

4.4 Hukum Gas

Tekanan, Suhu dan Isi Padu Gas

Gambar foto 4.3 menunjukkan satu plastik udara kembung yang digunakan dalam pembungkusan barangan. Apabila plastik tersebut dimampatkan, udara yang mengisi plastik tersebut memberikan suatu tentangan. Pemerhatian itu boleh dijelaskan dari segi kelakuan molekul berdasarkan Teori Kinetik Gas.



Gambar foto 4.3 Plastik udara kembung dimampatkan



Aktiviti 4.9

KIAK KMK

Tujuan: Memerhatikan kelakuan molekul gas melalui simulasi komputer

Arahan:

1. Jalankan aktiviti ini dalam bentuk *Think-Pair-Share*.
2. Layari laman sesawang yang diberi untuk melihat simulasi mengenai kelakuan molekul gas. Berdasarkan simulasi tersebut, bincangkan perkara berikut:
 - (a) Pergerakan molekul gas
 - (b) Ruang yang diisi oleh molekul gas
 - (c) Arah pergerakan molekul
 - (d) Perlanggaran antara molekul gas dengan dinding bekas
 - (e) Kesan pertambahan dan pengurangan tekanan, suhu dan isi padu gas terhadap kelakuan molekul gas
3. Persembahkan hasil dapatan anda.

Simulasi kelakuan molekul gas



<https://bit.ly/2CSb2zq>

Jadual 4.8 menerangkan tekanan, suhu dan isi padu gas di dalam sebuah bekas tertutup berdasarkan Teori Kinetik Gas.

Jadual 4.8 Tekanan, suhu dan isi padu gas berdasarkan Teori Kinetik Gas

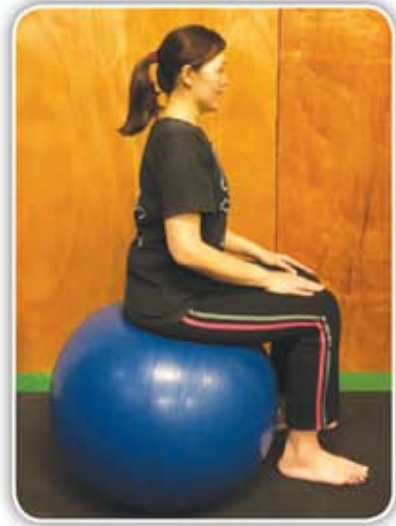
Ciri gas	Huraian
Tekanan	• Molekul gas sentiasa bergerak secara rawak. • Apabila molekul gas berlanggar dengan dinding bekas dan melantun balik, daya dikenakan ke atas dinding bekas itu. • Daya per unit luas ialah tekanan gas itu.
Suhu	• Tenaga kinetik purata molekul meningkat dengan suhu gas.
Isi padu	• Molekul gas bebas bergerak dan memenuhi seluruh ruang bekas itu. • Isi padu gas sama dengan isi padu bekasnya.

Jadual 4.9 Unit S.I. dan unit lain bagi tekanan, suhu dan isi padu gas

Kuantiti	Unit S.I.	Simbol bagi unit S.I.	Unit lain
Tekanan, P	pascal	Pa	cm Hg
Suhu, T	kelvin	K	°C, °F
Isi padu, V	(meter) ³	m ³	mm ³ , cm ³ , ml

Hubungan antara Tekanan dengan Isi Padu bagi Suatu Gas

Gambar foto 4.4 menunjukkan sebuah bola senaman yang termampat apabila seseorang duduk di atasnya. Apakah yang berlaku kepada tekanan udara di dalam bola itu?



Gambar foto 4.4 Bola senaman dimampatkan



Eksperimen

4.4

Inferens: Isi padu suatu gas mempengaruhi tekanan gas

Hipotesis: Semakin kecil isi padu gas, semakin tinggi tekanan gas

Tujuan: Menentukan hubungan antara isi padu dengan tekanan bagi suatu gas berjisim tetap pada suhu malar

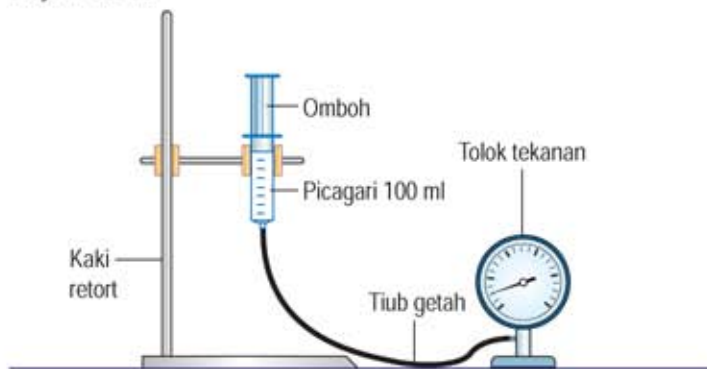
Pemboleh ubah:

- (a) Dimanipulasikan: Isi padu, V
- (b) Bergerak balas: Tekanan, P
- (c) Dimalarkan: Suhu dan jisim udara

Radas: Picagari 100 ml, tiub getah, tolok tekanan dan kaki retort

Prosedur:

1. Sediakan susunan radas seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 4.24.



Rajah 4.24



Layari laman web berikut untuk menjalankan eksperimen hukum Boyle secara interaktif.



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



<https://bit.ly/2By7tit>

2. Laraskan omboh supaya isi padu udara di dalam picagari ialah 100 ml. Kemudian, sambungkan hujung picagari kepada tolok tekanan.
3. Ambil bacaan isi padu dan tekanan awal bagi udara di dalam picagari. Rekodkan bacaan dalam Jadual 4.10.
4. Tolak omboh dengan perlahan sehingga isi padu udara di dalam picagari menjadi 90 ml. Ambil bacaan tekanan udara itu dan rekodkan bacaan dalam jadual.
5. Ulangi langkah 4 dengan isi padu 80 ml, 70 ml dan 60 ml.
6. Rekodkan semua bacaan tekanan, P dalam jadual.

Keputusan:

Jadual 4.10

Isi padu, V / ml	Tekanan, P / kPa	$\frac{1}{V}$ / ml ⁻¹
60		
70		
80		
90		
100		

Analisis data:

Plotkan graf tekanan, P melawan isi padu, V dan graf P melawan $\frac{1}{V}$.

Kesimpulan:

Apakah kesimpulan yang dapat dibuat daripada eksperimen ini?

Sediakan laporan yang lengkap bagi eksperimen ini.

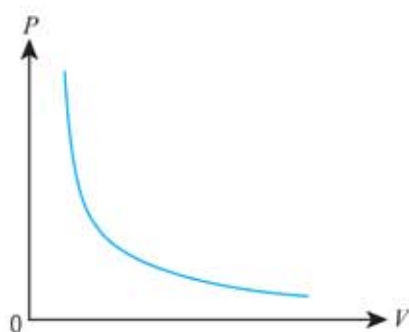
Perbincangan:

1. Mengapakah picagari dengan isi padu yang lebih besar digunakan?
2. Mengapakah omboh itu ditolak dengan perlahan ke dalam picagari?

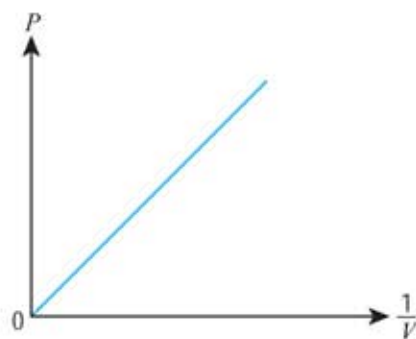


Eksperimen 4.4 menunjukkan bahawa tekanan gas bertambah apabila isi padu gas itu dikurangkan. Apakah hubungan antara tekanan dengan isi padu suatu gas pada suhu malar?

Berdasarkan Eksperimen 4.4, hubungan antara tekanan dengan isi padu bagi suatu gas boleh dilihat melalui graf-graf dalam Rajah 4.25.



(a) Graf P melawan V



(b) Graf P melawan $\frac{1}{V}$

Rajah 4.25 Hubungan antara tekanan dengan isi padu gas

Graf P melawan V menunjukkan bahawa tekanan berkurang dengan isi padu. Graf P melawan $\frac{1}{V}$ pula menunjukkan satu garis lurus yang melalui titik asalan. Hal ini membuktikan bahawa tekanan berkadar songsang dengan isi padu.

Hukum Boyle menyatakan bahawa tekanan berkadar songsang dengan isi padu bagi suatu gas berjisim tetap pada suhu malar.

$$P \propto \frac{1}{V}$$

$$P = k\left(\frac{1}{V}\right)$$

iaitu k ialah suatu pemalar

P = tekanan gas (Pa)

V = isi padu gas (m^3)

Dengan itu, $PV = k$

Katakan suatu gas mengalami perubahan tekanan dan isi padu daripada keadaan 1 kepada keadaan 2.

Daripada $PV = k$, keadaan awal gas, $P_1 V_1 = k$

keadaan akhir gas, $P_2 V_2 = k$

Maka, $P_1 V_1 = P_2 V_2$



INTEGRASI SEJARAH



Robert Boyle (1627–1691) merupakan seorang saintis yang menekankan kaedah saintifik semasa melakukan penyiasatan. Melalui data eksperimen, beliau membuat kesimpulan bahawa isi padu suatu gas berkadar songsang dengan tekanan gas itu.



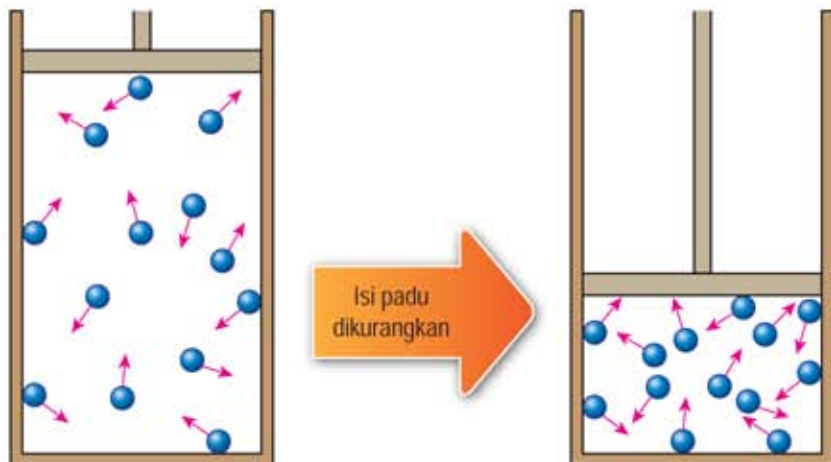
<https://bit.ly/2LghIw8>

EduwebTV: Hukum Boyle



<http://bit.ly/2Mt0M6J>

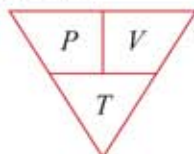
Rajah 4.26 menunjukkan suatu gas berjisim tetap dimampatkan pada suhu malar. Apabila isi padu gas itu dikurangkan, bilangan molekul yang sama bergerak dalam ruang yang lebih kecil. Bilangan molekul per unit isi padu bertambah. Hal ini menyebabkan kadar perlanggaran antara molekul dengan dinding bekas bertambah. Daya per unit luas pada permukaan dinding bekas turut bertambah. Dengan itu, tekanan gas bertambah.



Rajah 4.26 Suatu gas berjisim tetap dimampatkan pada suhu malar

INFO BESTARI

Segi tiga PVT:



Untuk Hukum Boyle, suhu adalah malar.



$PV = \text{pemalar}$

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

Contoh 1

Udara di dalam sebuah picagari tertutup mempunyai isi padu 60 cm^3 dan tekanan 108 kPa . Omboh picagari itu ditolak untuk memampatkan udara itu sehingga isi padu 48 cm^3 . Hitungkan tekanan udara termampat itu.

Penyelesaian:

Langkah 1

Senaraikan maklumat yang diberi dengan simbol.

$$\begin{cases} P_1 = 108 \text{ kPa} \\ P_2 = \text{tekanan udara termampat} \\ V_1 = 60 \text{ cm}^3 \\ V_2 = 48 \text{ cm}^3 \end{cases}$$

Langkah 2

Kenal pasti dan tulis rumus yang digunakan.

$$\begin{cases} \text{Suhu gas tidak berubah.} \\ \text{Rumus Hukum Boyle digunakan.} \\ P_1 V_1 = P_2 V_2 \end{cases}$$

Langkah 3

Buat gantian numerikal ke dalam rumus dan lakukan penghitungan.

$$\begin{cases} 108 \times 60 = P_2 \times 48 \\ P_2 = \frac{108 \times 60}{48} \\ = 135 \text{ kPa} \end{cases}$$

Hubungan antara Isi Padu dengan Suhu bagi Suatu Gas

Gambar foto 4.5 menunjukkan sebuah botol plastik berisi udara di dalam peti sejuk. Apakah yang berlaku kepada isi padu udara di dalam botol itu?



(a) Botol plastik sebelum disejukkan



(b) Botol plastik selepas disejukkan

Gambar foto 4.5 Keadaan botol plastik di dalam peti sejuk sebelum dan selepas disejukkan



Eksperimen

4.5

Inferens: Suhu suatu gas mempengaruhi isi padu gas

Hipotesis: Semakin tinggi suhu, semakin besar isi padu gas

Tujuan: Menentukan hubungan antara suhu dengan isi padu bagi suatu gas berjisim tetap pada tekanan malar

Pemboleh ubah:

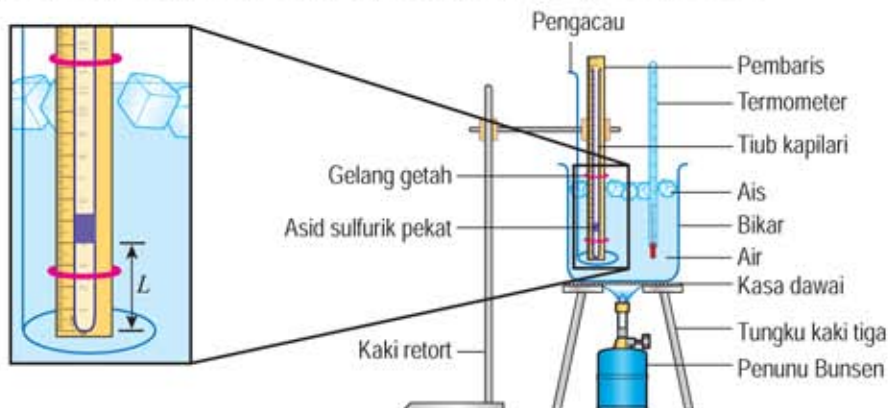
- (a) Dimanipulasikan: Suhu, θ
- (b) Bergerak balas: Isi padu, V yang diwakili oleh panjang turus udara, L di dalam tiub kapilari
- (c) Dimalarkan: Tekanan dan jisim udara

Radas: Tiub kapilari yang mengandungi udara terperangkap oleh satu turus asid sulfurik pekat, bikar 500 ml, termometer, pembaris, penunu Bunsen, tungku kaki tiga, kasa dawai, pengacau dan kaki retort

Bahan: Air, ais dan gelang getah

Prosedur:

1. Sediakan susunan radas seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 4.27.



Rajah 4.27

2. Panaskan air dengan perlahan dan kacau air itu secara berterusan sehingga suhu air itu mencapai 30°C .
3. Ambil bacaan panjang turus udara, L dalam tiub kapilari itu. Rekodkan bacaan dalam Jadual 4.11.
4. Ulangi langkah 2 dan 3 dengan suhu 40°C , 50°C , 60°C , 70°C dan 80°C .
5. Rekodkan semua bacaan panjang turus udara, L dalam Jadual 4.11.

Keputusan:

Jadual 4.11

Suhu, $\theta / ^{\circ}\text{C}$	Panjang turus udara, L / cm
30	
40	
50	
60	
70	
80	

Analisis data:

1. Plotkan graf panjang turus udara, L melawan suhu, θ . Paksi- θ hendaklah meliputi julat 0°C hingga 100°C .
2. Ekstrapolasi graf L melawan θ sehingga $\theta = 0^{\circ}\text{C}$.
3. Plotkan semula graf L melawan θ dengan paksi- θ meliputi julat -300°C hingga 100°C .
4. Ekstrapolasi graf L melawan θ sehingga $L = 0 \text{ cm}$.

Kesimpulan:

Apakah kesimpulan yang dapat dibuat daripada eksperimen ini?

Sediakan laporan yang lengkap bagi eksperimen ini.

Perbincangan:

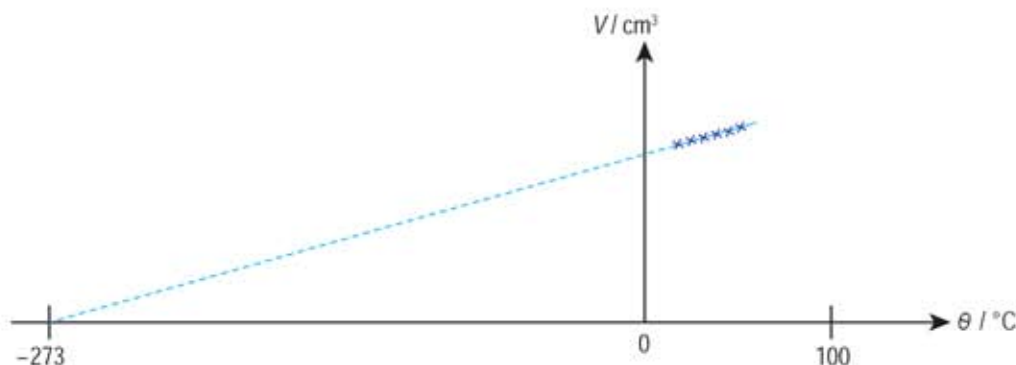
1. Mengapakah air perlu sentiasa dikacau semasa dipanaskan?
2. Apakah andaian yang perlu dibuat supaya panjang turus udara yang terperangkap di dalam tiub kapilari boleh mewakili isi padu udara tersebut?

[Petunjuk: Isi padu turus udara, V = panjang turus udara, L $\times$ luas keratan rentas tiub kapilari, A]

...

Isi padu gas bertambah apabila suhu gas itu dinaikkan. Pada suhu 0°C , udara yang terperangkap di dalam tiub kapilari masih mempunyai suatu isi padu yang tertentu. Hal ini menunjukkan bahawa pada suhu 0°C , molekul gas masih bergerak dan memenuhi ruang bekas.

Rajah 4.28 menunjukkan graf V melawan θ yang diekstrapolasi sehingga $V = 0 \text{ cm}^3$.



Rajah 4.28 Ekstrapolasi graf V melawan θ

Pada suhu -273°C , molekul-molekul gas tidak lagi bergerak dan tidak dapat memenuhi ruang. Oleh itu, isi padu gas menjadi sifar. Suhu -273°C ialah suhu paling rendah yang mungkin dan dikenali sebagai sifar mutlak. Pada skala kelvin, sifar mutlak diberi nilai 0 kelvin atau 0 K. Suhu yang dinyatakan dengan unit kelvin ialah suhu mutlak.

Jadual 4.12 Suhu dalam unit darjah Celsius, $^\circ\text{C}$ dan kelvin, K bagi tiga takat suhu

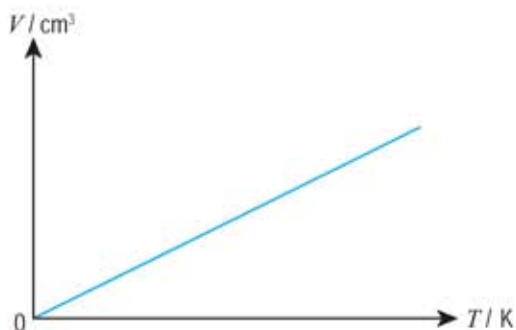
Takat suhu	Suhu, $\theta / ^\circ\text{C}$	Suhu, T / K
Sifar mutlak	-273	0
Ais lebur	0	273
Stim	100	373

Penukaran unit antara darjah Celsius, $^\circ\text{C}$ dengan kelvin, K boleh dilakukan melalui persamaan yang berikut:

$$T = \theta + 273$$

untuk $\theta^\circ\text{C}$ dan $T \text{ K}$

Rajah 4.29 menunjukkan graf V melawan T .



Rajah 4.29 Graf V melawan T bagi suatu gas

Graf V melawan T bagi suatu gas menunjukkan satu garis lurus yang melalui titik asalan. Hal ini menunjukkan bahawa isi padu gas berkadar terus dengan suhu mutlak.



INTEGRASI SEJARAH



Jacques Charles (1746-1823) seorang ahli fizik dan kimia Perancis telah menyiasat bagaimana isi padu gas bergantung pada suhu gas. Justeru, beliau dapat membina belon hidrogen yang pertama dan berjaya menaiki belon itu sehingga ketinggian 3.2 km.



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

Hukum Charles menyatakan bahawa isi padu adalah berkadar terus dengan suhu mutlak bagi suatu gas berjisim tetap pada tekanan malar.

$$V \propto T$$

$$V = kT$$

iaitu k ialah suatu pemalar

T = suhu mutlak (K)

V = isi padu gas (m^3)

Dengan itu, $\frac{V}{T} = k$

Katakan suatu gas mengalami perubahan isi padu dan suhu daripada keadaan 1 kepada keadaan 2.

Daripada $\frac{V}{T} = k$, keadaan awal gas: $\frac{V_1}{T_1} = k$

keadaan akhir gas: $\frac{V_2}{T_2} = k$

Maka, $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$

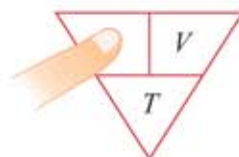
EduwebTV: Hukum Charles



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

INFO BESTARI

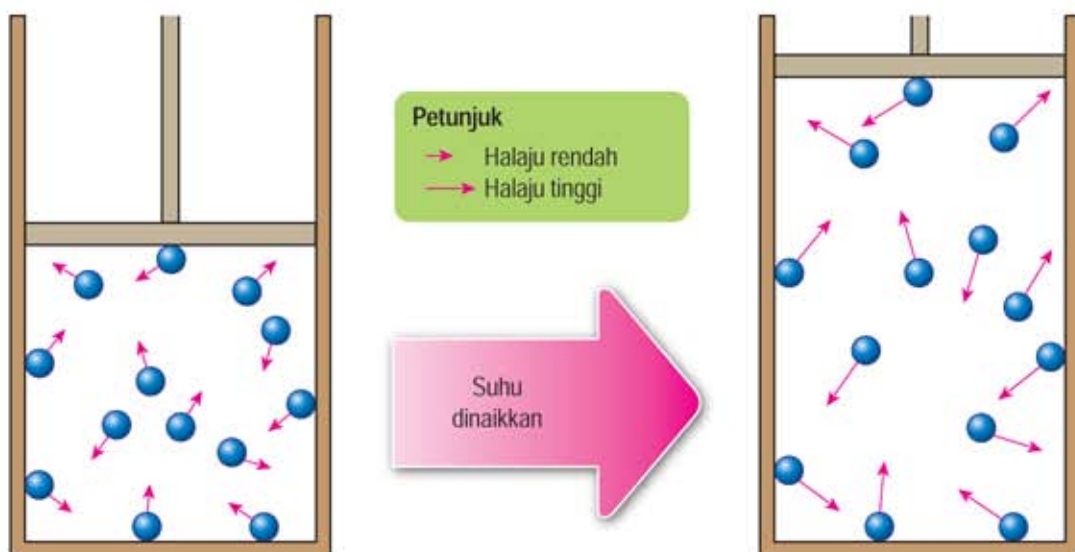
Untuk Hukum Charles, tekanan adalah malar.



$\frac{V}{T} = \text{pemalar}$

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

Rajah 4.30 menunjukkan suatu gas berjisim tetap dipanaskan pada tekanan malar. Apabila suhu gas itu dinaikkan, tenaga kinetik purata molekul bertambah, iaitu molekul-molekul bergerak dengan halaju yang lebih tinggi. Untuk mengekalkan tekanan gas yang malar, isi padu gas itu akan bertambah supaya kadar perlanggaran molekul gas dengan dinding bekas tidak berubah.



Rajah 4.30 Suatu gas berjisim tetap dipanaskan pada tekanan malar

Contoh 1

Satu gelembung udara mempunyai isi padu 1.2 cm^3 pada suhu 27°C . Berapakah isi padu gelembung udara itu jika suhunya meningkat kepada 47°C ?

Penyelesaian:

Langkah 1

Senaraikan maklumat yang diberi dengan simbol.

$$\begin{cases} V_1 = 1.20 \text{ cm}^3 \\ V_2 = \text{Isi padu akhir udara} \\ T_1 = (27 + 273) = 300 \text{ K} \\ T_2 = (47 + 273) = 320 \text{ K} \end{cases}$$

Langkah 2

Kenal pasti dan tulis rumus yang digunakan.

$$\begin{cases} \text{Tekanan gas itu malar.} \\ \text{Rumus Hukum Charles digunakan.} \\ \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \end{cases}$$

Langkah 3

Buat gantian numerikal ke dalam rumus dan lakukan penghitungan.

$$\begin{cases} \frac{1.2}{300} = \frac{V_2}{320} \\ V_2 = \frac{1.2 \times 320}{300} \\ = 1.28 \text{ cm}^3 \end{cases}$$

Hubungan antara Tekanan dengan Suhu bagi Suatu Gas

Gambar foto 4.6 menunjukkan tekanan udara di dalam tayar sebuah kereta diukur pada suatu hari yang panas. Pemandu kereta menyentuh tayar selepas perjalanan dan mendapati tayar itu lebih panas daripada sebelum perjalanan. Gambar foto 4.7 pula menunjukkan bacaan tolok tekanan pada sebelum dan selepas perjalanan. Apakah yang berlaku kepada tekanan udara di dalam tayar tersebut?



Gambar foto 4.6 Tekanan udara tayar kereta diukur



(a) Sebelum perjalanan



(b) Selepas perjalanan

Gambar foto 4.7 Bacaan tolok tekanan



Inferens: Suhu suatu gas mempengaruhi tekanan gas

Hipotesis: Semakin tinggi suhu, semakin tinggi tekanan gas

Tujuan: Menentukan hubungan antara suhu dengan tekanan bagi suatu gas berjisim tetap pada isi padu malar

Pemboleh ubah:

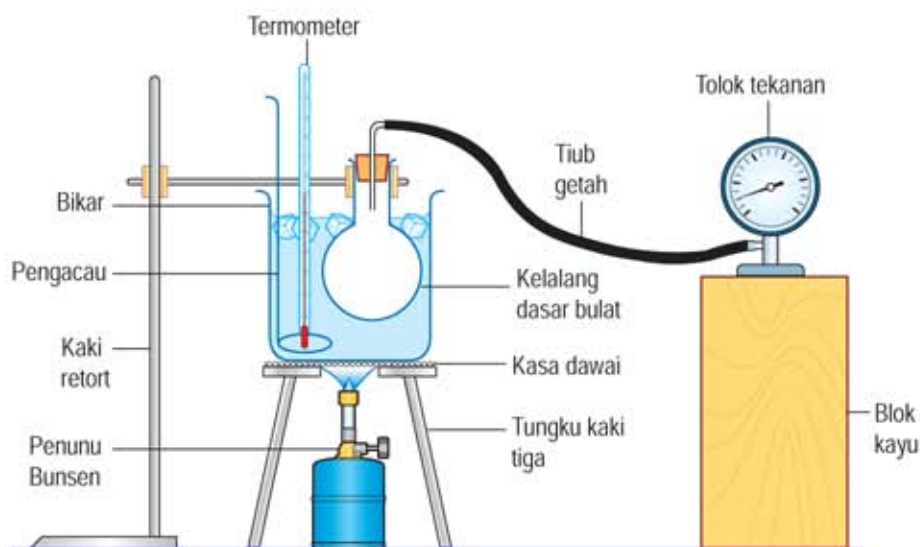
- (a) Dimanipulasikan: Suhu, θ
- (b) Bergerak balas: Tekanan, P
- (c) Dimalarkan: Isi padu dan jisim udara

Radas: Kelalang dasar bulat, bikar besar, termometer, tolok tekanan, penunu Bunsen, tungku kaki tiga, pengacau dan kaki retort

Bahan: Air dan ais

Prosedur:

1. Sediakan susunan radas seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 4.31.



Rajah 4.31

2. Panaskan air dengan perlahan dan kacau air itu secara berterusan sehingga suhu air itu mencapai 30°C .
3. Ambil bacaan tekanan udara, P di dalam kelalang itu. Rekodkan bacaan dalam Jadual 4.13.
4. Ulangi langkah 2 dan 3 dengan suhu 40°C , 50°C , 60°C , 70°C dan 80°C .
5. Rekodkan semua bacaan tekanan udara, P dalam Jadual 4.13.

Keputusan:

Jadual 4.13

Suhu, $\theta / ^\circ\text{C}$	Tekanan udara, P / kPa
30	
40	
50	
60	
70	
80	

Analisis data:

1. Plotkan graf tekanan, P melawan suhu, θ . Paksi- θ hendaklah meliputi julat -300°C hingga 100°C .
2. Ekstrapolasi graf itu sehingga $P = 0 \text{ kPa}$. Tentukan nilai suhu apabila tekanan, $P = 0 \text{ kPa}$.

Kesimpulan:

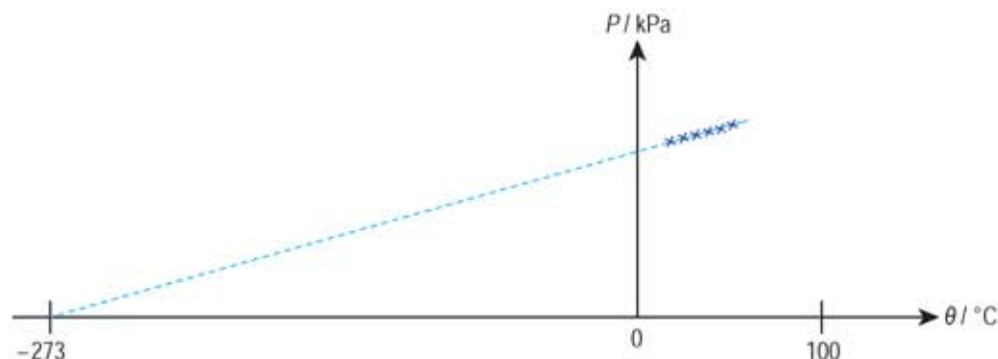
Apakah kesimpulan yang dapat dibuat daripada eksperimen ini?

Sediakan laporan yang lengkap bagi eksperimen ini.

Perbincangan:

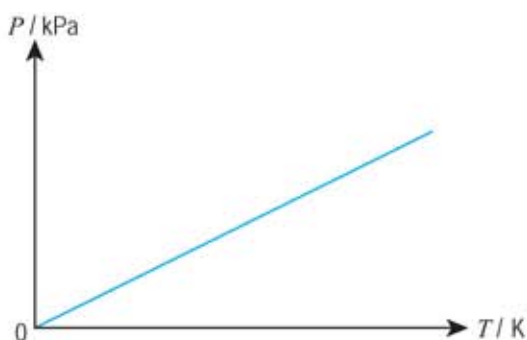
1. Apakah kelebihan menggunakan kelalang dasar bulat untuk pemanasan udara?
2. Termometer direndam di dalam bikar besar berisi air. Apakah andaian yang perlu dibuat supaya bacaan termometer ialah suhu udara di dalam kelalang dasar bulat?

Eksperimen 4.6 menunjukkan bahawa tekanan gas bertambah apabila suhu gas itu dinaikkan. Rajah 4.32 menunjukkan graf P melawan θ yang diekstrapolasi sehingga $P = 0 \text{ kPa}$.



Rajah 4.32 Ekstrapolasi graf P melawan θ

Graf P melawan θ menunjukkan bahawa tekanan gas bertambah secara linear apabila suhu gas itu dinaikkan. Pada suhu 0°C , molekul gas masih bergerak dan gas itu mempunyai tekanan. Pada suhu -273°C , iaitu sifar mutlak, molekul gas tidak lagi bergerak dan tidak berlanggar dengan dinding bekas. Tekanan gas itu menjadi sifar. Rajah 4.33 menunjukkan graf P melawan T .



Rajah 4.33 Graf P melawan T

Graf P melawan T bagi suatu gas ialah satu garis lurus yang melalui titik asalan. Hal ini menunjukkan bahawa tekanan gas berkadar terus dengan suhu mutlak.

Hukum Gay-Lussac menyatakan bahawa tekanan adalah berkadar terus dengan suhu mutlak bagi suatu gas berjisim tetap pada isi padu malar.

$$P \propto T$$

$$P = kT$$

iaitu k ialah suatu pemalar

P = tekanan (Pa)

T = suhu mutlak (K)

Dengan itu, $\frac{P}{T} = k$

Katakan suatu gas mengalami perubahan tekanan dan suhu daripada keadaan 1 kepada keadaan 2.

Daripada $\frac{P}{T} = k$, keadaan awal gas: $\frac{P_1}{T_1} = k$

keadaan akhir gas: $\frac{P_2}{T_2} = k$

Maka, $\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$



Joseph Louis Gay-Lussac (1778–1850) seorang ahli fizik dan kimia Perancis yang membuat pengajian kuantitatif tentang ciri-ciri gas. Beliau juga menyiasat medan magnet Bumi dan komposisi atmosfera pada altitud tinggi. Selain itu, beliau menemui dua unsur baharu, iaitu boron dan iodin.



<https://bit.ly/2Lsd1zR>

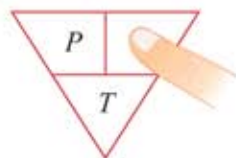
Hukum Gay-Lussac



<https://bit.ly/2R8lRbc>

INFO BESTARI

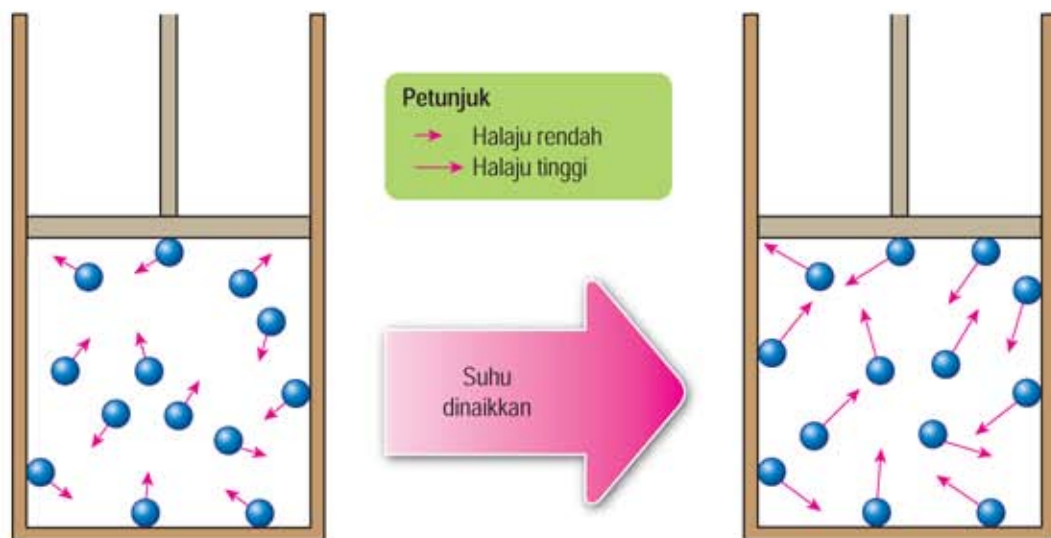
Untuk Hukum Gay-Lussac, isi padu adalah malar.



$\frac{P}{T}$ = pemalar

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

Rajah 4.34 menunjukkan suatu gas berjisim tetap dipanaskan pada isi padu malar. Apabila suhu gas itu dinaikkan, tenaga kinetik purata molekul bertambah, iaitu molekul-molekul bergerak dengan halaju yang lebih tinggi. Oleh sebab isi padu gas tidak berubah, kadar perlanggaran molekul gas dengan dinding bekas bertambah. Daya per unit luas pada permukaan dinding bekas turut bertambah. Dengan itu, tekanan gas itu bertambah.



Rajah 4.34 Suatu gas berjisim tetap dipanaskan pada isi padu malar

Contoh 1

Gas di dalam sebuah silinder keluli tertutup mempunyai tekanan 180 kPa pada suhu 25°C. Berapakah tekanan gas itu apabila silinder dipanaskan sehingga suhu 52°C?

Penyelesaian:

Langkah 1

Senaraikan maklumat yang diberi dengan simbol.

$$\begin{cases} P_1 = 180 \text{ kPa} \\ P_2 = \text{Tekanan akhir gas} \\ T_1 = (25 + 273) = 298 \text{ K} \\ T_2 = (52 + 273) = 325 \text{ K} \end{cases}$$

Langkah 2

Kenal pasti dan tulis rumus yang digunakan.

$$\begin{cases} \text{Isi padu gas itu malar.} \\ \text{Rumus Hukum Gay-Lussac digunakan.} \\ \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \end{cases}$$

Langkah 3

Buat gantian numerikal ke dalam rumus dan lakukan penghitungan.

$$\begin{cases} \frac{180}{298} = \frac{P_2}{325} \\ P_2 = \frac{180 \times 325}{298} \\ = 196.3 \text{ kPa} \end{cases}$$

Menyelesaikan Masalah Melibatkan Tekanan, Suhu dan Isi Padu Suatu Gas Berjisim Tetap dengan Menggunakan Rumus dari Hukum-hukum Gas

Contoh 1

Gambar foto 4.8 menunjukkan sebuah picagari dengan muncungnya ditutup. Udara di dalam picagari itu mempunyai isi padu awal 7.5 cm^3 dan tekanan 105 kPa . Udara itu dimampatkan kepada isi padu 2.5 cm^3 . Berapakah tekanan udara termampat di dalam picagari itu?



Gambar foto 4.8

Penyelesaian:

Langkah 1

Senaraikan maklumat yang diberi dengan simbol.

$$\left\{ \begin{array}{l} P_1 = 105 \text{ kPa} \\ P_2 = \text{tekanan udara termampat} \\ V_1 = 7.5 \text{ cm}^3 \\ V_2 = 2.5 \text{ cm}^3 \end{array} \right.$$

Langkah 2

Kenal pasti dan tulis rumus yang digunakan.

$$\left\{ \begin{array}{l} P_1 V_1 = P_2 V_2 \end{array} \right.$$

Langkah 3

Buat gantian numerikal ke dalam rumus dan lakukan penghitungan.

$$\left\{ \begin{array}{l} 105 \times 7.5 = P_2 \times 2.5 \\ P_2 = \frac{105 \times 7.5}{2.5} \\ = 315 \text{ kPa} \end{array} \right.$$

Contoh 2

Udara dengan isi padu 0.24 m^3 di dalam sebuah silinder yang boleh mengembang dipanaskan daripada suhu 27°C kepada 77°C pada tekanan malar. Berapakah isi padu udara itu pada suhu 77°C ?

Penyelesaian:

$$V_1 = 0.24 \text{ m}^3$$

$$V_2 = \text{Isi padu akhir udara}$$

$$T_1 = (27 + 273)$$

$$= 300 \text{ K}$$

$$T_2 = (77 + 273)$$

$$= 350 \text{ K}$$

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

$$\frac{0.24}{300} = \frac{V_2}{350}$$

$$\begin{aligned} V_2 &= \frac{0.24 \times 350}{300} \\ &= 0.28 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Contoh 3

Tekanan dan suhu awal bagi udara di dalam tayar sebuah kereta masing-masing ialah 210 kPa dan 25°C. Selepas suatu perjalanan, tekanan udara di dalam tayar itu ialah 240 kPa. Hitungkan suhu udara di dalam tayar itu dalam °C.

Penyelesaian:

Anggap isi padu tayar tidak berubah. Hukum Gay-Lussac digunakan.

$$P_1 = 210 \text{ kPa}$$

$$P_2 = 240 \text{ kPa}$$

$$T_1 = 25^\circ\text{C} + 273$$

$$= 298 \text{ K}$$

$$T_2 = \text{Suhu akhir udara}$$

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

$$\frac{210}{298} = \frac{240}{T_2}$$

$$T_2 = \frac{240 \times 298}{210}$$

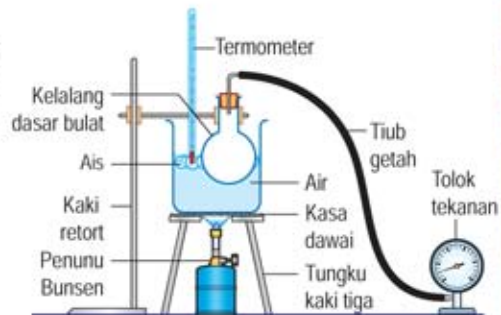
$$= 340.6 \text{ K}$$

$$\text{Suhu akhir udara} = 340.6 - 273$$

$$= 67.6^\circ\text{C}$$

Latihan Formatif**4.4**

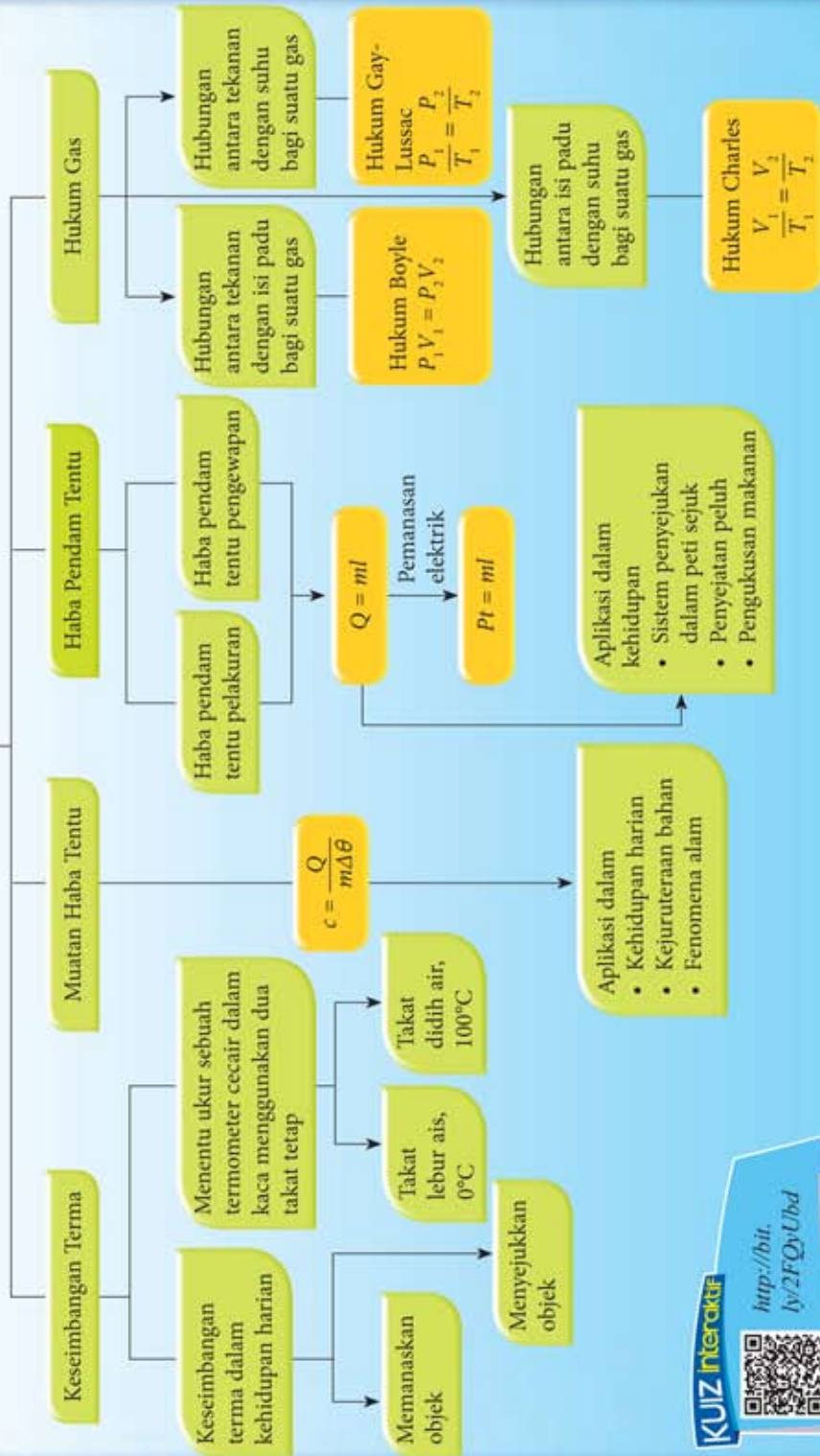
1. Nyatakan kuantiti fizik yang malar dalam hukum Boyle, hukum Charles dan hukum Gay-Lussac.
2. Sebuah picagari mengandungi 50 cm³ udara pada tekanan 110 kPa. Hujung picagari itu ditutup dan ombohnya ditolak dengan perlahan sehingga isi padu udara menjadi 20 cm³. Berapakah tekanan udara termampat di dalam picagari itu? 🧠
3. Satu gelembung udara yang terperangkap di bawah sehelai daun di dalam sebuah tasik mempunyai isi padu 1.60 cm³ pada suhu 38°C. Hitungkan isi padu gelembung jika suhu air di dalam tasik turun kepada 26°C. 🧠
4. Tekanan di dalam sebuah silinder gas ialah 175 kPa pada suhu 27°C. Haba daripada sebuah relau yang berhampiran menyebabkan tekanan gas bertambah kepada 300 kPa. Berapakah suhu gas di dalam silinder itu? 🧠
5. Rajah 4.35 menunjukkan susunan radas untuk mengkaji hubungan antara tekanan dengan suhu bagi udara di dalam sebuah kelalang dasar bulat.
 - (a) Kenal pasti empat aspek dalam susunan radas ini yang boleh menjejaskan kejituan keputusan eksperimen ini. 🧠
 - (b) Cadangkan pengubahsuaian yang perlu dilakukan untuk membaiki kelemahan yang dikenal pasti. 🧠



Rajah 4.35

Rantian Konsep

Haba



KUIZ Interaktif



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

REFLEKSI KENDIRI

- Perkara baharu yang saya pelajari dalam bab haba ialah _____.
- Perkara paling menarik yang saya pelajari dalam bab haba ialah _____.
- Perkara yang saya masih kurang fahami atau kuasai ialah _____.
- Prestasi anda dalam bab ini.
 Kurang  1 2 3 4 5  Sangat baik
- Saya perlu _____ untuk meningkatkan prestasi saya dalam bab ini.

Muat turun dan cetak
Refleksi Kendiri Bab 4



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



Penilaian Prestasi

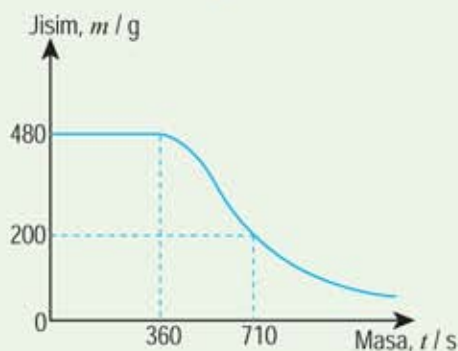
- Gambar foto 1 menunjukkan sebuah mesin penyuntik stim yang boleh menyalurkan stim ke dalam air di dalam gelas.
 - Apakah maksud haba pendam?
 - Terangkan bagaimana air di dalam gelas dipanaskan oleh stim yang disuntik ke dalamnya.
 - Apakah kelebihan pemanasan air melalui kaedah suntikan stim?
- Tandakan (✓) bagi situasi yang menunjukkan keseimbangan terma.



Gambar foto 1

Situasi	Tandakan (✓)
(a) Satu objek panas dan satu objek sejuk diletakkan bersebelahan.	
(b) Satu objek dipanaskan oleh sumber api berhampiran.	
(c) Dua objek pada suhu yang sama dan bersentuhan supaya haba dapat dipindahkan antara satu sama lain tetapi tiada pemindahan haba bersih berlaku.	
(d) Dua objek pada suhu yang sama tetapi dipisahkan oleh satu penghalang haba.	

3. Bongkah *A* mempunyai nilai muatan haba tentu yang tinggi dan bongkah *B* mempunyai nilai muatan haba tentu yang rendah. Jika kedua-dua bongkah mempunyai jisim yang sama,
- bongkah yang manakah memerlukan lebih banyak tenaga untuk kenaikan suhu sebanyak 10°C ?
 - bongkah yang manakah lebih cepat menjadi panas sekiranya dibekalkan dengan haba yang sama? Terangkan jawapan anda.
4. (a) Definisikan haba pendam tentu.
- (b) Jisim seketul ais yang sedang melebur berkurang sebanyak 0.68 kg. Berapakah kuantiti haba yang telah diserap daripada persekitaran oleh ketulan ais itu? 🧠
[Haba pendam tentu pelakuran ais = $3.34 \times 10^5 \text{ J kg}^{-1}$]
5. (a) Apakah maksud haba pendam tentu pengewapan?
- (b) Rajah 1 menunjukkan graf jisim air, *m* melawan masa, *t* apabila air di dalam sebuah bikar dipanaskan oleh pemanas elektrik dengan kuasa 1 800 W. Pada masa, *t* = 360 s, air itu mula mendidih. Hitungkan: 🧠



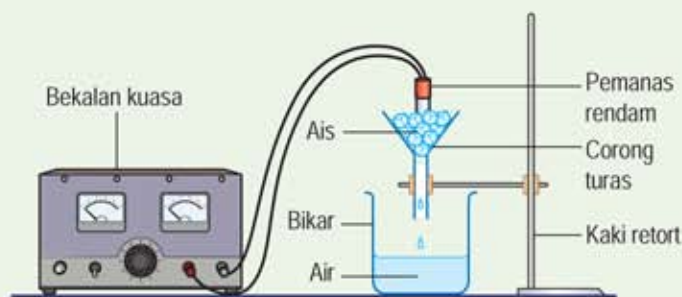
Rajah 1

- jisim air yang mendidih menjadi stim dari $t = 360 \text{ s}$ hingga $t = 710 \text{ s}$.
 - haba pendam tentu pengewapan air.
6. Sebutuk cincin emas berjisim 5.5 g mengalami peningkatan suhu dari 36°C hingga 39°C . Berapakah tenaga haba yang telah diserap oleh cincin tersebut?
[Diberi nilai muatan haba tentu emas ialah $300 \text{ J kg}^{-1} ^{\circ}\text{C}^{-1}$] 🧠
7. Gambar foto 2 menunjukkan label kuasa bagi sebuah cerek elektrik.
- Berapakah kuasa maksimum cerek elektrik itu?
 - Hitungkan masa yang diambil oleh cerek itu untuk mengubah 0.5 kg air yang mendidih pada suhu 100°C kepada stim pada suhu 100°C apabila cerek tersebut beroperasi pada kuasa maksimum. 🧠
[Haba pendam tentu pengewapan air = $2.26 \times 10^6 \text{ J kg}^{-1}$]
 - Apakah andaian yang dibuat dalam perhitungan anda di 7(b)? 🧠



Gambar foto 2

8. Udara di dalam tayar sebuah kereta lumba mempunyai tekanan 220 kPa pada suhu awal 27°C. Selepas suatu perlumbaan, suhu udara itu meningkat kepada 87°C.
- Hitungkan tekanan udara di dalam tayar selepas perlumbaan. 🧠
 - Apakah andaian yang anda buat di 8(a)? 🧠
9. Satu gelembung udara terperangkap di bawah sehelai daun yang terapung di permukaan air sebuah tasik. Isi padu gelembung udara ialah 3.6 cm³ apabila suhu ialah 20°C.
- Berapakah isi padu udara yang terperangkap apabila suhu air telah meningkat kepada 38°C? 🧠
 - Nyatakan tiga andaian yang perlu dibuat dalam penghitungan di 9(a). 🧠
10. Rajah 2 menunjukkan ketulan ais sedang dipanaskan oleh pemanas rendam 500 W selama 80 saat. Ketulan ais yang melebur dikumpulkan di dalam sebuah bikar. [Haba pendam tentu pelakuran ais ialah $3.34 \times 10^5 \text{ J kg}^{-1}$]



Rajah 2

- Apakah yang dimaksudkan dengan haba pendam tentu pelakuran?
 - Mengapakah suhu tidak berubah apabila ketulan ais berubah menjadi cecair?
 - Hitungkan:
 - tenaga yang diserap oleh ketulan ais.
 - jisim ketulan ais yang sudah melebur.
 - Apakah andaian yang dibuat dalam penghitungan anda di 10(c)? 🧠
11. Sebuah cerek elektrik diisi dengan 500 g air pada suhu 30°C. Kuasa elemen pemanas cerek ialah 0.8 kW. Anggap bahawa semua haba dari elemen pemanas dipindahkan ke air. [Diberi nilai muatan haba tentu air ialah $4\,200 \text{ J kg}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$.]
- Hitungkan: 🧠
 - tenaga haba yang diperlukan untuk menaikkan suhu air kepada 100°C.
 - masa yang diambil oleh cerek untuk memanaskan air kepada suhu 100°C.
 - Mengapakah pemegang cerek diperbuat daripada plastik? 🧠
 - Mengapakah elemen pemanas cerek diperbuat daripada logam? 🧠
 - Elemen pemanas cerek diletakkan di dasar cerek. Terangkan sebab. 🧠

12. Satu bahan mempunyai jisim 250 g. Bahan tersebut kehilangan 5 625 J haba apabila disejukkan sehingga mencapai penurunan suhu sebanyak 25°C .
- (a) Hitungkan muatan haba tentu bahan tersebut. Kenal pasti bahan tersebut berdasarkan Jadual 4.2 yang telah dilengkapkan di halaman 128. 🧠
- (b) Jelaskan kegunaan bahan tersebut berdasarkan muatan haba tentunya. 🧠
13. Gambar foto 3 menunjukkan sebuah bekas pengukus. Amin mendapat permintaan daripada sebuah pasar raya untuk membekalkan 400 biji pau pada setiap hari. Cadang dan terangkan reka bentuk bekas pengukus yang diperlukan oleh Amin dari segi ketahanan dan keupayaan mengukus pau dalam jumlah yang banyak dalam masa yang singkat. 🧠



Gambar foto 3



Sudut Pengayaan

14. Khairi memesan secawan air kopi susu panas di sebuah restoran. Beliau mendapati air kopi susu yang disediakan terlalu panas. Gambar foto 4 menunjukkan dua cara yang dicadangkan untuk menyejukkan air kopi susu tersebut.



Cara A



Cara B

Gambar foto 4

- (a) Bincangkan kesesuaian antara cara A dengan B untuk menyejukkan air kopi susu di dalam cawan. 🧠
- (b) Nyatakan pilihan anda. Berikan sebab bagi pilihan anda. 🧠