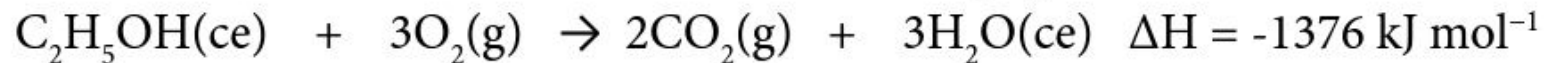


Rajah 3.14 Graf haba pembakaran alkohol melawan bilangan atom karbon per molekul alkohol

- 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.
- 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 .

Contoh:

Persamaan termokimia bagi pembakaran lengkap etanol, C₂H₅OH ditunjukkan di bawah.



Hitungkan jisim etanol, C₂H₅OH yang diperlukan untuk membakar dengan lengkap dalam oksigen berlebihan supaya dapat menaikkan suhu 200 cm³ air sebanyak 50.0 °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, C₂H₅OH.

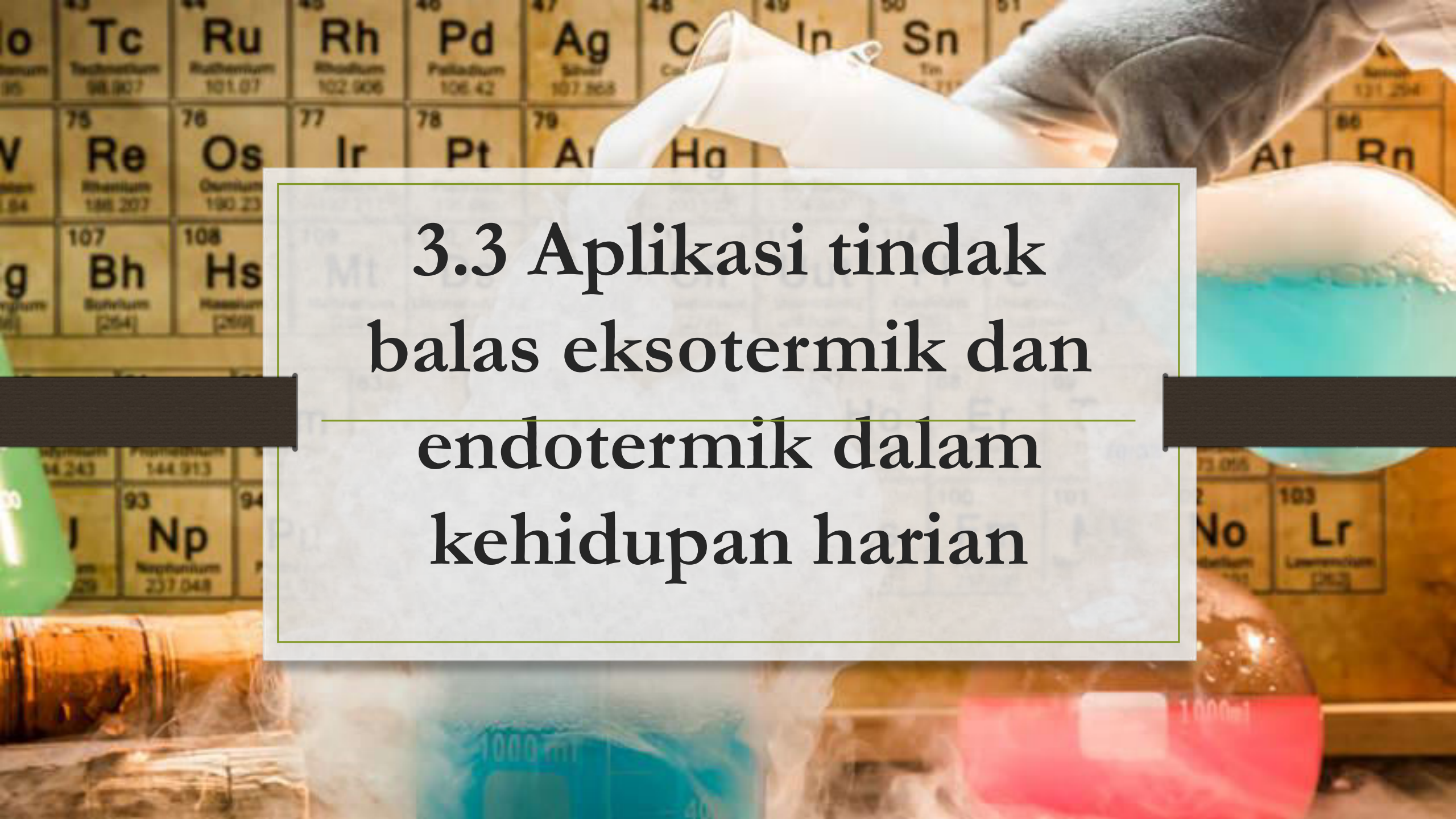
$$\begin{aligned}\text{Haba yang dibebaskan, } Q &= mc\theta \\ &= 200 \text{ g} \times 4.2 \text{ J g}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1} \times 50.0 \text{ }^\circ\text{C} \\ &= 42000 \text{ J} \\ &= 42 \text{ kJ}\end{aligned}$$

Langkah 2: Hitungkan jisim etanol, C₂H₅OH.

Daripada persamaan termokimia, 1376 kJ haba dibebaskan daripada pembakaran 1 mol etanol, C₂H₅OH.

Oleh itu, 42 kJ haba dibebaskan daripada $\frac{42 \times 1 \text{ mol}}{1376}$ etanol, C₂H₅OH, iaitu 0.03 mol etanol, C₂H₅OH.

$$\begin{aligned}\text{Jisim etanol, C}_2\text{H}_5\text{OH} &= 0.03 \text{ mol} \times 46 \text{ g mol}^{-1} \\ &= 1.38 \text{ g}\end{aligned}$$



3.3 Aplikasi tindak balas eksotermik dan endotermik dalam kehidupan harian



APLIKASI TINDAK BALAS EKSOTERMİK DAN ENDOTERMİK DALAM KEHIDUPAN HARIAN

- Penemuan cara membuat api dianggap salah satu peradaban manusia yang penting.
- Tenaga yang dihasilkan melalui pembakaran membenarkan manusia untuk mengusir binatang liar, memasak makanan dan mengawal sumber cahaya serta kepanasan mereka sendiri.

APLIKASI TINDAK BALAS EKSOTERMIC DAN ENDOTERMIC DALAM KEHIDUPAN HARIAN

- Pengetahuan tentang tindak balas eksotermik dan tindak balas endotermik telah memungkinkan kehidupan manusia lebih selesa.



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.

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.

Apakah nilai bahan api?

- Bahan api ialah sebatian yang terbakar dalam udara untuk menghasilkan tenaga haba.
- Setiap bahan api mempunyai haba pembakaran yang berlainan.

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

- Unit bagi nilai bahan api ialah kJ g^{-1} .
- Nilai bahan api dapat ditentukan dengan haba pembakaran bahan.

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

- **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:

$$\begin{aligned}\text{Jisim molar oktana, } \text{C}_8\text{H}_{18} &= 8(12) + 18(1) \\ &= 114 \text{ g mol}^{-1}\end{aligned}$$

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

Maka, pembakaran 1 g oktana, C_8H_{18}

$$= \frac{5\,500 \text{ kJ mol}^{-1}}{114 \text{ g mol}^{-1}}$$

$$= 48.2 \text{ kJ g}^{-1}$$

Maka, nilai bahan api bagi oktana, C_8H_{18} ialah 48.2 kJ g^{-1}

Jadual 3.5 Nilai bahan api

Bahan api	Nilai bahan api (kJ g⁻¹)
Kayu	20
Metana	27
Arang	30
Etanol	30
Petrol	34
Kerosin	37
Gas Asli	50
Hidrogen	143



Rajah 3.15 Faktor-faktor pemilihan bahan api

A collage of chemistry-related images. The background features a periodic table of elements. In the foreground, there are several laboratory glassware items: a hand pouring a white liquid from a beaker into a flask, a flask containing a blue liquid, a flask containing a red liquid, and a flask containing a green liquid. The word "TAMAT" is written in a large, bold, serif font in the center of the image.

TAMAT