

BAB
7

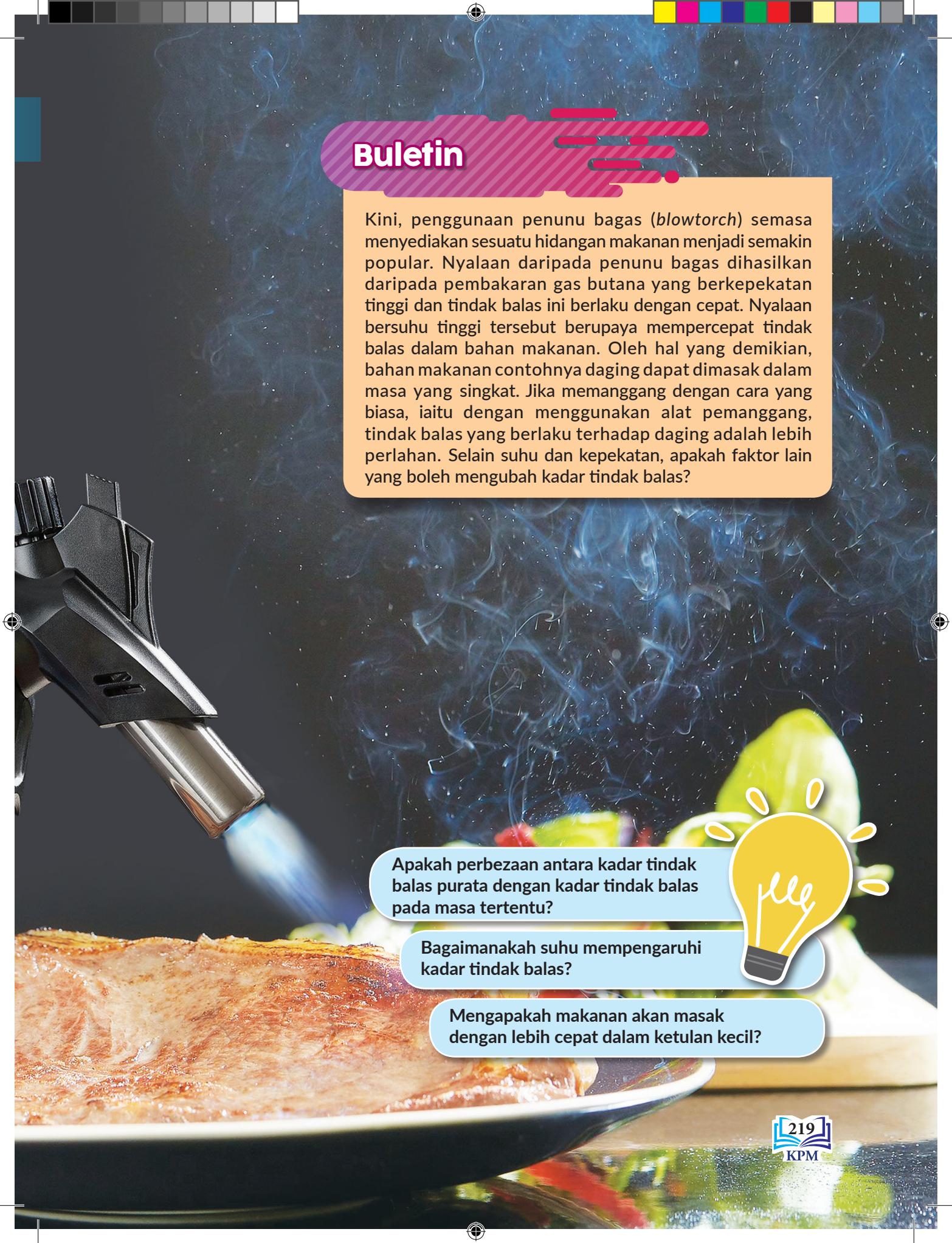
Kadar Tindak Balas

Kata Kunci

- Bahan tindak balas
- Hasil tindak balas
- Kadar tindak balas
- Mungkin
- Teori perlenggaran
- Tenaga pengaktifan
- Perlenggaran berkesan
- Gambar rajah profil tenaga

Apakah yang akan anda pelajari?

- 7.1 Penentuan Kadar Tindak Balas
- 7.2 Faktor yang Mempengaruhi Kadar Tindak Balas
- 7.3 Aplikasi Faktor yang Mempengaruhi Kadar Tindak Balas dalam Kehidupan
- 7.4 Teori Perlenggaran



Buletin

Kini, penggunaan penunu bagas (*blowtorch*) semasa menyediakan sesuatu hidangan makanan menjadi semakin popular. Nyalaan daripada penunu bagas dihasilkan daripada pembakaran gas butana yang berkepekatan tinggi dan tindak balas ini berlaku dengan cepat. Nyalaan bersuhu tinggi tersebut berupaya mempercepat tindak balas dalam bahan makanan. Oleh hal yang demikian, bahan makanan contohnya daging dapat dimasak dalam masa yang singkat. Jika memanggang dengan cara yang biasa, iaitu dengan menggunakan alat pemanggang, tindak balas yang berlaku terhadap daging adalah lebih perlahan. Selain suhu dan kepekatan, apakah faktor lain yang boleh mengubah kadar tindak balas?

Apakah perbezaan antara kadar tindak balas purata dengan kadar tindak balas pada masa tertentu?

Bagaimanakah suhu mempengaruhi kadar tindak balas?

Mengapakah makanan akan masak dengan lebih cepat dalam ketulan kecil?



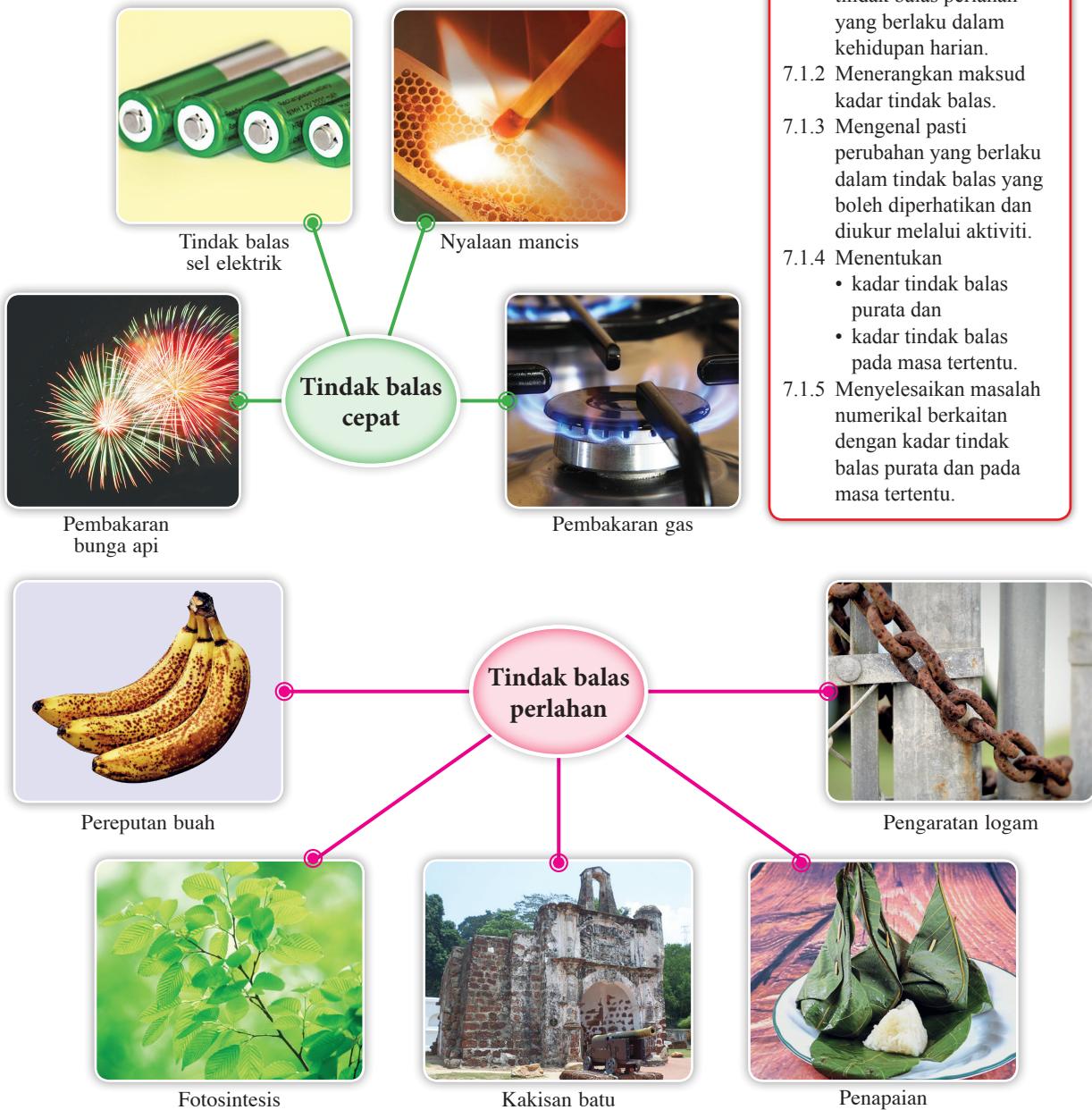


7.1

Penentuan Kadar Tindak Balas

Pengelasan Tindak Balas

Terdapat pelbagai jenis tindak balas kimia yang berlaku di sekeliling kita. Tahukah anda bahawa tindak balas kimia juga berlaku di dalam tubuh badan? Adakah tindak balas ini berlaku dalam tempoh masa yang cepat atau perlahan? Rajah 7.1 menunjukkan contoh tindak balas kimia yang berlaku.



Standard Pembelajaran

Di akhir pembelajaran, murid boleh:

- 7.1.1 Mengelaskan tindak balas cepat dan tindak balas perlahan yang berlaku dalam kehidupan harian.
- 7.1.2 Menerangkan maksud kadar tindak balas.
- 7.1.3 Mengenal pasti perubahan yang berlaku dalam tindak balas yang boleh diperhatikan dan diukur melalui aktiviti.
- 7.1.4 Menentukan
 - kadar tindak balas purata dan
 - kadar tindak balas pada masa tertentu.
- 7.1.5 Menyelesaikan masalah numerical berkaitan dengan kadar tindak balas purata dan pada masa tertentu.

Rajah 7.1 Contoh tindak balas yang berlaku dengan cepat dan perlahan



Maksud Kadar Tindak Balas

Apakah yang anda faham tentang kadar tindak balas? Kadar tindak balas ialah perubahan kuantiti bahan tindak balas per unit masa atau perubahan kuantiti hasil tindak balas per unit masa.

$$\text{Kadar tindak balas} = \frac{\text{Perubahan kuantiti bahan tindak balas atau hasil tindak balas}}{\text{Masa yang diambil untuk perubahan berlaku}}$$

Semasa tindak balas berlaku, kuantiti bahan tindak balas yang digunakan berkurangan, manakala kuantiti hasil tindak balas yang terbentuk bertambah.

Jisim pepejal biasanya diukur dalam unit g, manakala isi padu gas dalam unit cm^3 atau dm^3 . Bagi kuantiti zat terlarut, kepekatan diukur dalam unit mol dm^{-3} . Pemilihan unit masa bergantung kepada kadar tindak balas. Tempoh masa bagi tindak balas yang cepat biasanya diukur dalam saat, manakala tindak balas yang perlahan diukur dalam minit. Oleh itu, unit kadar tindak balas yang biasa digunakan adalah seperti berikut:

Unit bagi kadar tindak balas:

- g s^{-1} atau g minit^{-1}
- $\text{cm}^3 \text{s}^{-1}$ atau $\text{cm}^3 \text{minit}^{-1}$
- $\text{mol dm}^{-3} \text{s}^{-1}$ atau $\text{mol dm}^{-3} \text{minit}^{-1}$

Perubahan yang Berlaku dalam Tindak Balas

Penentuan kadar tindak balas mesti dibuat berdasarkan perubahan yang boleh diperhatikan dan diukur dalam suatu tempoh masa tertentu. Apakah perubahan tersebut?

Pembentukan mendakan berlaku dalam tindak balas pembentukan garam tak terlarutkan. Gambar foto 7.1 menunjukkan keadaan sebelum dan selepas tindak balas antara larutan argentum nitrat, AgNO_3 dengan larutan natrium klorida, NaCl . Dalam tindak balas ini, argentum klorida, AgCl dan natrium nitrat, NaNO_3 terbentuk. Pembentukan mendakan argentum klorida, AgCl dapat dilihat dan mendakan menyebabkan larutan menjadi keruh. Masa diambil untuk tanda ‘X’ tidak kelihatan dan kuantiti mendakan yang terbentuk dapat diukur.



Gambar foto 7.1 Tindak balas antara larutan argentum nitrat, AgNO_3 dengan larutan natrium klorida, NaCl



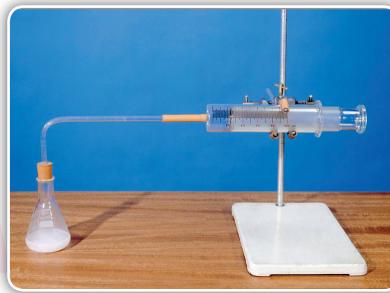
Dalam kilang pembuatan bahan kimia, seorang jurutera kimia perlu mengetahui secara tepat tentang kadar tindak balas berlaku atau tempoh masa yang diperlukan bagi tindak balas itu selesai. Dalam erti kata lain, jurutera kimia perlu mahir tentang kadar tindak balas yang berlaku.



Gambar foto 7.2 Tindak balas antara asid nitrik, HNO_3 dengan batu kapur, CaCO_3

Pengurangan jisim bahan tindak balas juga boleh berlaku dalam tindak balas yang menghasilkan gas. Gambar foto 7.2 menunjukkan tindak balas antara asid nitrik, HNO_3 dengan batu kapur, CaCO_3 yang membentuk kalsium nitrat, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, karbon dioksida, CO_2 dan air, H_2O . Kehilangan jisim batu kapur dapat diukur menggunakan penimbang elektronik.

Penambahan isi padu gas berlaku bagi tindak balas yang menghasilkan gas. Gambar foto 7.3 menunjukkan tindak balas antara asid hidroklorik, HCl dengan magnesium, Mg . Dalam tindak balas ini, magnesium klorida, MgCl_2 dan hidrogen, H_2 terbentuk. Gas hidrogen, H_2 dikumpul dan isi padu gas dapat diukur menggunakan picagari gas.



Gambar foto 7.3 Tindak balas antara asid hidroklorik, HCl dengan magnesium, Mg

Lensa Kimia

Perubahan-perubahan lain yang boleh diperhatikan dan diukur:

- Perubahan tekanan berlaku dalam tindak balas bergas. Perubahan tekanan ini dapat diukur dengan tolok tekanan.
- Perubahan kekonduksian elektrik elektrolit berlaku bagi tindak balas yang melibatkan ion-ion bergerak bebas. Ammeter digunakan untuk mengukur perubahan kekonduksian elektrik elektrolit.
- Perubahan nilai pH berlaku bagi tindak balas yang melibatkan asid atau alkali di dalam larutan akueus. Meter pH digunakan untuk mengesan perubahan nilai pH dengan masa.

Aktiviti

7.1



Tujuan: Mengukur masa tindak balas berdasarkan beberapa perubahan yang boleh diperhatikan dan diukur.

Bahan: Serbuk zink, Zn , asid sulfurik, H_2SO_4 0.1 mol dm^{-3} , ketulan marmar, CaCO_3 , asid nitrik, HNO_3 2.0 mol dm^{-3} , serbuk kalium iodida, KI , serbuk plumbum(II) nitrat, $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ dan air suling

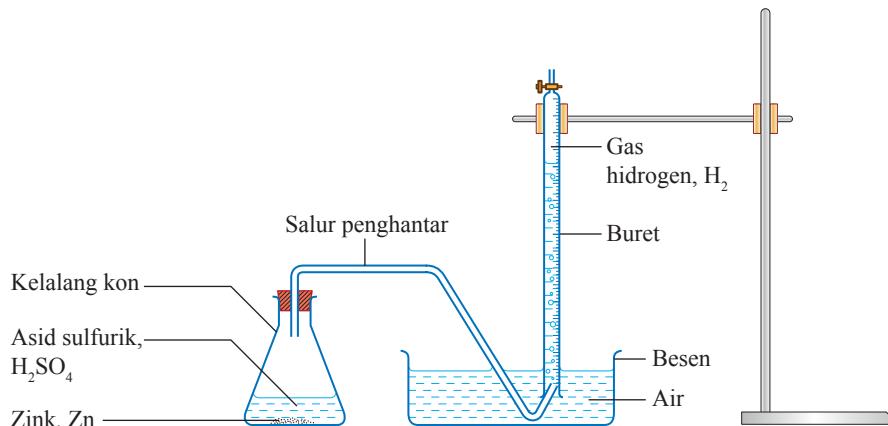
Radas: Kaki retort dan pengapit, buret, besen, kelalang kon 250 cm^3 , silinder penyukat 10 cm^3 dan 100 cm^3 , penyumbat getah, salur penghantar, penimbang elektronik, jam randik, kapas, piring Petri, botol penimbang, corong turas, pembaris dan kertas turas



A Tindak balas antara zink, Zn dan asid sulfurik, H_2SO_4

Prosedur:

- Masukkan 20.0 cm^3 asid sulfurik, H_2SO_4 0.1 mol dm^{-3} ke dalam sebuah kelang kon.
- Penuhkkan buret dengan air dan telangkupkannya ke dalam sebuah besen yang berisi air. Apitkan buret secara menegak.
- Laraskan aras air di dalam buret supaya bacaan aras air ialah 50.00 cm^3 .
- Sediakan radas seperti dalam Rajah 7.2.



Rajah 7.2

- Masukkan 5.0 g serbuk zink, Zn ke dalam kelang kon yang berisi asid sulfurik, H_2SO_4 .
- Dengan serta-merta, tutupkan kelang kon dengan penyumbat getah yang bersambung dengan salur penghantar dan mulakan jam randik.
- Catatkan bacaan buret pada setiap selang masa 0.5 minit selama 5 minit .
- Rekod keputusan anda dalam jadual seperti Jadual 7.1.



Langkah Berjaga-jaga

Pastikan sambungan pada radas adalah ketat supaya gas yang terbebas disalurkan kepada buret.

Keputusan:

Jadual 7.1

Masa (minit)	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0
Bacaan buret (cm^3)	50.00										
Isi padu gas (cm^3)	0.00										

Perbincangan:

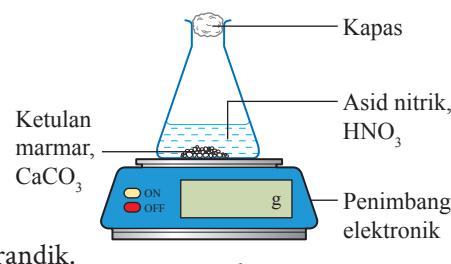
- Nyatakan perubahan yang diperhatikan dan diukur dalam aktiviti ini.
- Namakan gas yang terbebas.
- Tulis persamaan kimia bagi tindak balas yang berlaku.
- Bagaimakah anda tahu tindak balas telah selesai?



B Tindak balas antara asid nitrik, HNO_3 , dan ketulan marmar, CaCO_3

Prosedur:

- Masukkan 100.0 cm^3 asid nitrik, HNO_3 , 2.0 mol dm^{-3} ke dalam sebuah kelalang kon.
- Tutupkan kelalang kon dengan kapas secara longgar.
- Sediakan radas seperti dalam Rajah 7.3.
- Masukkan 10.0 g ketulan marmar, CaCO_3 ke dalam kelalang kon.
- Dengan cepat, tutupkan kelalang kon dan mulakan jam randik.
- Catatkan bacaan penimbang pada setiap selang masa 30 saat.
- Perhatikan perubahan dalam kelalang kon dan rekod semua pemerhatian.
- Rekod data anda dalam bentuk jadual.



Rajah 7.3

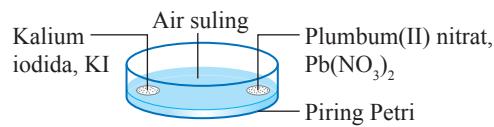
Perbincangan:

- Nyatakan perubahan yang diperhatikan dan diukur dalam aktiviti ini.
- Mengapakah perubahan tersebut berlaku? Jelaskan jawapan anda dengan bantuan persamaan kimia yang sesuai.
- Bagaimanakah anda tahu tindak balas telah selesai?

C Tindak balas antara larutan kalium iodida, KI dan larutan plumbum(II) nitrat, $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$

Prosedur:

- Timbangkan 2.0 g serbuk kalium iodida, KI dan 2.0 g serbuk plumbum(II) nitrat, $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ di dalam dua botol penimbang secara berasingan.
- Tuangkan air suling ke dalam piring Petri sedalam 0.5 cm .
- Letakkan serbuk kalium iodida, KI di dalam air di bahagian tepi piring Petri.
- Letakkan serbuk plumbum(II) nitrat, $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ di bahagian bertentangan dengan serbuk kalium iodida, KI seperti dalam Rajah 7.4.
- Dengan serta-merta, mulakan jam randik.
- Rekod masa untuk tindak balas selesai, iaitu tiada pembentukan mendakan lagi.
- Turaskan kandungan di dalam piring Petri dan cucikan mendakan dengan air suling.
- Keringkan mendakan dan timbangkannya.
- Rekod data anda dalam bentuk jadual.



Rajah 7.4

Perbincangan:

- Apakah warna mendakan yang terbentuk?
- Tulis persamaan kimia bagi tindak balas yang berlaku.



Sediakan laporan yang lengkap selepas menjalankan aktiviti ini.

Penentuan masa tindak balas berdasarkan perubahan yang boleh diperhatikan dan diukur telah ditunjukkan melalui Aktiviti 7.1. Bagaimana pula dengan cara menentukan kadar tindak balas?



Kadar Tindak Balas Purata dan Kadar Tindak Balas pada Masa Tertentu

Terdapat dua jenis kadar tindak balas, iaitu kadar tindak balas purata dan kadar tindak balas pada masa tertentu. Analogi bagi kadar tindak balas purata dan kadar tindak balas pada masa tertentu ditunjukkan dalam Rajah 7.5.



Sebuah kereta sedang dalam perjalanan sejauh 400 km. Oleh kerana keadaan trafik sentiasa berubah, pemandu kereta tidak dapat mengekalkan satu kelajuan tetap dan mengambil masa selama 4 jam untuk sampai ke destinasi. Kelajuan purata kereta 100 km j^{-1} ini diumpamakan sebagai **kadar tindak balas purata**.

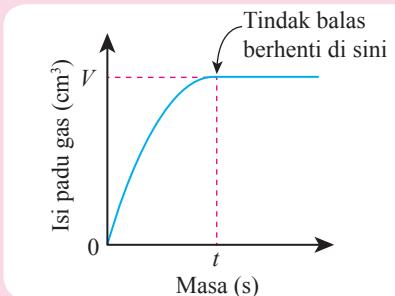
Pegawai polis trafik menghalau kamera kelajuan ke arah kereta tersebut kerana bergerak dengan kelajuan melebihi had laju. Kamera merakam kelajuan kereta sebagai 140 km j^{-1} pada ketika itu. Kelajuan pada ketika ini diumpamakan sebagai **kadar tindak balas pada masa tertentu**.

Rajah 7.5 Analogi kadar tindak balas purata dan kadar tindak balas pada masa tertentu

Kadar tindak balas purata merupakan nilai purata bagi kadar tindak balas yang berlaku dalam satu tempoh masa tertentu. Fahami keterangan berikut untuk cara menghitung kadar tindak balas purata bagi tindak balas yang melibatkan pembebasan gas.

- ★ Kadar tindak balas purata bagi keseluruhan tindak balas

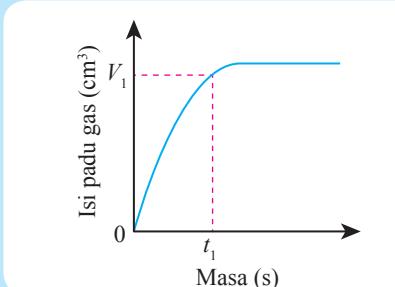
$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Jumlah isi padu gas yang terkumpul}}{\text{Tempoh masa yang diambil}} \\ &= \frac{V}{t} \text{ cm}^3 \text{ s}^{-1} \end{aligned}$$



Rajah 7.6 Kadar tindak balas purata bagi keseluruhan tindak balas

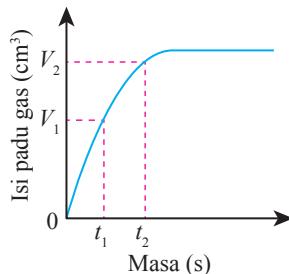
- ★ Kadar tindak balas purata dalam t_1 saat yang pertama

$$\begin{aligned} &\text{Jumlah isi padu gas yang terkumpul} \\ &\text{dalam } t_1 \text{ saat yang pertama} \\ &= \frac{\text{Tempoh masa yang diambil}}{t_1 - 0} \text{ cm}^3 \text{ s}^{-1} \\ &= \frac{V_1 - 0}{t_1 - 0} \text{ cm}^3 \text{ s}^{-1} \\ &= \frac{V_1}{t_1} \text{ cm}^3 \text{ s}^{-1} \end{aligned}$$



Rajah 7.7 Kadar tindak balas purata dalam t_1 saat yang pertama

- Kadar tindak balas purata dari t_1 hingga t_2
- $$= \frac{\text{Jumlah isi padu gas yang terkumpul dari } t_1 \text{ hingga } t_2}{\text{Tempoh masa yang diambil}}$$
- $$= \frac{V_2 - V_1}{t_2 - t_1} \text{ cm}^3 \text{ s}^{-1}$$

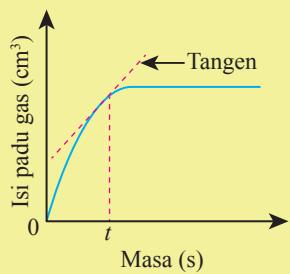


Rajah 7.8 Kadar tindak balas purata dari t_1 hingga t_2

Kadar tindak balas pada masa tertentu merupakan kadar tindak balas yang berlaku pada satu ketika sahaja. Kadar tindak balas pada masa tertentu boleh diperoleh daripada data eksperimen dengan memplot graf perubahan kuantiti bahan tindak balas atau hasil tindak balas melawan masa, dan seterusnya mengukur kecerunan tangen lengkung pada masa tertentu. Rajah 7.9 menunjukkan cara menghitung kadar tindak balas pada masa tertentu, t .

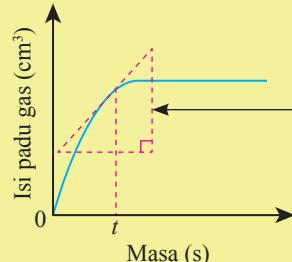
Langkah 1

Lukiskan tangen pada lengkung pada masa t .



Langkah 2

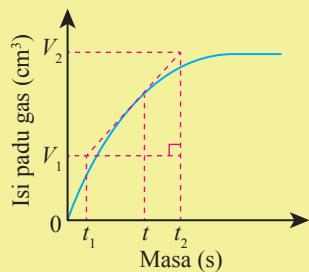
Gunakan tangen untuk melengkapkan satu segi tiga bersudut tegak.



Segi tiga boleh dilukiskan dalam pelbagai saiz. Lebih besar saiz segi tiga, lebih tepat penghitungan nilai kecerunan tangen.

Langkah 3

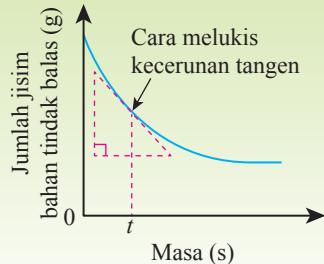
Hitungkan kecerunan tangen lengkung graf.



$$\begin{aligned} \text{Kadar tindak balas pada masa } t \\ &= \text{Kecerunan tangen pada masa } t \\ &= \frac{\Delta V}{\Delta t} \\ &= \frac{V_2 - V_1}{t_2 - t_1} \text{ cm}^3 \text{ s}^{-1} \end{aligned}$$

Rajah 7.9 Cara menghitung kadar tindak balas masa tertentu

Bagi tindak balas yang melibatkan pengurangan jumlah jisim bahan tindak balas, graf seperti dalam Rajah 7.10 diperoleh.



Rajah 7.10 Kadar tindak balas masa tertentu yang melibatkan pengurangan jisim bahan tindak balas



Aktiviti 7.2

Menentukan kadar tindak balas purata dan kadar tindak balas pada masa tertentu
Berdasarkan data yang diperoleh daripada Aktiviti 7.1, jawab soalan di bawah.

1. Bagi tindak balas antara zink, Zn dan asid sulfurik, H_2SO_4 :
 - (a) Plotkan graf isi padu gas melawan masa.
 - (b) Hitungkan kadar tindak balas purata yang berikut:
 - (i) Dalam minit pertama
 - (ii) Dalam minit kelima
 - (iii) Bagi keseluruhan tindak balas
 - (c) Berdasarkan graf yang diplotkan, hitungkan kadar tindak balas pada masa berikut:
 - (i) Pada minit pertama
 - (ii) Pada minit ketiga
 - (iii) Pada akhir tindak balas
2. Bagi tindak balas antara larutan kalium iodida, KI dan larutan plumbum(II) nitrat, $Pb(NO_3)_2$:
 - (a) Hitungkan kadar tindak balas purata.
 - (b) Bolehkah anda menghitung kadar tindak balas pada saat ke-30? Jelaskan.

Menyelesaikan Masalah Numerikal berkaitan dengan Kadar Tindak Balas

Contoh 1

Seorang murid telah menambah ketulan magnesium karbonat, $MgCO_3$ secara berlebihan ke dalam asid sulfurik, H_2SO_4 . Isi padu gas karbon dioksida, CO_2 yang terbebas dikumpulkan di dalam picagari gas dan isi padu gas direkod dalam Jadual 7.2 pada setiap selang masa 1 minit selama 10 minit.

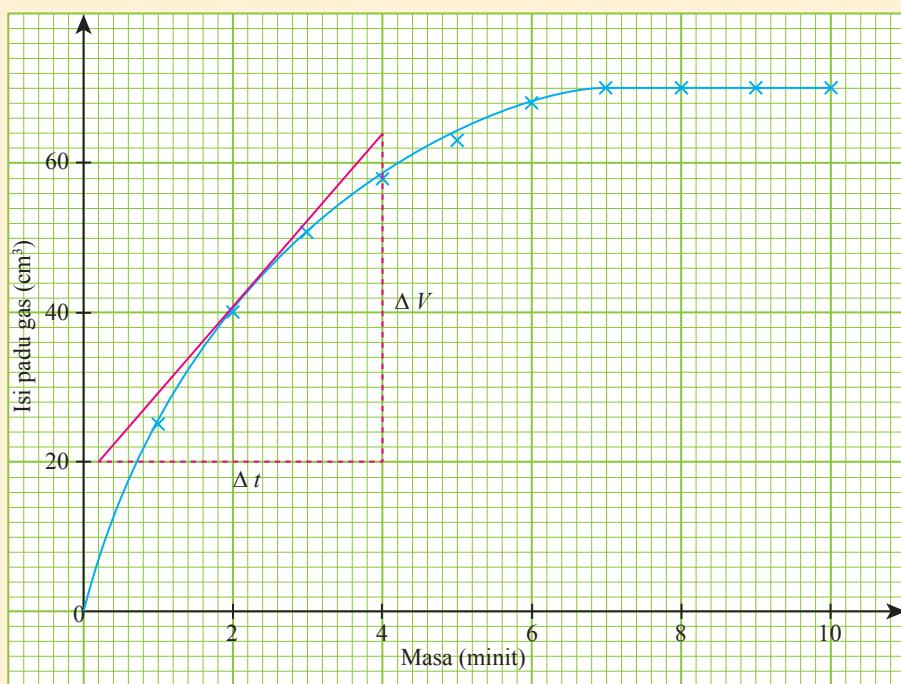
Jadual 7.2

Masa (minit)	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0
Isi padu gas (cm^3)	0.0	25.0	40.0	51.0	58.0	63.0	68.0	70.0	70.0	70.0	70.0

- (a) Berdasarkan Jadual 7.2, plotkan graf isi padu gas melawan masa.
- (b) Hitungkan kadar tindak balas purata yang berikut:
 - (i) Dalam minit kelima
 - (ii) Bagi keseluruhan tindak balas
- (c) Berdasarkan graf yang diplotkan, hitungkan kadar tindak balas pada minit kedua.

**Penyelesaian**

(a)



(b) (i) Kadar tindak balas purata dalam minit kelima

$$= \frac{\text{Jumlah isi padu gas terkumpul dari } 4 \text{ minit hingga } 5 \text{ minit}}{\text{Tempoh masa yang diambil}}$$

$$= \frac{(63 - 58) \text{ cm}^3}{(5 - 4) \text{ minit}}$$

$$= \frac{5 \text{ cm}^3}{1 \text{ minit}}$$

$$= 5 \text{ cm}^3 \text{ minit}^{-1}$$

Kadar tindak balas purata dari 4 minit hingga 5 minit

(ii) Kadar tindak balas purata bagi keseluruhan tindak balas

$$= \frac{\text{Jumlah isi padu gas terkumpul secara keseluruhan}}{\text{Tempoh masa tindak balas}}$$

$$= \frac{70 \text{ cm}^3}{7 \text{ minit}}$$

$$= 10 \text{ cm}^3 \text{ minit}^{-1}$$

Tindak balas berhenti pada 7 minit dan bukan pada 10 minit

(c) Kadar tindak balas pada minit kedua

$$= \text{Kecerunan tangen pada minit kedua}$$

$$= \frac{\Delta V}{\Delta t}$$

$$= \frac{(64 - 20) \text{ cm}^3}{(4 - 0.2) \text{ minit}}$$

$$= 11.58 \text{ cm}^3 \text{ minit}^{-1}$$



Aktiviti 7.3



Menyelesaikan masalah penghitungan berkaitan dengan kadar tindak balas

Dalam kehadiran mangan(IV) oksida, MnO_2 , hidrogen peroksida, H_2O_2 terurai menjadi air dan oksigen. Gas oksigen yang terbebas dikumpulkan di dalam picagari gas dan isi padu gas direkod pada setiap selang masa 0.5 minit. Data yang diperoleh ditunjukkan dalam Jadual 7.3.

Jadual 7.3

Masa (minit)	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0
Isi padu gas (cm^3)	0.0	13.5	22.0	28.0	33.0	37.0	40.5	43.0	45.0	47.0	48.0	49.0	50.0	50.0	50.0

- Berdasarkan Jadual 7.3, plotkan graf isi padu gas melawan masa.
- Hitungkan kadar tindak balas purata yang berikut:
 - Dalam minit pertama
 - Dalam minit kelima
 - Bagi keseluruhan tindak balas
- Hitungkan kadar tindak balas pada masa yang berikut:
 - 1.5 minit
 - 4.0 minit



Uji Kendiri 7.1

- Terangkan maksud kadar tindak balas.
- Kelaskan tindak balas berikut kepada tindak balas cepat atau perlahan.

(a) Fotosintesis	(c) Pengaratan pagar besi
(b) Pembakaran petrol di dalam enjin kereta	(d) Letupan di kilang minyak
- Nyatakan perubahan yang boleh diperhatikan dan diukur untuk menentukan kadar tindak balas dalam contoh tindak balas berikut:
 - $2\text{HCl}(\text{ak}) + \text{CaCO}_3(\text{p}) \rightarrow \text{CaCl}_2(\text{ak}) + \text{H}_2\text{O}(\text{ce}) + \text{CO}_2(\text{g})$
 - $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{ak}) + \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3(\text{ak}) \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4(\text{ak}) + \text{H}_2\text{O}(\text{ce}) + \text{SO}_2(\text{g}) + \text{S}(\text{p})$
 - $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{SO}_3(\text{g})$
 - $\text{H}^+(\text{ak}) + \text{OH}^-(\text{ak}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{ce})$
- Logam bertindak balas dengan asid pada kadar yang berbeza.



Tiga logam berlainan iaitu P, Q dan R bertindak balas dengan 100 cm^3 asid secara berasingan. Masa yang diambil untuk mengumpul 50 cm^3 gas hidrogen bagi setiap logam direkod dalam Jadual 7.4.

- Hitungkan kadar tindak balas purata bagi setiap logam dengan asid.
- Berdasarkan jawapan anda bagi 4(a), susun ketiga-tiga logam mengikut tertib kereaktifan menurun. Jelaskan jawapan anda.

Jadual 7.4

Logam	Masa (s)
P	60
Q	95
R	20



7.2 Faktor yang Mempengaruhi Kadar Tindak Balas

Bahan kimia yang berlainan jenis mempunyai sifat kimia yang berbeza. Oleh itu, bahan kimia yang berlainan jenis juga mempunyai tindak balas yang berbeza dan berlaku pada kadar yang tidak sama. Apakah faktor yang mempengaruhi kadar tindak balas bahan?

Saiz Bahan Tindak Balas

Bahan tindak balas berbentuk pepejal boleh mengalami perubahan pada saiz. Seketul batu kapur boleh dipotong kepada ketulan yang lebih kecil. Jumlah luas permukaan semua ketulan kecil adalah lebih besar daripada jumlah luas permukaan ketulan batu kapur seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 7.11.

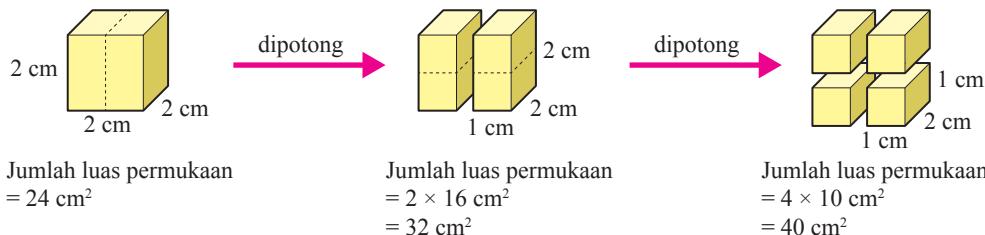
Standard Pembelajaran

Di akhir pembelajaran, murid boleh:

7.2.1 Mengeksperimen untuk

mengkaji faktor-faktor yang mempengaruhi kadar tindak balas:

- saiz bahan tindak balas
- kepekatan
- suhu dan
- kehadiran mangkin.



Rajah 7.11 Jumlah luas permukaan bagi ketulan yang berlainan saiz

Bagi suatu jisim tertentu, serbuk mempunyai jumlah luas permukaan yang lebih besar berbanding dengan ketulan asalnya. Eksperimen 7.1 mengkaji kesan saiz bahan tindak balas ke atas kadar tindak balas.



Eksperimen 7.1

Tujuan: Mengkaji kesan saiz bahan tindak balas ke atas kadar tindak balas.

Pernyataan masalah: Bagaimanakah saiz bahan tindak balas boleh mempengaruhi kadar tindak balas?

Hipotesis: Semakin kecil saiz ketulan marmar, CaCO_3 , semakin tinggi kadar tindak balas.

Pemboleh ubah:

- dimanipulasikan : Saiz ketulan marmar, CaCO_3
- bergerak balas : Kadar tindak balas
- dimalarkan : Jisim ketulan marmar, CaCO_3 , suhu, isi padu dan kepekatan asid hidroklorik, HCl

Bahan: Asid hidroklorik, HCl 0.1 mol dm^{-3} , ketulan besar marmar, CaCO_3 dan ketulan kecil marmar, CaCO_3

Radas: Kelalang kon 250 cm^3 , kaki retort dan pengapit, buret, besen, silinder penyukat 100 cm^3 , penyumbat getah, salur penghantar, penimbang elektronik dan jam randik

**Prosedur:**

- Masukkan 80.0 cm^3 asid hidroklorik, HCl 0.1 mol dm^{-3} ke dalam sebuah kelalang kon.
- Penuhkan buret dengan air dan telangkupkannya ke dalam sebuah besen yang berisi air. Apitkan buret secara menegak.
- Laraskan aras air di dalam buret supaya bacaan aras air ialah 50.00 cm^3 .
- Sediakan radas seperti dalam Rajah 7.12.
- Timbangkan 5.0 g ketulan marmar, CaCO_3 bersaiz besar dan masukkan semua ketulan ke dalam kelalang kon.
- Dengan serta-merta, tutupkan kelalang kon dengan penyumbat getah yang bersambung dengan salur penghantar. Dalam masa yang sama, mulakan jam randik.
- Goncangkan kelalang kon secara perlahan-lahan sepanjang eksperimen.
- Catatkan bacaan buret pada setiap selang masa 30 saat sehingga buret dipenuhi dengan gas.
- Ulang langkah 1 hingga 8 dengan menggunakan 5.0 g ketulan marmar, CaCO_3 bersaiz kecil.
- Rekod semua data dalam bentuk jadual.

Mentafsir data:

- Berdasarkan data yang diperoleh, plotkan dua graf isi padu gas melawan masa pada satu set paksi yang sama.
- Berdasarkan graf tersebut, tentukan:
 - kecerunan tangen pada $t = 0$ (kadar tindak balas awal)
 - masa untuk tindak balas tamat

Kesimpulan:

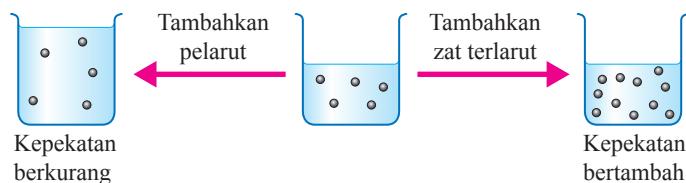
Adakah hipotesis yang dibuat dapat diterima? Apakah kesimpulan eksperimen ini?



Sediakan laporan yang lengkap selepas menjalankan eksperimen ini.

Kepekatan

Kepekatan zat terlarut di dalam larutan boleh diubah. Kepekatan larutan diubah dengan menambah pelarut atau menambah zat terlarut.



Rajah 7.13 Kepekatan larutan

Apakah kesan kepekatan bahan tindak balas ke atas kadar tindak balas?

**Eksperimen****7.2**

Tujuan: Mengkaji kesan kepekatan bahan tindak balas ke atas kadar tindak balas.

Pernyataan masalah: Bagaimanakah kepekatan bahan tindak balas boleh mempengaruhi kadar tindak balas?

Hipotesis: Semakin tinggi kepekatan larutan natrium tiosulfat, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, semakin singkat masa yang diambil untuk tanda 'X' tidak kelihatan.

Pemboleh ubah:

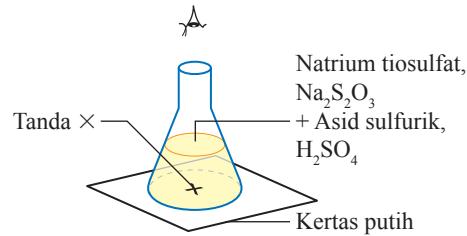
- dimanipulasikan : Kepekatan larutan natrium tiosulfat, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$
- bergerak balas : Masa yang diambil untuk tanda 'X' tidak kelihatan
- dimalarkan : Suhu, jumlah isi padu campuran, kepekatan dan isi padu asid sulfurik, H_2SO_4 dan saiz kelalang kon

Bahan: Asid sulfurik, H_2SO_4 1.0 mol dm^{-3} , larutan natrium tiosulfat, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0.2 mol dm^{-3} , air suling dan kertas putih dengan tanda 'X' di tengah

Radas: Kelalang kon 150 cm^3 , jam randik, silinder penyukat 10 cm^3 dan 50 cm^3

Prosedur:

- Masukkan 45.0 cm^3 larutan natrium tiosulfat, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0.2 mol dm^{-3} ke dalam kelalang kon.
- Letakkan kelalang kon di atas tanda 'X' pada kertas putih seperti dalam Rajah 7.14.
- Dengan berhati-hati dan cepat, tuangkan 5.0 cm^3 asid sulfurik, H_2SO_4 1.0 mol dm^{-3} ke dalam kelalang kon. Dalam masa yang sama, mulakan jam randik.
- Pusarkan kelalang kon secara perlahan-lahan. Letakkan kelalang kon di atas tanda 'X' pada kertas putih semula.
- Perhatikan tanda 'X' secara menegak dari mulut kelalang kon.
- Hentikan jam randik sebaik sahaja tanda 'X' tidak kelihatan. Rekod dan catatkan masa ini.
- Ulang eksperimen sebanyak 4 kali dengan menggunakan larutan natrium tiosulfat, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0.2 mol dm^{-3} yang telah dicairkan dengan air suling seperti dalam Jadual 7.5. Isi padu asid sulfurik, H_2SO_4 1.0 mol dm^{-3} ditetapkan dengan isi padu 5.0 cm^3 .
- Rekod semua data dalam jadual seperti Jadual 7.5.



Rajah 7.14

Keputusan:

Jadual 7.5

Eksperimen	I	II	III	IV	V
Isi padu larutan natrium tiosulfat, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (cm^3)	45.0	40.0	30.0	20.0	10.0
Isi padu air suling (cm^3)	0.0	5.0	15.0	25.0	35.0
Isi padu asid sulfurik, H_2SO_4 (cm^3)	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
Jumlah isi padu campuran (cm^3)	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0
Masa yang diambil untuk tanda 'X' tidak kelihatan (s)					

**Mentafsir data:**

- Kepekatan larutan natrium tiosulfat, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ yang telah dicairkan boleh dihitung dengan formula $M_1 V_1 = M_2 V_2$.

M_1 = Kepekatan larutan natrium tiosulfat, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ asal

V_1 = Isi padu larutan natrium tiosulfat, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ yang digunakan

M_2 = Kepekatan larutan natrium tiosulfat, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ yang telah dicairkan

V_2 = Isi padu larutan natrium tiosulfat, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ yang telah dicairkan

Gunakan formula yang diberikan dan data yang diperoleh untuk menghitung kepekatan larutan natrium tiosulfat, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ yang telah dicairkan.

- Dalam eksperimen ini, kadar tindak balas berkadar songsang dengan masa tanda ‘×’ tidak kelihatan. Oleh itu, kadar tindak balas = $\frac{1}{\text{masa}}$. Gunakan formula ini serta data yang diperoleh untuk menghitung kadar tindak balas bagi kelima-lima eksperimen.
- Rekod semua jawapan daripada (1) dan (2) dalam Jadual 7.6.

Jadual 7.6

Eksperimen	I	II	III	IV	V
Kepekatan larutan natrium tiosulfat, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ yang telah dicairkan, M_2 (mol dm^{-3})					
Kadar tindak balas, $\frac{1}{\text{masa}}$ (s^{-1})					

- Gunakan data daripada Jadual 7.6 untuk memplotkan graf kadar tindak balas, $\frac{1}{\text{masa}}$ melawan kepekatan larutan natrium tiosulfat, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, M_2 .
- Berdasarkan graf tersebut, rumuskan hubungan antara kadar tindak balas dengan kepekatan larutan natrium tiosulfat, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$.

Kesimpulan:

Adakah hipotesis yang dibuat dapat diterima? Apakah kesimpulan eksperimen ini?

Perbincangan:

- Mengapakah larutan di dalam kelalang kon menjadi keruh?
- Namakan bahan yang menyebabkan larutan menjadi keruh.
- Tanda ‘×’ tidak kelihatan apabila larutan di dalam kelalang kon mencapai satu tahap kekeruhan tertentu. Apakah langkah-langkah yang diamalkan dalam eksperimen ini untuk memastikan tahap kekeruhan yang sama dicapai dalam kelima-lima eksperimen?
- Apakah perubahan yang diukur dalam eksperimen ini untuk menentukan kadar tindak balas?



Sediakan laporan yang lengkap selepas menjalankan eksperimen ini.

Suhu

Hampir semua tindak balas berlaku dengan lebih cepat pada suhu tinggi, iaitu kadar tindak balas meningkat dengan peningkatan suhu. Bagi tindak balas yang berlaku pada suhu bilik, setiap peningkatan suhu sebanyak 10°C akan meningkatkan kadar tindak balas sebanyak 2 kali ganda.

**Eksperimen****7.3**

Tujuan: Mengkaji kesan suhu ke atas kadar tindak balas.

Pernyataan masalah: Bagaimanakah suhu boleh mempengaruhi kadar tindak balas?

Hipotesis: Semakin tinggi suhu larutan natrium tiosulfat, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, semakin singkat masa yang diambil untuk tanda ‘ \times ’ tidak kelihatan.

Pemboleh ubah:

- dimanipulasikan : Suhu larutan natrium tiosulfat, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$
- bergerak balas : Masa yang diambil untuk tanda ‘ \times ’ tidak kelihatan
- dimalarkan : Isi padu dan kepekatan asid sulfurik, H_2SO_4

Bahan: Asid sulfurik, H_2SO_4 1.0 mol dm^{-3} , larutan natrium tiosulfat, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0.2 mol dm^{-3} dan kertas putih dengan tanda ‘ \times ’ di tengah

Radas: Kelalang kon 150 cm^3 , silinder penyukat 10 cm^3 dan 50 cm^3 , jam randik, termometer, penunu Bunsen, kasa dawai dan tungku kaki tiga

Prosedur:

- Masukkan 50.0 cm^3 larutan natrium tiosulfat, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0.2 mol dm^{-3} ke dalam kelalang kon. Biarkan selama 5 minit.
- Rekod suhu larutan natrium tiosulfat, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0.2 mol dm^{-3} .
- Letakkan kelalang kon di atas tanda ‘ \times ’ pada kertas putih.
- Dengan berhati-hati dan cepat, tuangkan 5.0 cm^3 asid sulfurik, H_2SO_4 1.0 mol dm^{-3} ke dalam kelalang kon. Dalam masa yang sama, mulakan jam randik.
- Pusarkan kelalang kon secara perlahan-lahan. Letakkan kelalang kon di atas tanda ‘ \times ’ pada kertas putih semula.
- Perhatikan tanda ‘ \times ’ secara menegak dari mulut kelalang kon.
- Hentikan jam randik sebaik sahaja tanda ‘ \times ’ tidak kelihatan.
- Rekod masa yang diambil untuk tanda ‘ \times ’ tidak kelihatan dalam bentuk jadual.
- Ulang langkah 1 hingga 8 dengan menggunakan 50.0 cm^3 larutan natrium tiosulfat, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0.2 mol dm^{-3} yang dipanaskan pada suhu 40 °C, 45 °C, 50 °C, dan 55 °C.

Mentafsir data:

- Gunakan data yang diperoleh untuk memplotkan graf kadar tindak balas, $\frac{1}{\text{masa}}$ melawan suhu larutan natrium tiosulfat, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$.
- Berdasarkan graf tersebut, rumuskan hubungan antara kadar tindak balas dengan suhu larutan natrium tiosulfat, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$.

Kesimpulan:

Adakah hipotesis yang dibuat dapat diterima? Apakah kesimpulan eksperimen ini?

Perbincangan:

- Tulis persamaan ion bagi tindak balas antara natrium tiosulfat, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ dengan asid sulfurik, H_2SO_4 .
- Adakah asid sulfurik, H_2SO_4 boleh digantikan dengan asid hidroklorik, HCl? Jelaskan.



Sediakan laporan yang lengkap selepas menjalankan eksperimen ini.



Kehadiran Mangkin

Mangkin ialah bahan kimia yang mengubah kadar tindak balas tanpa mengalami sebarang perubahan kimia pada akhir tindak balas. Walaupun sifat kimia mangkin tidak berubah, tetapi sifat fiziknya boleh berubah. Sebagai contoh, ketulan mangkin boleh berubah menjadi serbuk.

Mangkin tidak mengubah kuantiti hasil tindak balas. Adakah penambahan mangkin akan meningkatkan kadar tindak balas?



Eksperimen 7.4



Tujuan: Mengkaji kesan kehadiran mangkin ke atas kadar tindak balas.

Pernyataan masalah: Bagaimanakah kehadiran mangkin boleh mempengaruhi kadar tindak balas?

Hipotesis: Kehadiran mangkin meningkatkan kadar tindak balas.

Pemboleh ubah:

- dimanipulasikan : Kehadiran mangkin
- bergerak balas : Kadar tindak balas
- dimalarkan : Jisim serbuk mangan(IV) oksida, MnO_2 , suhu dan isi padu larutan hidrogen peroksida, H_2O_2

Bahan: 20-isi padu larutan hidrogen peroksida, H_2O_2 , serbuk mangan(IV) oksida, MnO_2 dan air suling

Radas: Silinder penyukat 10 cm^3 , tabung uji, rak tabung uji, kayu uji berbara, corong turas, kertas turas, bikar 150 cm^3 , spatula dan penimbang elektronik

Prosedur:

- Labelkan dua tabung uji sebagai I dan II.
- Masukkan 5.0 cm^3 larutan hidrogen peroksida, H_2O_2 ke dalam tabung uji I dan tabung uji II secara berasingan.
- Letakkan kedua-dua tabung uji di dalam rak tabung uji.
- Masukkan 0.5 g serbuk mangan(IV) oksida, MnO_2 ke dalam tabung uji II. Dengan cepat, dekatkan sebatang kayu uji berbara ke mulut kedua-dua tabung uji.
- Perhatikan perubahan yang berlaku kepada kayu uji berbara dan catatkan pemerhatian.

Kepakatan larutan hidrogen peroksida

[http://bit.ly/
2LnAXrD](http://bit.ly/2LnAXrD)



Kesimpulan:

Adakah hipotesis yang dibuat dapat diterima? Apakah kesimpulan eksperimen ini?

Perbincangan:

- Apakah perubahan yang diperhatikan dan diukur dalam eksperimen ini?
- Terangkan bagaimana pemerhatian dalam (1) dapat mengesahkan penerimaan hipotesis.



Sediakan laporan yang lengkap selepas menjalankan eksperimen ini.

Lensa Kimia

Jisim mangkin tidak berubah sebelum dan selepas tindak balas. Anda boleh membandingkan jisim mangan(IV) oksida, MnO_2 , sebelum dan selepas tindak balas daripada Eksperimen 7.4 untuk membuktikan perkara ini.

Rajah 7.15 merumuskan kesan perubahan kepekatan, saiz bahan tindak balas, suhu dan mangkin ke atas kadar tindak balas.

Kepekatan bahan tindak balas **meningkat**

Saiz pepejal bahan tindak balas **berkurang**

Suhu tindak balas **meningkat**

Mangkin hadir

TIP Celik

Akronim KSSM

(Kurikulum Standard Sekolah Menengah) boleh membantu anda mengingat faktor-faktor yang mempengaruhi kadar tindak balas.

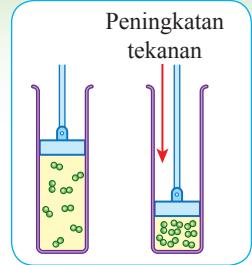
Layari laman sesawang <https://bit.ly/2S8cfdV> bagi melihat video kesan tekanan ke atas kadar tindak balas.



Rajah 7.15 Faktor-faktor yang mempengaruhi kadar tindak balas

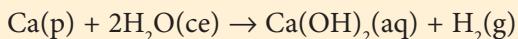
Lensa Kimia

Tekanan juga merupakan faktor yang mempengaruhi kadar tindak balas. Peningkatan tekanan pada tindak balas yang melibatkan gas akan mengubah kadar tindak balas. Apabila gas dimampatkan pada suhu tetap, zarah gas ditolak ke dalam ruang isi padu yang lebih kecil. Kepekatan gas bertambah dengan peningkatan tekanan. Peningkatan tekanan gas ini akan meningkatkan kadar tindak balas. Perubahan tekanan tidak memberi kesan ke atas kadar tindak balas yang melibatkan bahan tindak balas pepejal dan cecair kerana isi padu tidak berubah dengan tekanan.

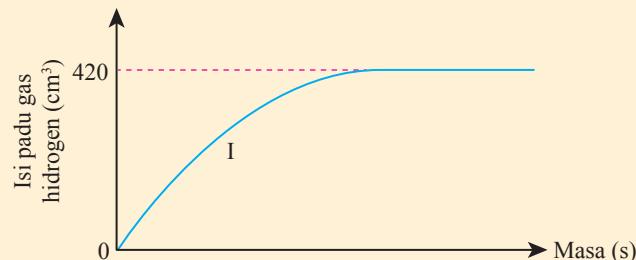


Contoh 2

Logam reaktif seperti kalsium bertindak balas dengan air untuk membebaskan gas hidrogen.



Dua eksperimen telah dijalankan untuk menentukan kadar tindak balas antara 0.7 g kepingan kalsium dengan 200 cm^3 air pada suhu yang berbeza. Eksperimen I dijalankan pada suhu bilik. Suhu air dinaikkan sebanyak 10°C bagi eksperimen II. Rajah di bawah menunjukkan graf isi padu gas hidrogen melawan masa bagi eksperimen I.

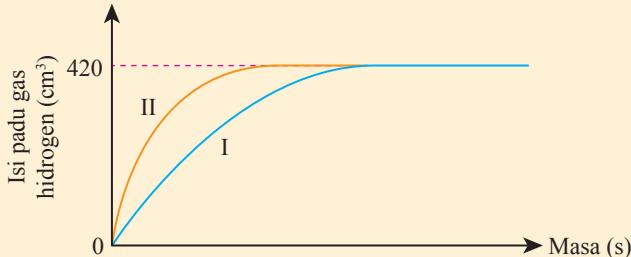


- Apakah jumlah isi padu gas hidrogen yang dihasilkan dalam eksperimen II? Terangkan jawapan anda.
- Salin semula graf di atas, lakarkan lengkung untuk eksperimen II.
- Apakah kesan suhu ke atas kadar tindak balas?

**Penyelesaian**

- (a) Jumlah isi padu gas hidrogen yang dihasilkan dalam eksperimen II = 420 cm^3
 Kuantiti bahan tindak balas (kalsium dan air) adalah sama untuk kedua-dua eksperimen, maka hasil tindak balas (gas hidrogen) mestilah sama.

(b)



- (c) Penambahan suhu air meningkatkan kadar tindak balas.

Contoh 3

Gastrik disebabkan oleh penghasilan terlalu banyak asid di dalam perut. Tablet antasid digunakan oleh doktor untuk meneutralalkan asid di dalam perut. Jadual 7.7 menunjukkan masa yang diambil oleh sebiji tablet antasid untuk bertindak balas lengkap dengan asid hidroklorik, HCl berlebihan dalam keadaan berlainan.

Jadual 7.7

Eksperimen	Isi padu asid hidroklorik, HCl (cm^3)	Kepekatan asid hidroklorik, HCl (mol dm^{-3})	Suhu asid hidroklorik, HCl ($^\circ\text{C}$)	Masa tindak balas (s)
I	50	1.0	30	120
II	50	2.0	30	60
III	100	2.0	30	60
IV	50	2.0	40	30

- (a) Bagi eksperimen I dan II, mengapakah masa tindak balas tidak sama?
 (b) Eksperimen yang manakah menunjukkan bahawa perubahan isi padu asid hidroklorik, HCl tidak mempengaruhi kadar tindak balas?
 (c) Mengapakah kadar tindak balas bagi eksperimen IV lebih tinggi daripada eksperimen II?
 (d) Selain faktor suhu dan kepekatan asid hidroklorik, HCl, apakah perubahan yang boleh dilakukan untuk meningkatkan kadar tindak balas dalam eksperimen I?

Penyelesaian

- (a) Eksperimen I menggunakan asid hidroklorik, HCl 1.0 mol dm^{-3} manakala eksperimen II menggunakan asid hidroklorik, HCl 2.0 mol dm^{-3} . Kepekatan asid hidroklorik, HCl adalah berbeza.
 (b) Eksperimen II dan III.
 (c) Suhu asid hidroklorik, HCl bagi eksperimen IV adalah lebih tinggi daripada eksperimen II.
 (d) Saiz tablet antasid. Hancurkan tablet antasid kepada serpihan kecil supaya jumlah luas permukaan menjadi lebih besar.

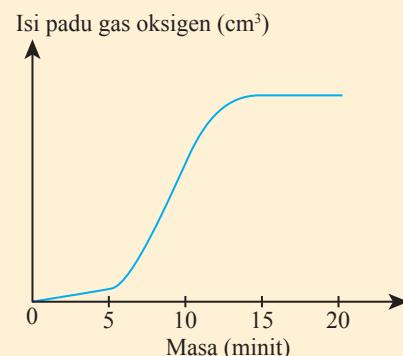
Contoh 4

Adnan menjalankan eksperimen untuk mengkaji penguraian hidrogen peroksida, H_2O_2 . Dia merekodkan isi padu gas oksigen yang terbebas. Pada minit yang ke-5, dia menambahkan satu spatula penuh serbuk hitam ke dalam larutan hidrogen peroksida, H_2O_2 . Rajah di sebelah menunjukkan graf jumlah isi padu gas oksigen terbebas melawan masa.

- Apakah kesan serbuk hitam ke atas kadar tindak balas?
- Apakah fungsi serbuk hitam?

Penyelesaian

- Penambahan serbuk hitam meningkatkan kadar tindak balas.
- Serbuk hitam bertindak sebagai mangkin.

**Aktiviti 7.4****Membincangkan penyelesaian masalah berkaitan dengan kadar tindak balas dan menentukan pemboleh ubah dalam suatu tindak balas**

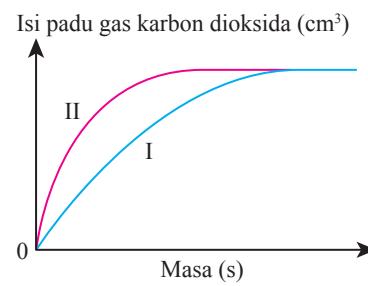
Secara berkumpulan, selesaikan masalah yang berikut:

- Rajah 7.16 menunjukkan graf isi padu gas karbon dioksida melawan masa bagi dua eksperimen, I dan II.

Jadual 7.7 menunjukkan keadaan dalam dua eksperimen itu.

Jadual 7.7

Eksperimen	Bahan tindak balas
I	1.0 g ketulan marmar, $CaCO_3$ + 50 cm^3 asid hidroklorik, HCl 0.5 mol dm^{-3} pada suhu bilik
II	Marmar, $CaCO_3$ + 50 cm^3 asid hidroklorik, HCl 0.5 mol dm^{-3}

**Rajah 7.16**

Cadangkan dua cara untuk menjalankan eksperimen II supaya graf seperti dalam Rajah 7.16 dapat diperoleh. Seterusnya, nyatakan semua pemboleh ubah yang terlibat.

- Hidrogen peroksida, H_2O_2 terurai secara perlahan-lahan pada suhu bilik untuk menghasilkan air dan oksigen. Penguraian hidrogen peroksida, H_2O_2 dapat dipercepat dengan kehadiran mangkin. Tiga eksperimen telah dijalankan untuk menentukan keberkesanan tiga jenis mangkin yang dapat menguraikan 50 cm^3 larutan hidrogen peroksida, H_2O_2 dengan 10-isi padu dengan lengkap. Jadual 7.8 menunjukkan keputusan eksperimen yang diperoleh.

Jadual 7.8

Jenis mangkin	Masa (s)	Isi padu gas oksigen dikumpulkan (cm^3)					
		10	20	30	40	50	60
Mangan(IV) oksida, MnO_2	57	82	93	100	100	100	
Kuprum(II) oksida, CuO	12	19	25	28	30	31	
Ferum, Fe	33	47	55	58	59	60	



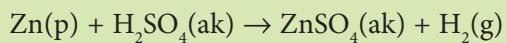
- (a) Tulis persamaan kimia bagi tindak balas penguraian hidrogen peroksida, H_2O_2 .
- (b) Huraikan secara ringkas bagaimana eksperimen tersebut dijalankan. Dalam huraian anda, sertakan yang berikut:
- Pernyataan masalah
 - Hipotesis
 - Semua pemboleh ubah
 - Rajah bagi susunan radas
- (c) Mangkin yang manakah paling berkesan untuk mempercepat penguraian hidrogen peroksida, H_2O_2 ? Terangkan jawapan anda.



Uji Kendiri 7.2

1. Kadar tindak balas dipengaruhi oleh beberapa faktor.

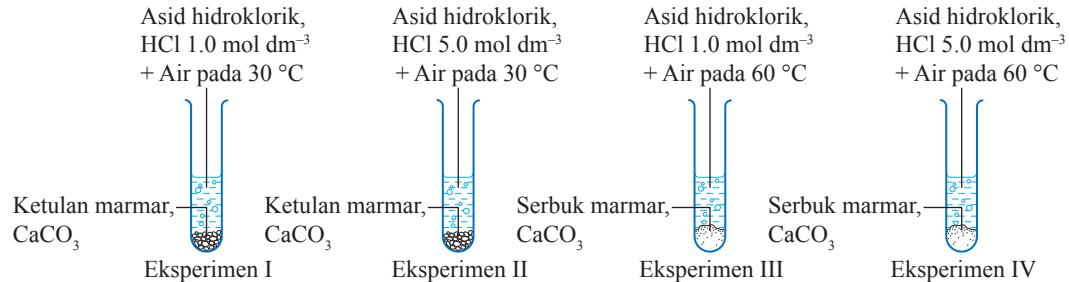
- (a) Nyatakan empat faktor yang boleh mempengaruhi kadar tindak balas.
- (b) Logam zink, Zn bertindak balas dengan asid sulfurik, H_2SO_4 berlebihan mengikut persamaan berikut:



Nyatakan empat cara untuk mempercepat tindak balas ini. Dalam jawapan anda, nyatakan pemboleh ubah dimanipulasikan dan pemboleh ubah dimalarkan.



2. Empat eksperimen untuk mengkaji tindak balas antara 2 g marmar, $CaCO_3$ dengan 15 cm^3 asid hidroklorik, HCl ditunjukkan dalam Rajah 7.17.



Rajah 7.17

- (a) Nyatakan perubahan yang dapat diperhatikan dan diukur untuk menentukan kadar tindak balas.
- (b) Apakah pemboleh ubah dimanipulasikan dalam eksperimen ini?
- (c) Eksperimen yang manakah mempunyai kadar tindak balas awal yang paling tinggi? Jelaskan jawapan anda.

**7.3**

Aplikasi Faktor yang Mempengaruhi Kadar Tindak Balas dalam Kehidupan

Kadar tindak balas adalah penting dalam kehidupan harian sama ada yang berlaku di dalam rumah maupun dalam industri. Pernahkah anda terfikir bagaimana cara memasak makanan dengan lebih cepat?

Standard Pembelajaran

Di akhir pembelajaran, murid boleh:

7.3.1 Menjelas dengan contoh aplikasi pengetahuan tentang faktor yang mempengaruhi kadar tindak balas dalam kehidupan.

Aktiviti**7.5**

Menyelesaikan masalah dalam pelbagai aktiviti kehidupan harian secara lakonan



1. Jalankan aktiviti ini secara *Role Play*.
2. Kumpulkan maklumat daripada pelbagai sumber untuk menyelesaikan masalah berikut:
 - (a) Bagaimakah cara memasak makanan dengan lebih cepat?
 - (b) Bagaimakah cara untuk mengekalkan susu dalam keadaan segar?
 - (c) Apakah cara untuk menghilangkan kesan darah pada pakaian?
3. Bincang dan sediakan skrip lakonan serta peralatan yang sesuai.
4. Persembahkan lakonan kumpulan anda di hadapan kelas dalam masa yang ditetapkan.

Faktor Saiz**Tindakan ubat**

Tablet antasid digunakan untuk merawat gastrik. Doktor menggalakkkan pesakit untuk mengunyah tablet berbanding dengan cara menelan. Memecahkan tablet kepada saiz yang lebih kecil akan menambahkan jumlah luas permukaan terdedah dan meningkatkan kadar tindak balas ubat dengan asid di dalam perut.

Memasak makanan

Kentang dipotong menjadi kepingan nipis atau jalur panjang supaya lebih cepat dimasak. Kepingan nipis kentang atau jalur kentang mempunyai jumlah luas permukaan terdedah yang lebih besar terhadap minyak masak berbanding dengan kentang yang tidak dipotong.



Gambar foto 7.4
Jalur kentang

Faktor Kepekatan**Kakisan oleh hujan asid**

Bangunan diperbuat daripada besi yang terletak berhampiran dengan kawasan perindustrian akan lebih cepat terkakis oleh hujan asid. Atmosfera di kawasan perindustrian mengandungi kepekatan sulfur dioksida yang tinggi. Apabila kepekatan bahan pencemar berasid meningkat, tahap keasidan hujan asid bertambah dan kadar kakisan meningkat.



Pembakaran petrol di dalam enjin kereta

Wap petrol dan udara dimampatkan di dalam kebuk pembakaran enjin kereta sebelum dibakar. Mampatan tersebut meningkatkan kepekatan wap petrol dan menyebabkan pembakaran petrol berlaku dengan sangat cepat sehingga meletup. Tenaga yang dibebaskan daripada pembakaran petrol digunakan untuk menggerakkan kereta.



Gambar foto 7.5 Pembakaran petrol di dalam enjin kereta

Faktor Suhu

Pembersihan

Mencuci pakaian dengan serbuk detergen dan air panas menggabungkan dua faktor yang meningkatkan kadar tindak balas. Proses mencuci pakaian bertambah cepat dalam keadaan ini.



Gambar foto 7.6
Mencuci pakaian

Memasak makanan

Selain daripada pengaruh saiz, makanan lebih cepat masak pada suhu yang tinggi. Air mendidih pada 100°C , manakala minyak masak belum mendidih walaupun dipanaskan sehingga 180°C . Oleh itu, makanan yang digoreng di dalam minyak akan lebih cepat masak.

Faktor Mangkin

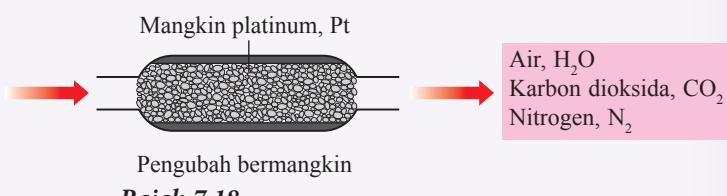
Pengubah bermangkin

Kereta moden dipasang dengan pengubah bermangkin seperti dalam Gambar foto 7.7 untuk mengurangkan pencemaran udara. Gas ekzos dari enjin kereta mengandungi bahan pencemar. Rajah 7.18 menunjukkan bagaimana pengubah bermangkin menukar bahan pencemar kepada bahan yang selamat dibebaskan ke dalam atmosfera dengan kehadiran mangkin platinum, Pt.



Gambar foto 7.7
Pengubah bermangkin

Baki hidrokarbon tak terbakar, C_xH_y
Karbon monoksida, CO
Nitrogen oksida, NO_x



Pembuatan alkohol

Etanol, $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, ialah bahan yang terdapat di dalam minuman beralkohol. Etanol dihasilkan melalui proses penapaian glukosa dengan bantuan enzim di dalam yis sebagai mangkin pada suhu 37°C .

**Aktiviti****7.6**

Membincangkan aplikasi pengetahuan tentang faktor yang mempengaruhi kadar tindak balas dalam aktiviti harian



1. Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
2. Carikan maklumat daripada pelbagai sumber bacaan dan carian melalui Internet berkaitan aplikasi pengetahuan tentang faktor yang mempengaruhi kadar tindak balas dalam aktiviti harian yang berikut:
 - (a) Pembakaran arang
 - (b) Penyimpanan makanan di dalam peti sejuk
 - (c) Memasak makanan di dalam periuk tekanan
 - (d) Proses penapaian dalam pembuatan tapai
3. Berdasarkan maklumat yang dikumpul, jalankan satu forum yang bertajuk "Kadar tindak balas dalam kehidupan harian".

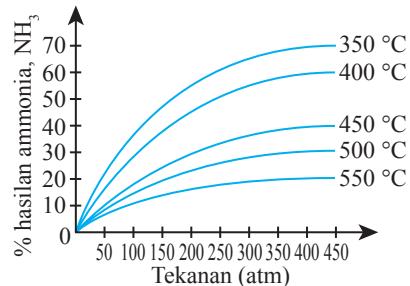
Uji Kendiri**7.3**

1. Isikan tempat kosong.
 - (a) Daging cepat masak jika dipotong dalam saiz yang _____.
 - (b) Di dalam peti sejuk, suhu _____ melambatkan pembiakan bakteria yang merosakkan makanan.
 - (c) Makanan di dalam periuk tekanan cepat masak kerana _____ yang tinggi.
 - (d) Batu arang cepat terbakar dalam bentuk serpihan kecil kerana jumlah luas permukaan _____ lebih besar.
2. Dalam industri, ammonia, NH_3 dihasilkan daripada gabungan terus antara nitrogen, N_2 dan hidrogen, H_2 . Ammonia, NH_3 digunakan untuk membuat baja bernitrogen.
Rajah 7.19 menunjukkan peratusan hasilan ammonia, NH_3 dalam keadaan berlainan.

(a) Nyatakan kesan ke atas peratusan hasilan ammonia, NH_3 dengan penambahan:

 - (i) suhu
 - (ii) tekanan

(b) Terangkan kelebihan dan kelemahan penggunaan suhu 350°C dan 550°C dalam proses penghasilan ammonia, NH_3 . Bagaimanakah kelemahan ini dapat diatasi?
3. Gas ekzos kereta mengandungi gas-gas pencemar yang terbentuk daripada pembakaran bahan api fosil di dalam enjin kereta.
 - (a) Namakan tiga gas pencemar di dalam ekzos kereta.
 - (b) Nitrogen, N_2 bergabung dengan oksigen, O_2 untuk membentuk nitrogen monoksida, NO di dalam enjin kereta. Pada suhu dan tekanan bilik, tindak balas ini berlaku dengan sangat perlahan. Mengapakah tindak balas ini dapat berlaku di dalam enjin kereta?

**Rajah 7.19**



7.4

Teori Perlanggaran

Menurut teori kinetik jirim, jirim terdiri daripada zarah yang halus dan diskrit yang sentiasa bergerak, iaitu bergetar pada kedudukan tetap dalam pepejal dan bergerak secara bebas dalam keadaan cecair dan gas. Oleh itu, zarah-zarah berlanggar antara satu sama lain.

Semasa zarah-zarah berlanggar, pemindahan tenaga berlaku. Zarah yang bergerak cepat memindahkan sedikit tenaga kepada zarah yang bergerak perlahan dan meningkatkan tenaga kinetiknya. Proses ini berulang dengan zarah-zarah lain. Maka, zarah-zarah tidak mempunyai tenaga kinetik yang sama dan sentiasa berubah.

Teori perlanggaran menerangkan bagaimana zarah bahan tindak balas berinteraksi menyebabkan tindak balas berlaku dan hasil tindak balas terbentuk.

Menurut teori perlanggaran,

- Zarah bahan tindak balas mesti berlanggar antara satu sama lain untuk tindak balas berlaku.
- Kadar tindak balas bergantung kepada frekuensi perlanggaran berkesan.

Bukan semua perlanggaran antara zarah bahan tindak balas akan menyebabkan tindak balas berlaku dan membentuk hasil tindak balas. Hanya perlanggaran berkesan yang menyebabkan tindak balas berlaku. Bagi menghasilkan perlanggaran berkesan, zarah bahan tindak balas mesti mempunyai tenaga yang sama dengan atau melebihi **tenaga pengaktifan** dan berlanggar pada orientasi yang betul.

Tenaga Pengaktifan

Zarah bahan tindak balas perlu mempunyai tenaga yang mencukupi untuk memulakan tindak balas. Dalam erti kata lain, tenaga pengaktifan diperlukan untuk memulakan tindak balas. Tenaga pengaktifan adalah seperti halangan tenaga yang perlu diatasi sebelum tindak balas bermula. Gambar foto 7.8 menunjukkan analogi halangan tersebut. Tenaga yang diperlukan oleh seekor kuda untuk melepasi halangan sama seperti tenaga pengaktifan yang diperlukan oleh zarah untuk memulakan tindak balas.

Zarah bahan tindak balas perlu mencapai tenaga minimum yang dikenali sebagai tenaga pengaktifan supaya dapat memecahkan ikatan dalam zarah bahan tindak balas dan dapat membentuk ikatan baharu dalam hasil tindak balas. Tindak balas berlainan mempunyai tenaga pengaktifan berlainan.

Standard Pembelajaran

Di akhir pembelajaran, murid boleh:

- 7.4.1 Menghuraikan teori perlanggaran.
- 7.4.2 Menjelaskan dengan contoh tenaga pengaktifan.
- 7.4.3 Mentafsir gambar rajah profil tenaga bagi tindak balas eksotermik dan endotermik.

Lensa Kimia

Perlanggaran zarah dengan tenaga yang kurang daripada tenaga pengaktifan atau orientasi yang tidak betul dipanggil perlanggaran tak berkesan.

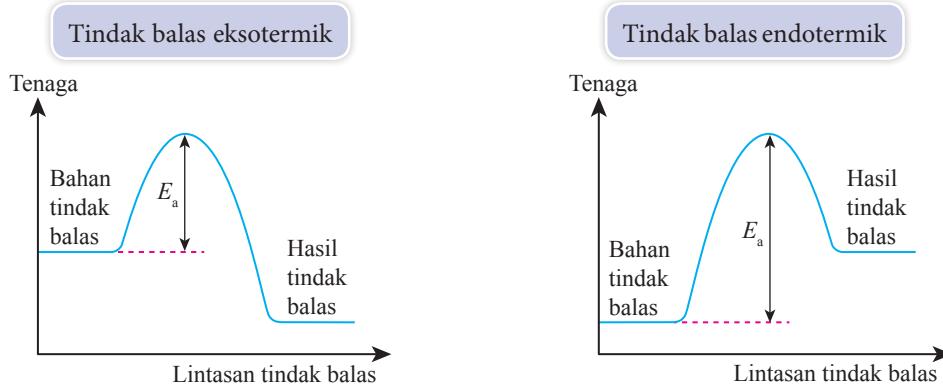
Teori perlanggaran

[http://bit.ly/
2x0f0Vr](http://bit.ly/2x0f0Vr)



Gambar foto 7.8 Analogi tenaga pengaktifan

Tenaga pengaktifan diwakili dengan simbol E_a . Dalam gambar rajah profil tenaga, tenaga pengaktifan merupakan perbezaan tenaga dari paras tenaga bahan tindak balas dengan tenaga di puncak lengkung graf.

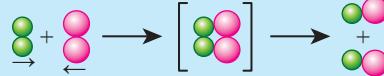


Rajah 7.20 Gambar rajah profil tenaga

Dalam tindak balas eksotermik, jumlah tenaga bahan tindak balas melebihi jumlah tenaga hasil tindak balas. Dalam tindak balas endotermik, jumlah tenaga hasil tindak balas melebihi jumlah tenaga bahan tindak balas.

Orientasi Perlanggaran

Zarah bahan tindak balas perlu berada pada orientasi tertentu untuk menghasilkan perlanggaran berkesan. Rajah 7.21 menunjukkan perlanggaran antara zarah bahan tindak balas pada orientasi yang betul bagi membolehkan ikatan lama dipecahkan dan ikatan baharu terbentuk.



Rajah 7.21

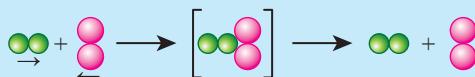
Teori perlanggaran (Bahagian 2)

[http://bit.ly/
2wY0gqo](http://bit.ly/2wY0gqo)



Teori perlanggaran (Bahagian 3)

[http://bit.ly/
2WPw7IY](http://bit.ly/2WPw7IY)



Rajah 7.22

Perlanggaran Berkesan dan Kadar Tindak Balas

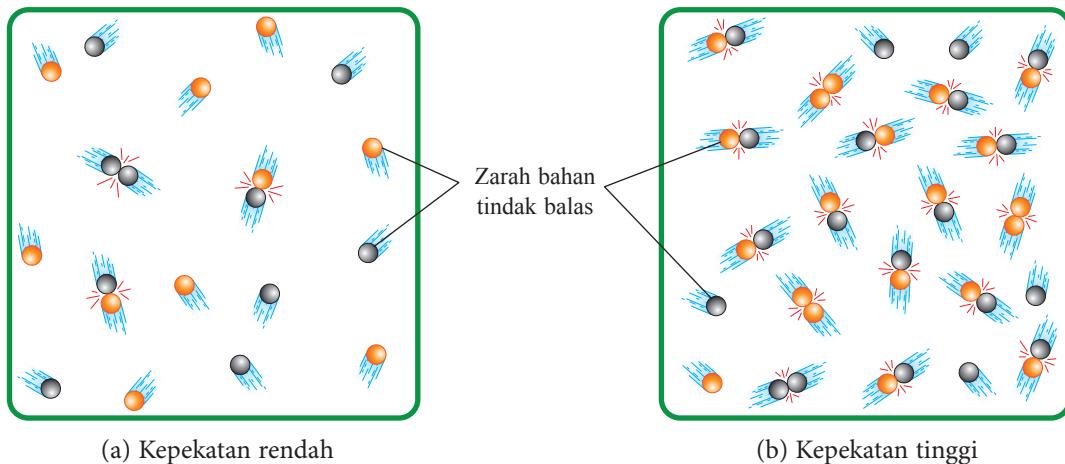
Kadar tindak balas bergantung kepada kadar perlanggaran yang berjaya antara zarah bahan tindak balas. Lebih tinggi frekuensi zarah bahan tindak balas berlanggar dengan tenaga yang mencukupi dan pada orientasi yang betul, lebih cepat tindak balas akan berlaku. Dalam erti kata lain, kadar tindak balas bergantung kepada frekuensi perlanggaran berkesan.



Lebih tinggi frekuensi perlanggaran berkesan, lebih tinggi kadar tindak balas.
Lebih rendah frekuensi perlanggaran berkesan, lebih rendah kadar tindak balas.

Kesan Kepekatan ke atas Kadar Tindak Balas

Berdasarkan Rajah 7.23, yang manakah menunjukkan frekuensi perlanggaran yang lebih tinggi?



Rajah 7.23 Kesan kepekatan bahan tindak balas ke atas kadar tindak balas

Apabila **kepekatan** bahan tindak balas bertambah,

- bilangan zarah per unit isi padu bertambah
- frekuensi perlanggaran antara zarah-zarah bertambah
- frekuensi perlanggaran berkesan antara zarah-zarah bertambah
- kadar tindak balas bertambah

Bagi tindak balas yang melibatkan gas, perubahan tekanan adalah sama dengan perubahan kepekatan gas. Apakah kesan tekanan gas ke atas kadar tindak balas?

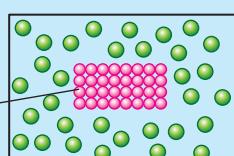
Apabila **tekanan gas** bertambah,

- bilangan zarah gas per unit isi padu bertambah
- frekuensi perlanggaran antara zarah-zarah bertambah
- frekuensi perlanggaran berkesan antara zarah-zarah bertambah
- kadar tindak balas bertambah

Kesan Saiz Bahan Tindak Balas ke atas Kadar Tindak Balas

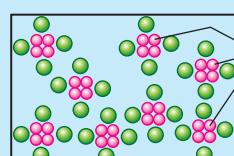
Apabila ketulan pepejal bahan tindak balas dipecahkan menjadi cebisan kecil, jumlah isi padu bahan tindak balas kekal sama. Namun begitu, jumlah luas permukaan bahan tindak balas akan bertambah. Rajah 7.24 menerangkan kesan saiz bahan tindak balas ke atas kadar tindak balas.

Hanya zarah di luar pepejal bahan tindak balas berwarna merah jambu dapat berlanggar dengan zarah bahan tindak balas berwarna hijau



Ketulan pepejal bahan tindak balas

Dipecahkan



Cebisan kecil pepejal bahan tindak balas

Luas permukaan terdedah bertambah membolehkan lebih banyak zarah berwarna merah jambu dapat berlanggar dengan zarah berwarna hijau

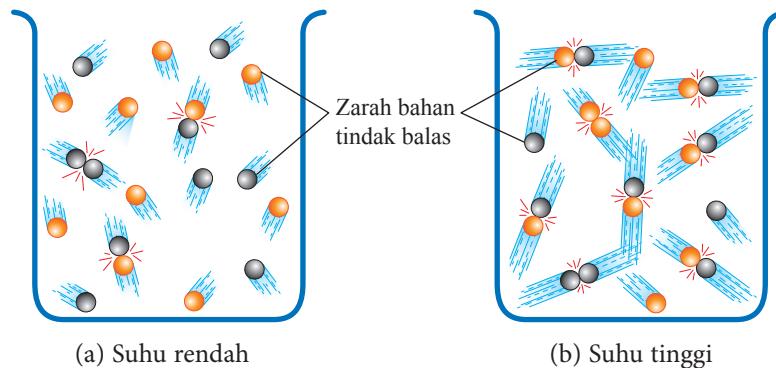
Rajah 7.24 Kesan saiz bahan tindak balas ke atas kadar tindak balas

Apabila **jumlah luas permukaan** bahan tindak balas bertambah,

- jumlah luas permukaan terdedah kepada perlanggaran bertambah
- frekuensi perlanggaran antara zarah-zarah bertambah
- frekuensi perlanggaran berkesan antara zarah-zarah bertambah
- kadar tindak balas bertambah

Kesan Suhu ke atas Kadar Tindak Balas

Pertambahan suhu dapat meningkatkan kadar tindak balas. Fenomena ini diterangkan seperti dalam Rajah 7.25.



(a) Suhu rendah

(b) Suhu tinggi

Rajah 7.25 Kesan suhu ke atas kadar tindak balas

Apabila **suhu** bertambah,

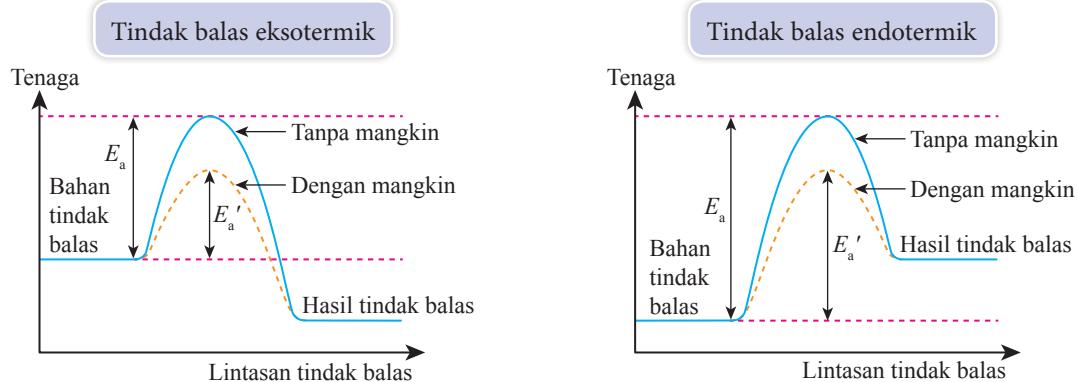
- tenaga kinetik zarah bahan tindak balas bertambah
- lebih banyak zarah bertenaga untuk mengatasi tenaga pengaktifan
- frekuensi perlanggaran berkesan antara zarah-zarah bertambah
- kadar tindak balas bertambah

Suhu ialah satu ukuran purata tenaga kinetik zarah.



Kesan Mangkin ke atas Kadar Tindak Balas

Mangkin terlibat dalam tindak balas, tetapi mangkin tidak berubah secara kimia pada akhir tindak balas. Mangkin menyediakan lintasan tindak balas alternatif yang memerlukan tenaga pengaktifan, E'_a yang kurang daripada tenaga pengaktifan, E_a lintasan tindak balas asal.



Penunjuk: E_a = Tenaga pengaktifan tanpa mangkin E_a' = Tenaga pengaktifan dengan mangkin

Rajah 7.26 Kesan mangkin ke atas magnitud tenaga pengaktifan

Apabila **mangkin** hadir,

- mangkin menyediakan lintasan alternatif dengan merendahkan tenaga pengaktifan
- lebih banyak zarah-zarah bahan tindak balas dapat mencapai tenaga pengaktifan itu
- frekuensi perlanggaran berkesan antara zarah-zarah bertambah
- kadar tindak balas bertambah



Aktiviti 7.7



PAK 21

PK



Mengkonsepsikan teori perlenggaran dalam tindak balas yang dipengaruhi oleh suhu, saiz bahan tindak balas, tekanan, kepekatan dan mangkin

1. Jalankan aktiviti ini secara *Gallery Walk*.
 2. Dapatkan maklumat berikut daripada pelbagai sumber bacaan dan carian melalui Internet.
 - (a) Teori perlenggaran
 - (b) Penggunaan teori perlenggaran untuk menerangkan pengaruh faktor berikut ke atas kadar tindak balas.
- Kepekatan

Tekanan

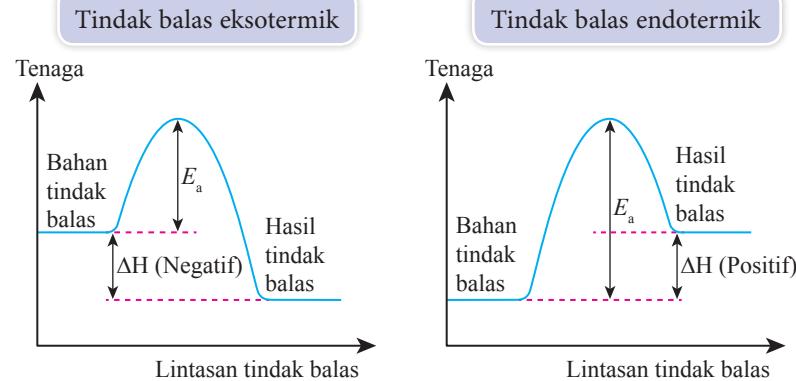
Saiz bahan tindak balas

Suhu

Mangkin
3. Bincangkan bersama-sama ahli kumpulan anda dan sediakan persembahan yang menarik.
 4. Pamerkan hasil kerja kumpulan anda di dalam kelas. Bergerak dalam kumpulan untuk melihat hasil kerja kumpulan lain.
 5. Tulis komen tentang hasil kerja kumpulan lain pada *sticky note* dan tampalkan pada hasil kerja tersebut.

Tindak Balas Eksotermik dan Endotermik

Perubahan tenaga boleh berlaku semasa tindak balas kimia. Tindak balas yang membebaskan tenaga haba ke persekitaran dipanggil **tindak balas eksotermik**. Sebaliknya, tindak balas yang menyerap tenaga haba daripada persekitaran dipanggil **tindak balas endotermik**. Semua tindak balas eksotermik atau endotermik mempunyai tenaga pengaktifan, E_a yang mesti diatasi oleh zarah bahan tindak balas.



Rajah 7.27 Gambar rajah profil tenaga bagi tindak balas eksotermik dan endotermik

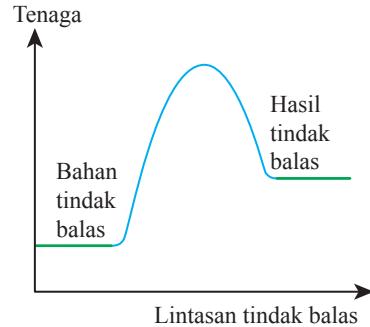
Perubahan kandungan tenaga yang berlaku semasa bahan tindak balas bertukar kepada hasil tindak balas dipanggil haba tindak balas dan diwakili dengan simbol ΔH .



Anda akan belajar lebih lanjut tentang tindak balas eksotermik dan endotermik dalam topik termokimia di Tingkatan 5.

Uji Kendiri 7.4

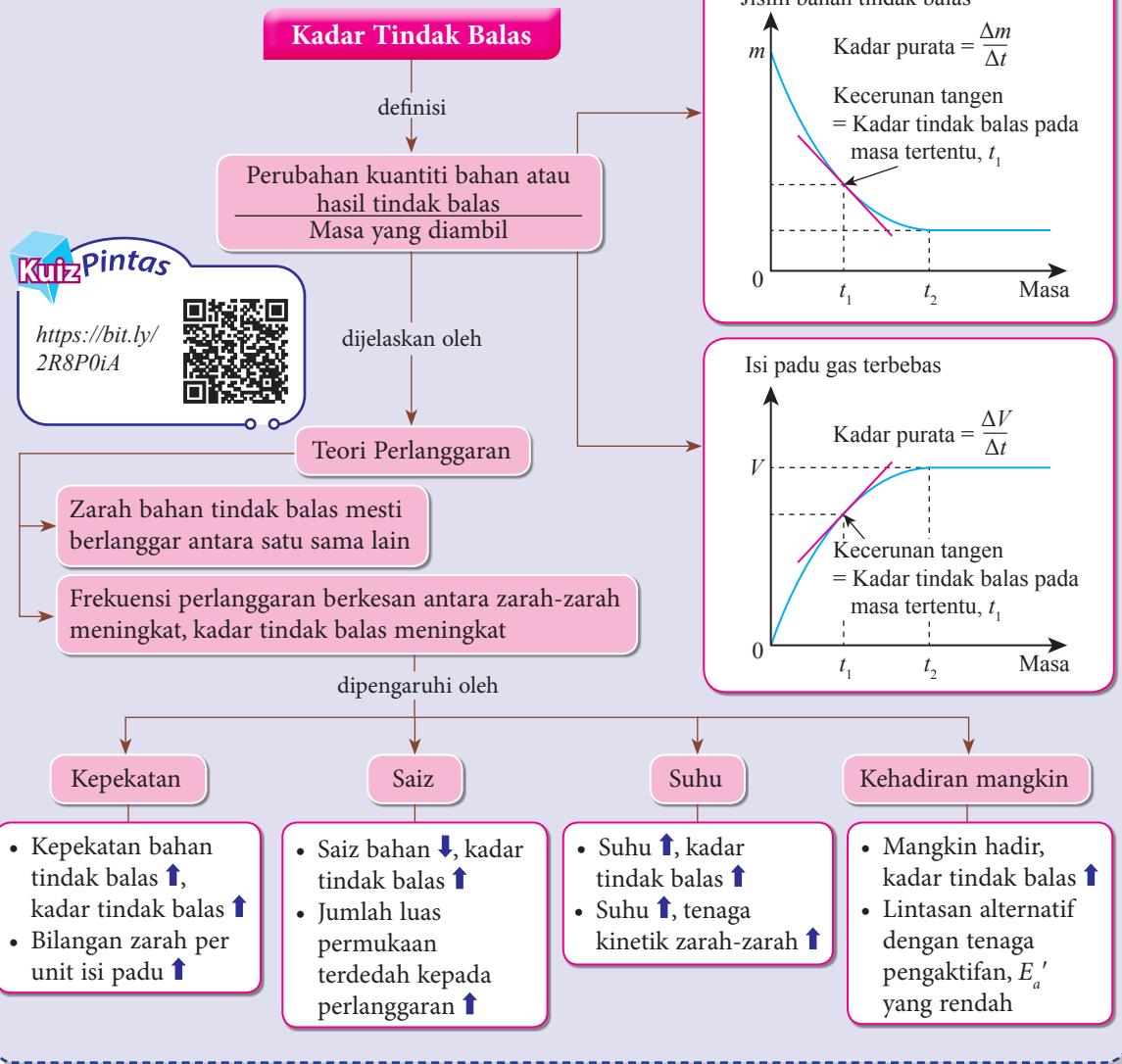
- Teori Kinetik Jirim menyatakan zarah di dalam jirim sentiasa bergerak. Tandakan (✓) bagi pernyataan yang benar dan (✗) bagi pernyataan yang salah.
 - Pada suhu tetap, semua zarah bergerak dengan halaju yang sama.
 - Zarah di dalam pepejal bergerak bebas.
 - Perlenggaran antara zarah adalah rawak.
 - Tenaga kinetik zarah bertambah dengan peningkatan suhu.
- Teori perlenggaran digunakan oleh ahli sains untuk menerangkan bagaimana tindak balas kimia berlaku. Nyatakan dua syarat penting dalam perlenggaran berkesan.
- Mangkin boleh membantu mempercepat tindak balas kimia. Bagaimanakah mangkin dapat mempercepat sesuatu tindak balas kimia?
- Semua tindak balas termasuk eksotermik dan endotermik mempunyai tenaga pengaktifan yang mesti diatasi oleh zarah bahan tindak balas.
 - Apakah yang anda faham tentang istilah tenaga pengaktifan?
 - Tanda dan labelkan tenaga pengaktifan pada Rajah 7.28.
 - Lengkapkan pernyataan berikut:
 - Tindak balas eksotermik _____ haba ke _____.
 - Tindak balas endotermik _____ haba dari _____.



Rajah 7.28



Rantaian Konsep



REFLEKSI Kendiri

1. Apakah perkara baharu yang telah anda pelajari dalam **Kadar Tindak Balas**?
2. Apakah topik yang paling menarik dalam **Kadar Tindak Balas**? Mengapa?
3. Berikan beberapa contoh aplikasi **Kadar Tindak Balas** dalam kehidupan harian.
4. Nilaikan prestasi anda dalam **Kadar Tindak Balas** dengan menggunakan skala 1 hingga 10, 1 adalah paling rendah manakala 10 adalah paling tinggi. Mengapakah anda menilai diri pada tahap itu?
5. Apakah yang boleh anda lakukan untuk meningkatkan penguasaan anda dalam **Kadar Tindak Balas**?

<https://bit.ly/2TjWLU6>



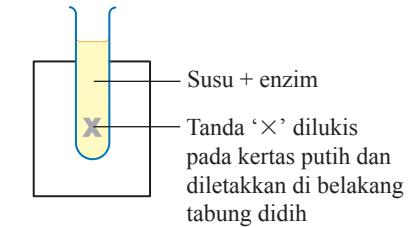


Penilaian Prestasi 7

7

- Kadar tindak balas mengukur perubahan kuantiti bahan tindak balas atau hasil tindak balas dalam satu unit masa.
 - Nyatakan tiga unit untuk mengukur kuantiti bahan.
 - Bagi setiap unit ukuran kuantiti bahan dalam 1(a), nyatakan unit sepadan bagi kadar tindak balas.
- Dalam kehidupan harian, terdapat tindak balas kimia yang berlaku dengan cepat atau perlahan. Beberapa contoh diberikan di bawah. Susun tindak balas tersebut berdasarkan kelajuan kadar tindak balas mengikut tertib menurun.

(a) Pereputan pisang	(d) Pembakaran gas dapur
(b) Membakar kek	(e) Penggaratan paku besi
(c) Merebus telur	
- Satu enzim penghadam protein digunakan untuk mengkaji kesan perubahan suhu ke atas kadar pencernaan protein di dalam susu. Susunan radas ditunjukkan dalam Rajah 1. Masa diukur ialah masa yang diambil untuk enzim menyingsirkan semua protein dan susu menjadi jernih, iaitu sehingga tanda ‘×’ kelihatan. Jadual 1 menunjukkan keputusan eksperimen yang diperoleh.

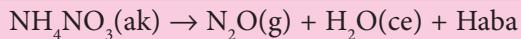
**Rajah 1****Jadual 1**

Suhu (°C)	15.0	25.0	35.0	45.0	55.0	65.0
Masa yang diambil untuk tanda ‘×’ kelihatan (minit)	12.0	7.0	2.5	4.0	7.0	19.0
$\frac{1}{\text{masa}} \text{ (minit}^{-1}\text{)}$						

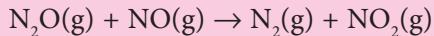
- Nyatakan perubahan yang diperhatikan dan diukur.
 - Nyatakan boleh ubah dimanipulasikan dan boleh ubah dimalarkan.
 - Masa tindak balas ditentukan dengan mengukur masa, iaitu masa yang diambil untuk larutan susu menjadi jernih.
 - Apakah hubungan antara kadar tindak balas dengan masa?
 - Lengkapkan Jadual 1 dengan menghitung nilai $\frac{1}{\text{masa}}$.
 - Plotkan graf $\frac{1}{\text{masa}}$ melawan suhu.
 - Apakah kesimpulan yang anda boleh rumus berdasarkan graf dalam (c)(iii)? Jelaskan jawapan anda.
- Teori perlanggaran menjelaskan bagaimana zarah bahan tindak balas berinteraksi untuk menyebabkan tindak balas berlaku dan hasil tindak balas terbentuk.
 - Apakah dua prinsip utama dalam teori perlanggaran?



- (b) Dinitrogen monoksida, N_2O , dikenali sebagai *laughing gas* (gas ketawa) dihasilkan daripada tindak balas berikut:



- (i) Imbangkan persamaan di atas.
 - (ii) Lukiskan gambar rajah profil tenaga bagi tindak balas yang berlabel lengkap termasuk tenaga pengaktifan.
- (c) Dinitrogen monoksida, N_2O bertindak balas dengan nitrogen monoksida, NO untuk membentuk nitrogen, N_2 dan nitrogen dioksida, NO_2 .



Bahan tindak balas, dinitrogen monoksida, N_2O dan nitrogen monoksida, NO perlu berlanggar pada orientasi yang betul untuk menghasilkan perlanggaran berkesan dan tindak balas berlaku. Rajah 2 menunjukkan susunan atom bahan dan hasil tindak balas.



Penunjuk:

- Atom N
- Atom O

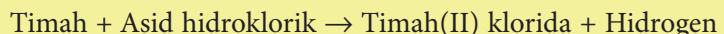
Rajah 2

Lukiskan orientasi zarah bahan tindak balas, dinitrogen monoksida, N_2O dan nitrogen monoksida, NO, yang menghasilkan perlanggaran berkesan.



Sudut Pengayaan

- 1.0 g serbuk marmar, CaCO_3 ditambahkan ke dalam 50 cm^3 asid hidroklorik, HCl dengan kepekatan 0.5 mol dm^{-3} dan 1.0 mol dm^{-3} serentak. Asid di dalam setiap bikar adalah berlebihan. Tindak balas yang manakah berlaku dengan lebih cepat? Jelaskan jawapan anda dengan menggunakan teori perlanggaran.
2. Asid bertindak balas dengan logam untuk menghasilkan garam dan gas hidrogen. Satu contoh tindak balas ditunjukkan di bawah:



Masa tindak balas yang berlaku dapat diukur dengan mencatat isi padu gas terbebas pada selang masa tertentu. Rancangkan eksperimen untuk mengkaji kesan saiz pepejal zarah bahan tindak balas ke atas kadar tindak balas. Dalam jawapan anda, sertakan maklumat berikut:

- (a) Lakaran susunan radas
- (b) Isi padu dan kepekatan asid yang digunakan
- (c) Jisim dan keadaan fizik timah
- (d) Suhu tindak balas
- (e) Prosedur eksperimen
- (f) Graf yang sesuai
- (g) Penjelasan tentang kesimpulan yang diperoleh

Semak Jawapan

[https://bit.ly/
2DpS7Po](https://bit.ly/2DpS7Po)

