

4.1 Keseimbangan Terma

Perhatikan Gambar foto 4.1. Apabila sebatang sudu logam yang sejuk dimasukkan ke dalam air kopi yang panas, sudu dan air kopi itu dikatakan bersentuhan secara terma kerana tenaga haba boleh dipindahkan di antara dua jasad itu. Bagaimanakah sudu logam dapat menyejukkan air kopi yang panas? Apakah keadaan akhir yang akan dicapai oleh sudu dan air kopi?



Gambar foto 4.1 Air kopi yang panas



Aktiviti 4.1

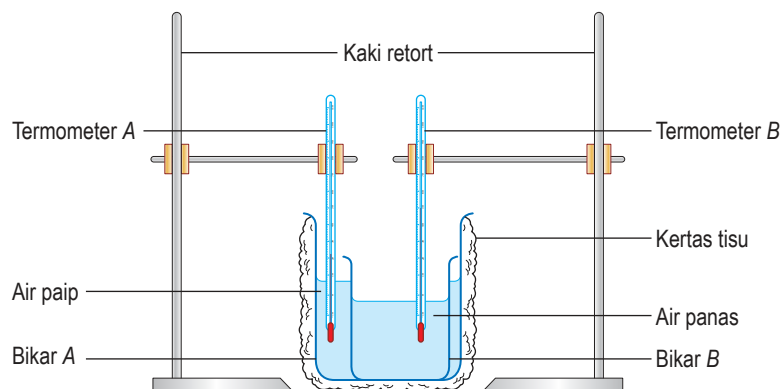
Tujuan: Menunjukkan keseimbangan terma di antara dua jasad yang bersentuhan secara terma

Radas: Dua buah kaki retort, dua batang termometer, bikar 250 ml dilabel A, bikar 50 ml dilabel B, silinder penyukat dan jam randik

Bahan: Air panas 50°C, air paip dan kertas tisu

Arahan:

1. Balut bikar A dengan tisu dan isi dengan 150 ml air paip.
2. Isi 40 ml air panas 50°C ke dalam bikar B.
3. Letakkan bikar B ke dalam bikar A. Kemudian, letakkan termometer A dan termometer B masing-masing ke dalam bikar A dan bikar B seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 4.1.



Rajah 4.1

4. Rekod bacaan termometer A dan termometer B dalam sela masa 30 s sehingga bacaan kedua-dua termometer itu menjadi sama. (Aktiviti ini biasanya boleh dijalankan dalam tempoh masa lima minit)

Keputusan:

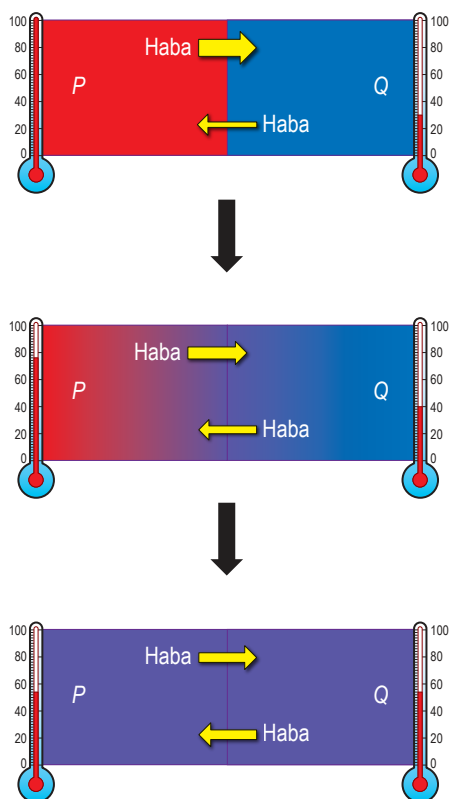
Jadual 4.1

Masa, t / s	Suhu termometer A / $^{\circ}\text{C}$	Suhu termometer B / $^{\circ}\text{C}$
0		
30.0		
60.0		

Perbincangan:

1. Mengapakah bikar A dibalut dengan kertas tisu?
2. Huraikan perubahan suhu air panas dan air sejuk.
3. Apakah yang menyebabkan perubahan suhu yang diperhatikan?

Apabila dua objek **bersentuhan secara terma**, suhu objek yang panas akan menurun, manakala suhu objek yang sejuk akan meningkat sehingga **suhu** kedua-dua objek itu menjadi **sama**. Pemindahan bersih haba antara dua objek itu adalah sifar. Kedua-dua objek itu dikatakan berada dalam keadaan **keseimbangan terma**. Rajah 4.2 menerangkan pengaliran haba antara dua objek yang bersentuhan secara terma sehingga mencapai keseimbangan terma.



Objek yang panas, P bersentuhan secara terma dengan objek yang sejuk, Q . Kadar pemindahan haba dari P ke Q adalah lebih tinggi daripada kadar pemindahan haba dari Q ke P .

Terdapat pemindahan haba bersih dari P ke Q . Maka, suhu P menurun dan suhu Q meningkat.

Suhu P dan suhu Q menjadi **sama**. Kadar pemindahan haba dari P ke Q adalah sama dengan kadar pemindahan haba dari Q ke P . **Pemindahan bersih haba** antara P dengan Q adalah **sifar**. P dan Q berada dalam keadaan **keseimbangan terma**.

Rajah 4.2 Pengaliran tenaga haba dan keseimbangan terma

Keseimbangan Terma dalam Kehidupan Harian

Keseimbangan terma menyebabkan dua objek yang bersentuhan secara terma mencapai suhu yang sama. Rajah 4.3 menunjukkan contoh keseimbangan terma dalam kehidupan harian.

Memaskan Objek



Udara panas di dalam ketuhar bersentuhan secara terma dengan adunan kek. Haba dari udara panas mengalir ke adunan kek. Hal ini menyebabkan adunan kek dipanaskan sehingga masak.

Menyejukkan Objek



Apabila makanan disimpan di dalam peti sejuk, haba dari makanan mengalir ke udara di dalam peti sejuk sehingga keseimbangan terma berlaku. Suhu makanan menurun dan makanan kekal segar untuk tempoh yang lebih lama.



Termometer klinik diletakkan di bawah lidah pesakit. Haba dari badan pesakit mengalir ke termometer sehingga suhu kedua-duanya menjadi sama. Suhu badan pesakit dapat ditentukan kerana keseimbangan terma berlaku.



Minuman disejukkan dengan menambahkan beberapa ketulan ais. Ais menyerap haba dari minuman dan melebur. Cairan dari ais pula menyerap haba dari minuman sehingga mencapai keseimbangan terma.

Rajah 4.3 Keseimbangan terma dalam kehidupan harian



Aktiviti 4.2

KIAK KMK

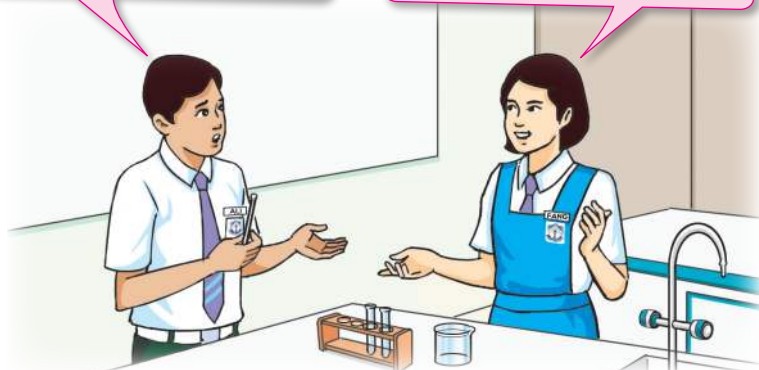
Tujuan: Membincangkan situasi dan aplikasi keseimbangan terma dalam kehidupan harian
Arahan:

1. Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
2. Dapatkan maklumat mengenai situasi dan aplikasi lain keseimbangan terma dalam kehidupan harian. Maklumat tersebut boleh didapati dari sumber bacaan atau carian di laman sesawang.
3. Kemudian, bincangkan mengenai pengaliran tenaga haba yang berlaku sehingga keseimbangan terma dicapai.
4. Persembahkan hasil perbincangan kumpulan anda dalam bentuk peta pemikiran.

Menentu Ukur Sebuah Termometer Cecair dalam Kaca Menggunakan Dua Takat Tetap

Termometer ini tidak mempunyai skala yang jelas. Kita perlukan termometer yang lain.

Tidak perlu. Termometer ini masih boleh digunakan. Kita hanya perlu menentu ukur termometer ini.



Sebuah termometer yang tidak mempunyai skala boleh ditentu ukur menggunakan dua takat tetap suhu. Dua takat tetap bagi air suling yang digunakan ialah takat lebur ais, iaitu 0°C dan takat didih air, iaitu 100°C .

Fail info

Proses penentu ukuran menggunakan sifat termometrik yang ada pada cecair dalam kaca. **Sifat termometrik** bermaksud sifat fizikal yang boleh diukur (seperti panjang turus cecair dalam termometer) yang berubah dengan perubahan suhu.

Gerbang SAINS TEKNOLOGI dan MASYARAKAT

Termometer masakan digunakan untuk menyukat suhu makanan semasa dan selepas penyediaan makanan. Kawalan masa dan suhu yang tidak baik akan menyebabkan keracunan makanan. Oleh sebab itu, penentu ukuran termometer ini secara berkala adalah sangat penting.



Aktiviti 4.3

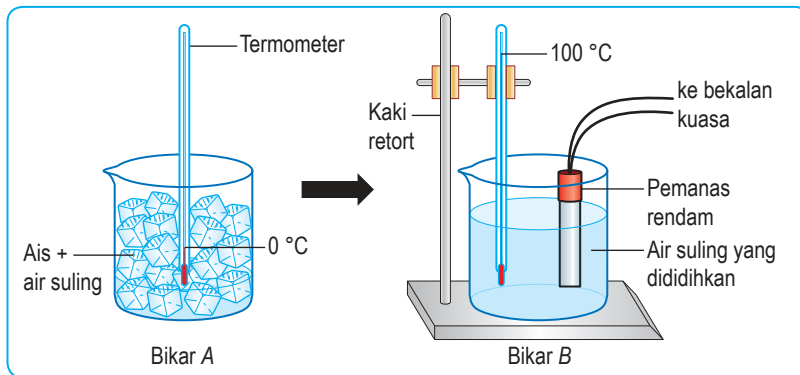
Tujuan: Menentu ukur sebuah termometer cecair dalam kaca menggunakan takat didih air suling dan takat lebur ais

Radas: Termometer, pembaris, bikar 250 ml, pemanas rendam, bekalan kuasa dan kaki retort

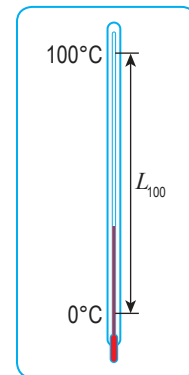
Bahan: Ais, air suling dan pita pelekat legap

Arahan:

1. Tutup skala termometer dengan pita pelekat legap supaya skalanya tidak kelihatan.
2. Sediakan dua buah bikar. Isi bikar A dengan ais dan sedikit air suling. Isi bikar B dengan air suling bersama dengan pemanas rendam.
3. Masukkan termometer ke dalam bikar A. Tunggu sehingga paras turus cecair dalam termometer tidak lagi berubah. Kemudian, tandakan paras turus cecair pada batang termometer. Labelkan paras ini sebagai 0°C (Rajah 4.4).
4. Keluarkan termometer dari bikar A dan hidupkan pemanas rendam di dalam bikar B.
5. Apabila air suling di dalam bikar B sedang mendidih, masukkan termometer ke dalam bikar B. Tunggu sehingga paras turus cecair dalam termometer tidak lagi berubah. Kemudian, tandakan paras turus cecair pada batang termometer. Labelkan paras ini sebagai 100°C (Rajah 4.4). Matikan pemanas rendam.



Rajah 4.4



Rajah 4.5

- Ukur panjang dari tanda 0°C hingga ke tanda 100°C sebagai L_{100} (Rajah 4.5).
- Sediakan sebuah bikar C dan isi bikar dengan air paip.
- Masukkan termometer yang telah ditentu ukur ke dalam bikar C. Tunggu sehingga paras turus cecair dalam termometer tidak lagi berubah. Kemudian, tandakan paras turus cecair pada batang termometer. Labelkan paras ini sebagai $\theta^\circ\text{C}$.
- Ukur panjang dari tanda 0°C hingga ke tanda $\theta^\circ\text{C}$ sebagai L_θ .
- Hitungkan suhu air paip, θ menggunakan rumus, $\theta = \frac{L_\theta}{L_{100}} \times 100^\circ\text{C}$

Perbincangan:

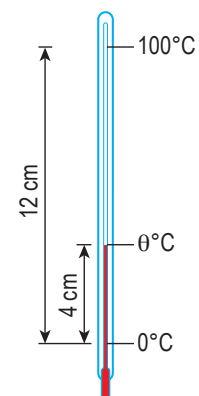
- Mengapakah bebuli termometer tidak boleh menyentuh dasar atau dinding bikar semasa membuat pengukuran?
- Mengapakah anda perlu menunggu sehingga paras turus cecair dalam termometer tidak lagi berubah sebelum membuat tanda pada batang termometer?

Penentu ukuran ialah proses penskalaan pada termometer untuk membuat pengukuran suhu. Suhu 0°C ialah takat tetap bawah dan suhu 100°C ialah takat tetap atas. Panjang turus cecair dalam termometer antara takat tetap bawah dengan takat tetap atas perlu dibahagikan kepada 100 bahagian yang sama. Dengan ini, termometer tersebut telah ditentu ukur dan boleh digunakan untuk mengukur suhu antara 0°C dengan 100°C.

Latihan Formatif

4.1

- Nyatakan apa yang berlaku kepada dua objek dalam keseimbangan terma.
- Adakah badan kita berada dalam keseimbangan terma dengan persekitaran? Terangkan jawapan anda.
- Aisyah menggunakan sebuah termometer makmal yang tidak berskala untuk menentukan suhu bagi suatu larutan, $\theta^\circ\text{C}$. Beliau mendapati panjang turus cecair dalam termometer apabila termometer itu dimasukkan ke dalam larutan tersebut adalah seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 4.6. Hitungkan suhu larutan, $\theta^\circ\text{C}$.



Rajah 4.6

4.2 Muatan Haba Tentunya



Rajah 4.7 Perbezaan suhu pasir dan air laut di tepi pantai

Rajah 4.7 menunjukkan dua situasi yang berlainan. Haba dari matahari memanaskan pasir dan air laut untuk jangka masa yang sama. Namun, pasir cepat menjadi panas dan air laut lambat menjadi panas.

Hal ini boleh dijelaskan berdasarkan konsep **muatan haba**. Objek berlainan mempunyai muatan haba yang berlainan. Pasir mempunyai muatan haba yang rendah dan cepat menjadi panas manakala air laut mempunyai muatan haba yang tinggi dan lambat menjadi panas.

Muatan haba, C bagi suatu objek ialah kuantiti haba yang diperlukan untuk menaikkan suhu objek itu sebanyak 1°C .

$$C = \frac{Q}{\Delta\theta}, \text{ iaitu } Q = \text{kuantiti haba yang dibekalkan}$$

$$\Delta\theta = \text{perubahan suhu}$$

$$\text{Unit } C = \text{J } ^{\circ}\text{C}^{-1}$$

Apabila 100 J haba dibekalkan kepada objek X dan Y, objek X mengalami peningkatan suhu sebanyak 1°C dan objek Y sebanyak 2°C . Berapakah muatan haba masing-masing bagi objek X dan Y?

$$\begin{aligned} \text{Muatan haba bagi objek X, } C_x &= \frac{100 \text{ J}}{1^{\circ}\text{C}} \\ &= 100 \text{ J } ^{\circ}\text{C}^{-1} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Muatan haba bagi objek Y, } C_y &= \frac{100 \text{ J}}{2^{\circ}\text{C}} \\ &= 50 \text{ J } ^{\circ}\text{C}^{-1} \end{aligned}$$

Objek X mempunyai muatan haba yang lebih tinggi daripada objek Y. Oleh itu, peningkatan suhu objek X kurang daripada objek Y.

Muatan haba bagi suatu objek meningkat apabila jisim objek tersebut meningkat. Sebagai contoh, dua buah cerek yang serupa, satu diisi penuh dengan air dan satu lagi diisi separuh dengan air. Air di dalam cerek yang diisi penuh akan mengambil masa yang lebih lama untuk mendidih berbanding dengan air di dalam cerek yang diisi separuh. Hal ini menunjukkan bahawa air dengan jisim yang besar mempunyai muatan haba yang tinggi berbanding dengan air dengan jisim yang kecil. Rajah 4.8 menunjukkan beberapa situasi harian yang melibatkan muatan haba.

Selepas dibiarkan menyejuk untuk suatu tempoh, sup di dalam mangkuk yang besar adalah lebih panas berbanding sup yang sama di dalam mangkuk yang kecil.

Papan pemuka kereta mempunyai muatan haba yang lebih kecil berbanding kusyen fabrik. Penyerapan tenaga haba daripada sinaran Matahari menyebabkan papan pemuka mengalami peningkatan suhu yang lebih tinggi berbanding kusyen fabrik.

Situasi Harian yang Melibatkan Muatan Haba



Perbezaan suhu yang ketara antara gelanggang bersimen dengan rumput pada waktu tengah hari.

Rajah 4.8 Situasi harian yang melibatkan muatan haba

Muatan Haba Tentu Bahan

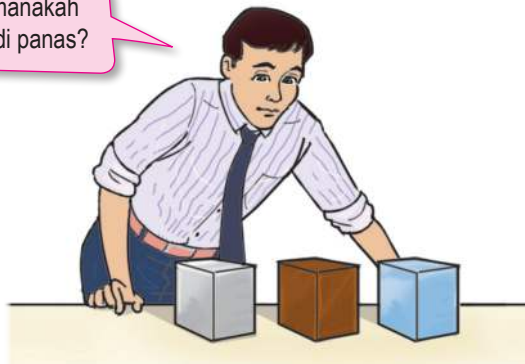
Rajah 4.9 menunjukkan seorang jurutera bahan sedang membuat pertimbangan untuk memilih satu logam yang sesuai sebagai bahan pembinaan bangunan. Logam itu mestilah mempunyai sifat lambat menjadi panas. Oleh sebab muatan haba suatu logam bergantung pada jisim objek itu, perbandingan antara logam yang berlainan perlu dibuat berdasarkan **muatan haba bagi 1 kg** setiap logam. Sifat ini dikenali sebagai **muatan haba tentu, c** .

EduwebTV: Muatan Haba Tentu



<http://bit.ly/2RTah1D>

Logam yang manakah lambat menjadi panas?



Rajah 4.9 Seorang jurutera bahan membandingkan muatan haba tentu antara logam yang berlainan

Muatan haba tentu, c bagi suatu bahan ialah kuantiti haba yang diperlukan untuk menaikkan suhu sebanyak 1°C bagi jisim 1 kg bahan itu.

$$c = \frac{Q}{m\Delta\theta}, \text{ iaitu } \begin{aligned} Q &= \text{kuantiti haba yang dibekalkan (J)} \\ m &= \text{jisim (kg)} \\ \Delta\theta &= \text{perubahan suhu } (^\circ\text{C} \text{ atau K}) \end{aligned}$$

Unit bagi $c = \text{J kg}^{-1} ^\circ\text{C}^{-1}$ atau $\text{J kg}^{-1} \text{K}^{-1}$

Kuantiti haba, Q yang diserap atau dibebaskan oleh suatu objek boleh ditentukan menggunakan rumus $Q = mc\Delta\theta$.

Sebagai contoh, muatan haba tentu bagi logam aluminium ialah $900 \text{ J kg}^{-1} ^\circ\text{C}^{-1}$. Hal ini bermaksud 1 kg logam aluminium memerlukan 900 J haba untuk meningkatkan suhunya sebanyak 1°C .

INFO BESTARI

Muatan haba,

$$C = \frac{Q}{\Delta\theta}$$

Muatan haba tentu,

$$c = \frac{Q}{m\Delta\theta}$$

Setiap jenis bahan mempunyai nilai muatan haba tentu yang tertentu. Jadual 4.2 menunjukkan nilai muatan haba tentu bagi beberapa jenis bahan.

Jadual 4.2 Muatan haba tentu bagi bahan yang berlainan

Jenis bahan	Bahan	Muatan haba tentu, $c / \text{J kg}^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	Jenis bahan	Bahan	Muatan haba tentu, $c / \text{J kg}^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
Cecair	Air	4 200	Logam	Aluminium	900
	Air laut	3 900		Besi	450
	Etanol	2 500		Kuprum	390
	Parafin	2 100		Emas	300
	Minyak masak	1 850		Merkuri	140
	Minyak zaitun	1 890		Plumbum	130
Gas	Metana	2 200	Bukan logam	Polikarbonat	1 250
	Stim (pada suhu 100°C)	2 020		Kayu	1 700
	Neon	1 030		Konkrit	850
	Udara	1 000		Pasir	800
				Kaca	670

Air merupakan bahan yang mempunyai nilai muatan haba tentu yang tinggi. Air dapat menyerap banyak haba dengan peningkatan suhu yang kecil. Hal ini menjadikan air sebagai agen penyejuk yang baik. Bahan logam pula mempunyai nilai muatan haba tentu yang lebih rendah berbanding dengan bahan bukan logam. Oleh itu, objek yang diperbuat daripada bahan logam cepat menjadi panas apabila dibekalkan suatu kuantiti haba.

Berdasarkan Jadual 4.2, nilai muatan haba tentu bagi air lebih tinggi berbanding dengan logam seperti aluminium.



Bagaimanakah nilai-nilai ini dapat ditentukan?



Eksperimen

4.1

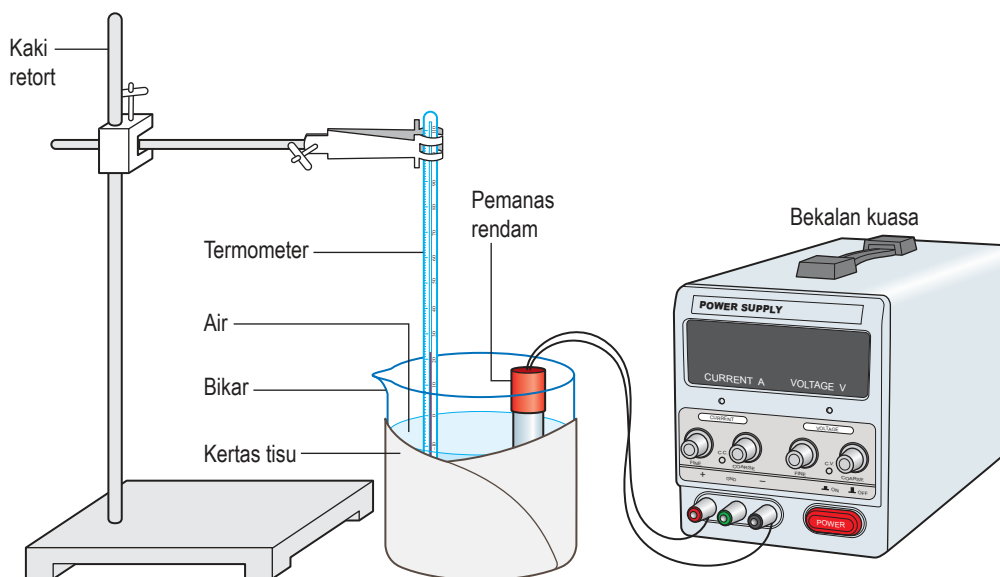
Tujuan: Menentukan nilai muatan haba tentu air

Radas: Bekalan kuasa, pemanas rendam, bikar, jam randik, termometer, kaki retort dan neraca elektronik

Bahan: Air dan kertas tisu

Prosedur:

1. Balut bikar dengan kertas tisu.
2. Letakkan bikar di atas neraca elektronik dan set semula bacaan neraca itu kepada nilai sifar.
3. Isi air ke dalam bikar sehingga tiga per empat penuh.
4. Ambil bacaan jisim air, m yang ditunjukkan oleh neraca elektronik. Rekodkan bacaan anda.
5. Sediakan susunan radas seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 4.10.



Rajah 4.10

6. Ambil bacaan suhu awal air, θ_1 . Rekodkan bacaan anda.
7. Hidupkan pemanas rendam dan pada masa yang sama, mulakan jam randik.
8. Perhatikan perubahan bacaan termometer.
9. Selepas masa lima minit, matikan pemanas rendam. Ambil bacaan termometer tertinggi sebagai suhu akhir air, θ_2 . Rekodkan bacaan anda.

INFO BESTARI

Pemanas rendam mengubah **tenaga elektrik** kepada **tenaga haba**. Tenaga haba yang dibekal oleh pemanas rendam ialah $Q = Pt$, iaitu
 P = kuasa pemanas dan
 t = masa pemanas itu dihidupkan.

Perubahan suhu air, $\Delta\theta = \theta_2 - \theta_1$.
 Bagi eksperimen ini, rumus $Q = mc\Delta\theta$ diungkapkan sebagai $Pt = mc(\theta_2 - \theta_1)$.

Keputusan:

Jadual 4.3

Kuasa pemanas rendam, P / W	
Masa pemanasan, t / s	
Jisim air, m / kg	
Suhu awal air, θ_1 / °C	
Suhu akhir air, θ_2 / °C	

Analisis data:

Hitungkan muatan haba tentu air menggunakan rumus, $c = \frac{Pt}{m(\theta_2 - \theta_1)}$.

Kesimpulan:

Apakah kesimpulan yang dapat dibuat daripada eksperimen ini?

Sediakan laporan yang lengkap bagi eksperimen ini.

Perbincangan:

1. Mengapakah bikar itu perlu dibalut dengan kertas tisu?
2. Mengapakah suhu air akhir, θ_2 tidak diambil sebaik sahaja masa pemanasan lima minit tamat?
3. Diberi nilai muatan haba tentu air ialah $4\,200 \text{ J kg}^{-1} \text{ °C}^{-1}$. Bandingkan nilai muatan haba tentu air yang diperolehi daripada eksperimen dengan nilai yang diberi. Terangkan perbezaan antara dua nilai tersebut (jika ada).
4. Cadangkan langkah-langkah untuk meningkatkan kejutuan keputusan eksperimen ini.



Eksperimen

4.2

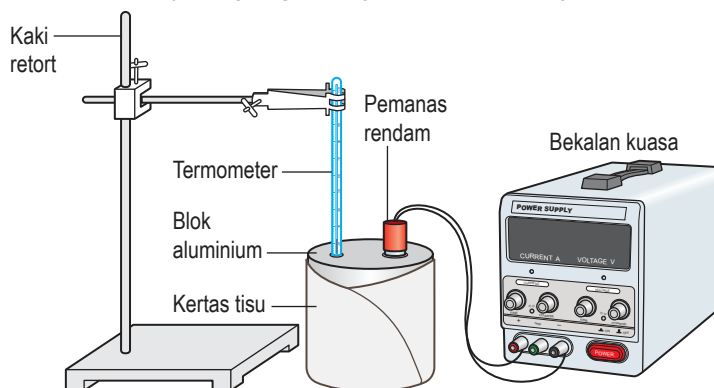
Tujuan: Menentukan nilai muatan haba tentu aluminium

Radas: Bekalan kuasa, pemanas rendam, blok aluminium 1 kg, jam randik, termometer dan kaki retort

Bahan: Kertas tisu

Prosedur:

1. Sediakan susunan radas seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 4.11.



Rajah 4.11

2. Ambil bacaan suhu awal blok aluminium, θ_1 dan rekodkan bacaan anda.
3. Hidupkan pemanas rendam dan pada masa yang sama, mulakan jam randik.
4. Selepas masa lima minit, matikan pemanas rendam. Ambil bacaan tertinggi termometer sebagai suhu akhir aluminium blok, θ_2 . Rekodkan bacaan anda.

Keputusan:

Jadual 4.4

Kuasa pemanas rendam, P / W	
Masa pemanasan, t / s	
Jisim aluminium, m / kg	
Suhu awal aluminium, $\theta_1 / ^\circ C$	
Suhu akhir aluminium, $\theta_2 / ^\circ C$	

Analisis data:

Hitungkan muatan haba tentu aluminium menggunakan rumus, $c = \frac{Pt}{m(\theta_2 - \theta_1)}$.

Kesimpulan:

Apakah kesimpulan yang dapat dibuat daripada eksperimen ini?

Sediakan laporan yang lengkap bagi eksperimen ini.

Perbincangan:

1. Apakah yang boleh dilakukan untuk memperoleh sentuhan terma yang lebih baik antara bebuli termometer dengan blok aluminium?
2. Diberi nilai muatan haba tentu aluminium ialah $900 \text{ J kg}^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$. Bandingkan nilai muatan haba tentu aluminium yang diperoleh daripada eksperimen dengan nilai yang diberi. Terangkan perbezaan antara dua nilai tersebut (jika ada).

Aplikasi Muatan Haba Tentu

Pengetahuan mengenai muatan haba tentu sangat penting dalam kehidupan harian, kejuruteraan bahan dan juga untuk memahami beberapa fenomena alam.

Pemilihan bahan binaan rumah tradisional di pelbagai zon iklim

Kayu mempunyai muatan haba tentu yang tinggi dan lambat menjadi panas. Di kawasan cuaca panas, rumah tradisional dibina daripada kayu yang berfungsi sebagai penebat haba daripada bahang cahaya matahari. Di kawasan cuaca sejuk, rumah tradisional juga dibina daripada kayu. Haba dari unggun api yang dinyalakan di dalam rumah kayu tidak dapat mengalir keluar kerana kayu berfungsi sebagai penebat haba yang baik.



Iklim Khatulistiwa



Iklim sejuk

Peralatan memasak



Kuali logam

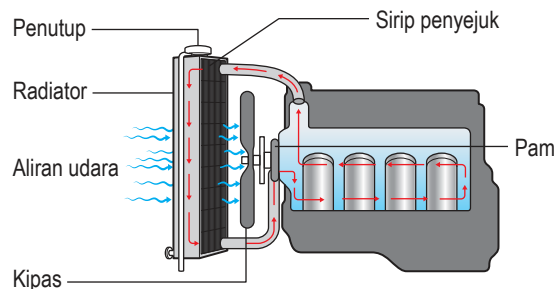


Periuk tanah liat

Kuali diperbuat daripada logam yang mempunyai muatan haba tentu yang rendah. Oleh itu, makanan boleh digoreng pada suhu yang tinggi dalam tempoh masa yang singkat. Periuk tanah liat pula diperbuat daripada tanah liat yang mempunyai muatan haba tentu yang tinggi. Oleh itu, makanan boleh kekal panas dalam tempoh masa yang lama.

Sistem radiator kereta

Pembakaran bahan api dalam enjin kereta menghasilkan kuantiti haba yang besar. Haba ini perlu dibebaskan untuk mengelakkan pemanasan enjin. Air mempunyai muatan haba tentu yang tinggi dan digunakan sebagai agen penyejuk. Pam akan mengepam air ke dalam blok enjin. Air akan mengalir melalui blok enjin untuk menyerap haba yang terhasil. Air panas mengalir ke radiator. Udara sejuk disedut masuk oleh kipas supaya haba di dalam air panas dapat dibebaskan dengan cepat melalui sirip penyejuk.



Video sistem radiator kereta



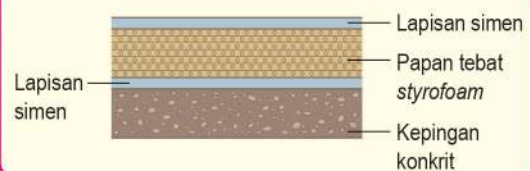
<http://bit.ly/329kUSH>

Lapisan luar kapsul angkasa

Kapsul angkasa dalam perjalanan kembali ke Bumi menghadapi rintangan udara apabila memasuki atmosfera. Geseran ini meningkatkan suhu dan menyebabkan kapsul angkasa itu terbakar. Oleh itu, lapisan luar kapsul angkasa diperbuat daripada bahan dengan muatan haba tentu dan takat lebur yang tinggi.



Penghasilan bahan-bahan terkini dalam pembinaan bangunan hijau



Bangunan Berlian, Suruhanjaya Tenaga dibina dengan bumbung konkrit bertebat, iaitu bumbung dilengkapi dengan penebat menggunakan papan *styrofoam*. *Styrofoam* mempunyai muatan haba tentu yang tinggi dan dapat mengurangkan penyerapan haba di persekitaran untuk mengurangkan suhu di dalam bangunan.

Bangunan Berlian



<http://bit.ly/2M7hvQt>

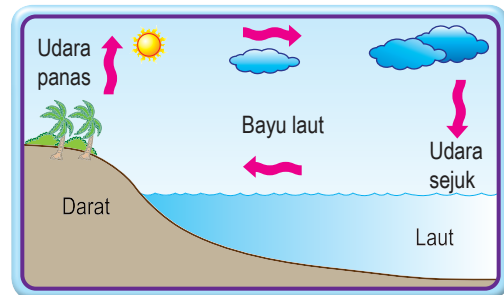
Peralatan memasak

Badan periuk diperbuat daripada aluminium yang mempunyai muatan haba tentu yang rendah. Hal ini membolehkan periuk dipanaskan dengan cepat. Pemegang periuk pula diperbuat daripada plastik yang mempunyai muatan haba tentu yang tinggi. Hal ini untuk memastikan pemegang periuk lambat menjadi panas dan selamat dikendalikan.

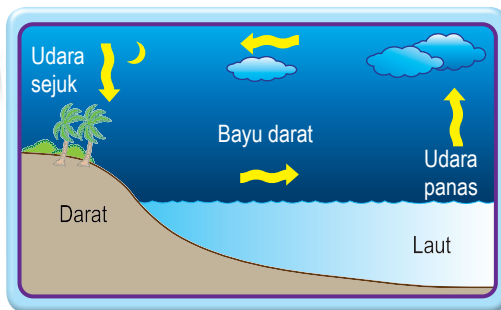


Bayu laut

Daratan mempunyai muatan haba tentu yang lebih rendah daripada laut. Oleh itu, suhu daratan meningkat dengan lebih cepat daripada suhu laut pada waktu siang. Udara di daratan menjadi panas dan naik ke atas. Udara yang lebih sejuk daripada laut akan bergerak ke arah daratan sebagai bayu laut.



Bayu darat



Laut mempunyai muatan haba tentu yang lebih tinggi daripada daratan. Oleh itu, suhu laut menurun lebih lambat daripada suhu daratan pada waktu malam. Udara di atas permukaan laut yang panas akan naik ke atas. Udara yang lebih sejuk daripada daratan akan bergerak ke arah laut sebagai bayu darat.



Aktiviti 4.4

KIAK KMK

Tujuan: Mencari maklumat mengenai aplikasi muatan haba tentu

Arahan:

1. Jalankan aktiviti ini dalam bentuk *Round Table*.
2. Dapatkan maklumat mengenai aplikasi muatan haba tentu yang berkaitan dengan:
 - (a) Kehidupan harian
 - (b) Kejuruteraan bahan
 - (c) Fenomena alam
3. Maklumat tersebut boleh didapati daripada sumber bacaan di perpustakaan atau di Internet.
4. Setiap ahli kumpulan perlu mencatat maklumat yang diperolehi pada kertas yang sama.
5. Persembahkan hasil dapatan anda.

Menyelesaikan Masalah yang Melibatkan Muatan Haba Tentunya

Contoh 1

Sebuah blok logam berjisim 0.5 kg dipanaskan oleh sebuah pemanas elektrik berkuasa 50 W selama 90 s. Suhu blok itu meningkat dari 20°C hingga 45°C. Hitungkan muatan haba tentu logam itu.

Penyelesaian:

Langkah 1

Senaraikan maklumat yang diberi dengan simbol.

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Peningkatan suhu, } \Delta\theta = 45 - 20 \\ \quad \quad \quad = 25^\circ\text{C} \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Jisim blok, } m = 0.5 \text{ kg} \\ \text{Kuasa pemanas, } P = 50 \text{ W} \\ \text{Masa pemanasan, } t = 90 \text{ s} \end{array} \right.$$

Langkah 2

Kenal pasti dan tulis rumus yang digunakan.

$$\left\{ \begin{array}{l} c = \frac{Q}{m\Delta\theta} \\ \quad = \frac{Pt}{m\Delta\theta} \end{array} \right.$$

Langkah 3

Buat gantian numerikal ke dalam rumus dan lakukan penghitungan.

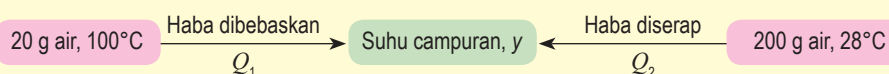
$$\left\{ \begin{array}{l} c = \frac{(50)(90)}{(0.5)(25)} \\ \quad = 360 \text{ J kg}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1} \end{array} \right.$$

Andaian: Semua haba yang dibekalkan oleh pemanas elektrik diserap oleh blok logam itu. Tiada haba hilang ke persekitaran.

Contoh 2

20 g air mendidih pada suhu 100°C dituang ke dalam sebuah gelas yang mengandungi 200 g air pada suhu bilik 28°C. Hitungkan suhu akhir campuran air itu.

Penyelesaian:



Katakan suhu akhir campuran ialah y .

Bagi air dididih:

$$\begin{aligned} \text{Jisim, } m_1 &= 20 \text{ g} \\ &= 0.02 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\text{Perubahan suhu, } \Delta\theta_1 = (100 - y)^\circ\text{C}$$

Bagi air pada suhu bilik:

$$\begin{aligned} \text{Jisim, } m_2 &= 200 \text{ g} \\ &= 0.20 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\text{Perubahan suhu, } \Delta\theta_2 = (y - 28)^\circ\text{C}$$

Muatan haba tentu air, $c = 4\,200 \text{ J kg}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$

$$\begin{aligned} Q_1 &= Q_2 \\ m_1 c \Delta\theta_1 &= m_2 c \Delta\theta_2 \\ 0.02 (4\,200)(100 - y) &= 0.20 (4\,200)(y - 28) \\ 8\,400 - 84y &= 840y - 23\,520 \\ 924y &= 31\,920 \\ y &= 34.55^\circ\text{C} \end{aligned}$$

Oleh itu, suhu akhir campuran ialah 34.55°C.

Andaian: Tiada haba diserap atau dibebaskan ke persekitaran. Pemindahan haba berlaku di antara air dididih dengan air pada suhu bilik sahaja. Maka, haba yang dibebaskan oleh air dididih sama dengan haba yang diserap oleh air pada suhu bilik.



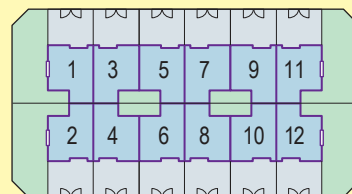
Tujuan: Membina model rumah kluster yang boleh mengatasi masalah lampau panas

Arahan:

1. Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
2. Baca dan fahami maklumat berikut.

Rumah kluster ialah rumah yang menyerupai rumah teres. Namun, tiga bahagian dinding rumah ini berkongsi dengan rumah di belakang dan bersebelahan dengannya (Rajah 4.12).

Gambar foto 4.2 menunjukkan contoh rumah kluster yang hanya mempunyai satu pintu untuk keluar dan masuk manakala tingkap rumah hanya di bahagian hadapan rumah. Reka bentuk rumah ini dapat meminimumkan penggunaan tanah. Namun begitu, semasa negara kita mengalami fenomena El Nino dengan kenaikan suhu yang melampau, penduduk di perumahan teres kluster menerima kesan panas yang melampau.



Rajah 4.12 Pelan rumah kluster



Gambar foto 4.2 Contoh rumah kluster

3. Berdasarkan maklumat tersebut, analisis situasi dengan mencatat fakta dan masalah yang berkaitan dengan keadaan lampau panas rumah kluster.
4. Sumbang saran beberapa penyelesaian masalah tersebut dan buat lakaran model bagi penyelesaian yang dipilih untuk diuji.
5. Bina model berdasarkan lakaran model anda.
6. Pamer dan persembahkan model.

Latihan Formatif

4.2

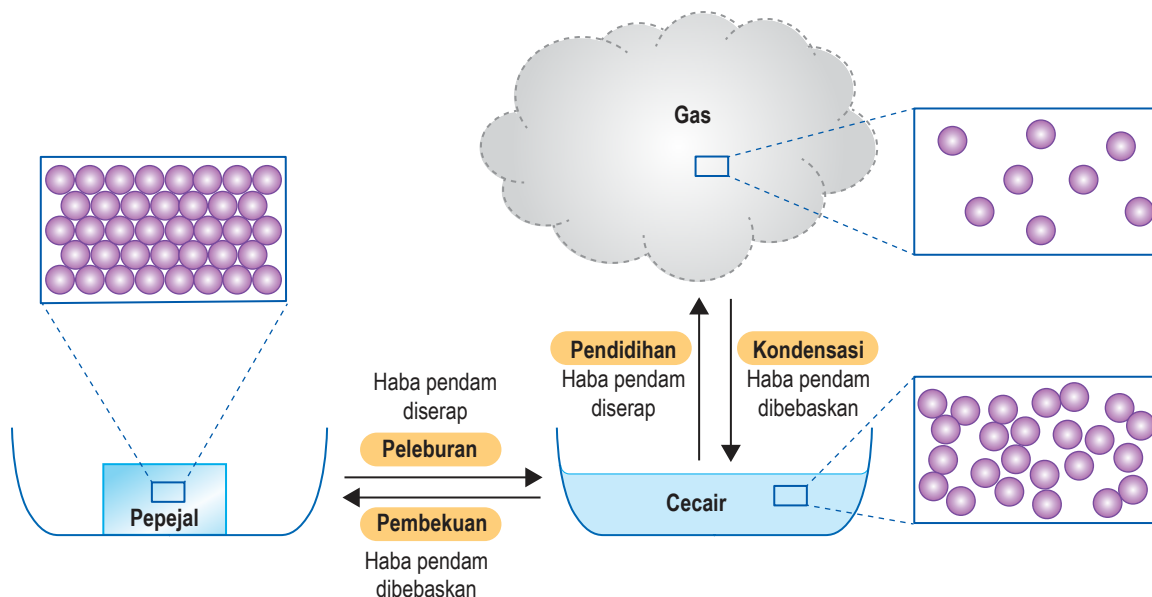
1. Apakah perbezaan antara muatan haba dengan muatan haba tentu?
2. Berapakah tenaga haba yang diperlukan untuk meningkatkan suhu sebanyak 10°C bagi jisim 0.2 kg emas?
[Diberi nilai muatan haba tentu emas ialah $300\text{ J kg}^{-1}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$] 🧠
3. Sebuah bekas mengandungi 200 g air pada suhu awal 30°C . Paku besi berjisim 200 g pada suhu 50°C direndam ke dalam air itu. Berapakah suhu akhir air itu? Nyatakan andaian yang anda perlu buat dalam penghitungan anda.
[Diberi nilai muatan haba tentu air ialah $4\,200\text{ J kg}^{-1}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ dan besi ialah $450\text{ J kg}^{-1}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$] 🧠

4.3 Haba Pendam Tentu

Haba Pendam

Jirim boleh wujud dalam tiga keadaan, iaitu pepejal, cecair dan gas. Perbezaan antara tiga keadaan jirim dari segi susunan dan pergerakan molekul menunjukkan bahawa ikatan antara molekul pepejal adalah lebih kuat daripada ikatan antara molekul cecair. Oleh sebab molekul gas bebas bergerak secara rawak, maka ikatan antara molekul gas adalah paling lemah.

Rajah 4.13 menunjukkan proses perubahan fasa jirim. Semasa proses perubahan fasa jirim seperti peleburan dan pendidihan, suhu adalah tetap walaupun haba terus dibekalkan. Haba yang diserap semasa peleburan dan pendidihan tanpa perubahan suhu dikenali sebagai **haba pendam**. Semasa kondensasi dan pembekuan, haba pendam dibebaskan tanpa perubahan suhu.



Rajah 4.13 Proses perubahan fasa jirim

Haba Pendam Tentu

Kuantiti haba yang diperlukan untuk mengubah keadaan jirim suatu objek bergantung pada jisim objek itu dan jenis bahannya.

Haba pendam tentu, l bagi suatu bahan ialah kuantiti haba, Q yang diserap atau dibebaskan semasa perubahan fasa bagi 1 kg bahan tanpa perubahan suhu.

EduwebTV: Haba Pendam



<http://bit.ly/306rBTI>

Suatu objek berjisim, m menyerap kuantiti haba, Q semasa perubahan fasa. Maka, haba pendam tentu bagi bahan objek itu ialah

$$l = \frac{Q}{m}$$

Unit S.I. bagi haba pendam tentu ialah J kg^{-1} .

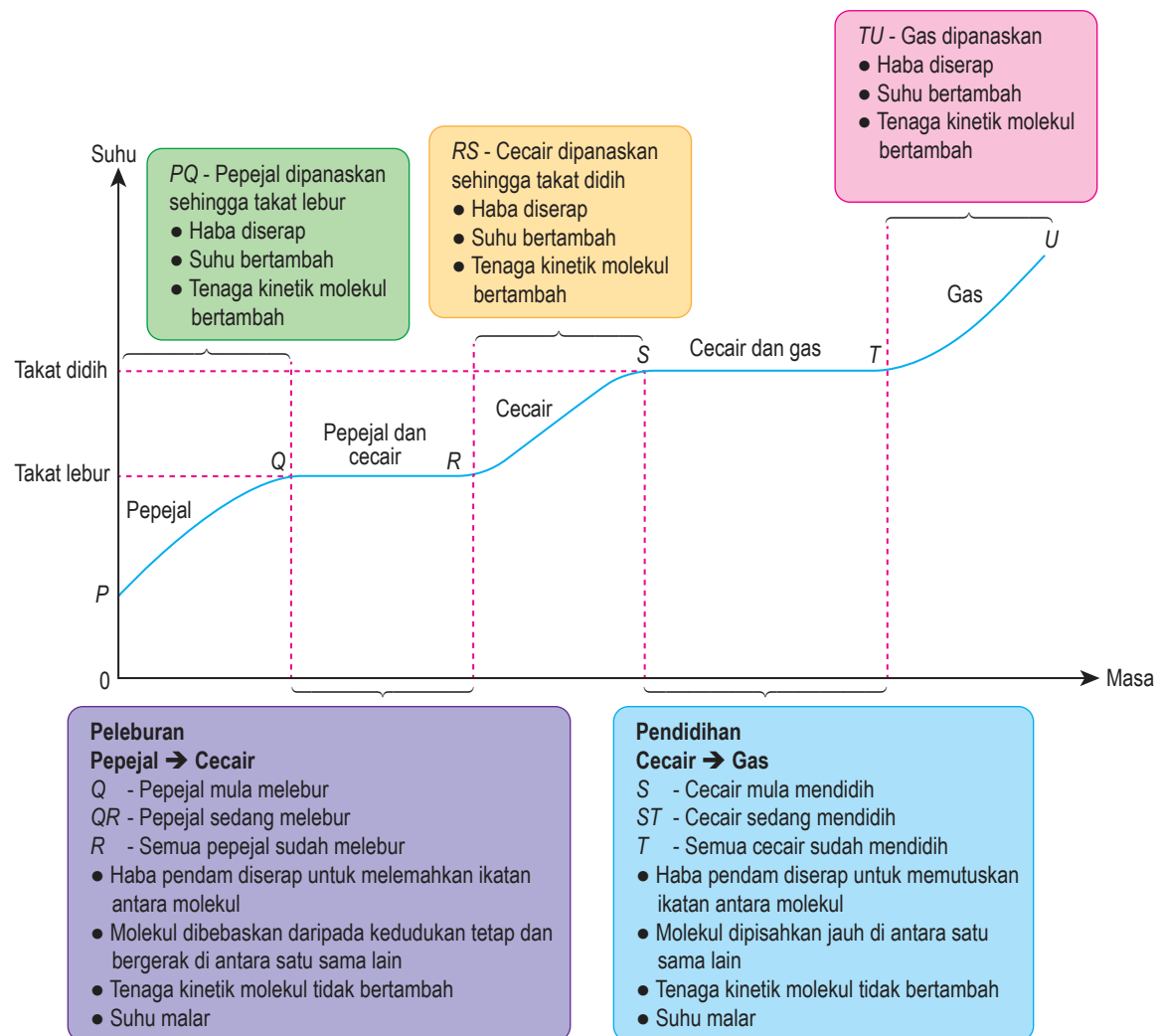
Haba pendam tentu pelakuran, l_f bagi suatu bahan ialah kuantiti haba, Q yang diserap semasa peleburan atau kuantiti haba yang dibebaskan semasa pembekuan bagi 1 kg bahan itu tanpa perubahan suhu.

Haba pendam tentu pengewapan, l_v bagi suatu bahan ialah kuantiti haba yang diserap semasa pendidihan atau kuantiti haba yang dibebaskan semasa kondensasi bagi 1 kg bahan itu tanpa perubahan suhu.

Rajah 4.14 menunjukkan lengkung pemanasan apabila suatu objek berubah dari keadaan pepejal kepada gas.

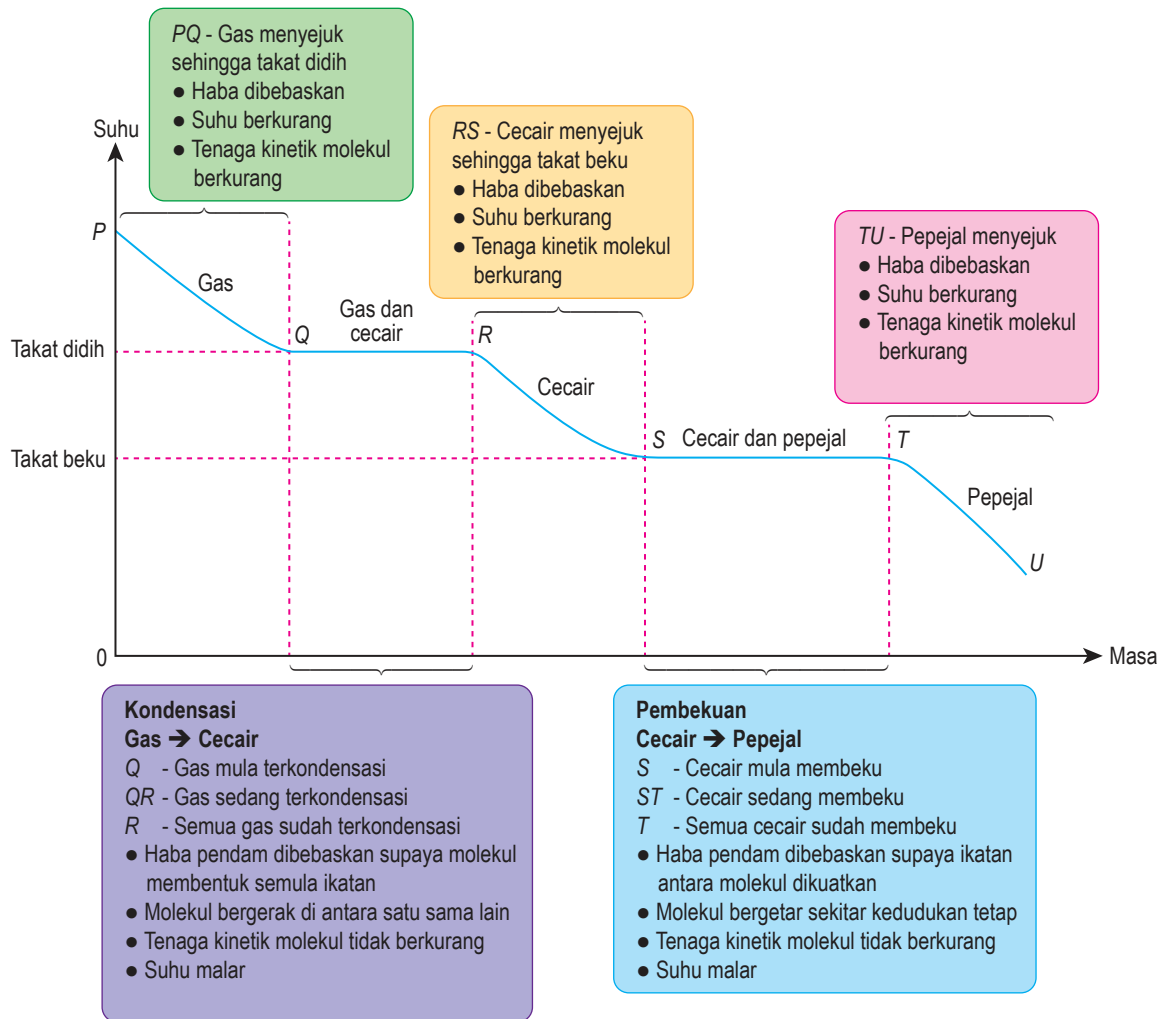
Fail info

Berdasarkan Teori Kinetik Jirim, semakin tinggi tenaga kinetik purata molekul, semakin tinggi suhu suatu objek. Haba pendam yang diserap semasa peleburan dan pendidihan tidak menambah tenaga kinetik purata molekul. Oleh itu, peleburan dan pendidihan berlaku pada suhu yang tetap.



Rajah 4.14 Lengkung pemanasan

Rajah 4.15 menunjukkan lengkung penyejukan apabila suatu objek berubah dari keadaan gas kepada pepejal.



Rajah 4.15 Lengkung penyejukan



Aktiviti 4.6

Pemikiran Logik

Tujuan: Membanding dan membincangkan:

- haba pendam tentu pelakuran ais dan lilin
- haba pendam tentu pengewapan air dan minyak

Arahan:

1. Jalankan aktiviti ini dalam bentuk *Think-Pair-Share*.
2. Teliti maklumat yang diberi dalam Jadual 4.5.

Jadual 4.5

Bahan	Fasa pada suhu bilik	Takat lebur / °C	Haba pendam tentu pelakuran, $l_f / \text{J kg}^{-1}$	Takat didih / °C	Haba pendam tentu pengewapan, $l_v / \text{J kg}^{-1}$
Lilin	Pepejal	46 hingga 68	1.45×10^5 hingga 2.10×10^5	–	–
Plumbum	Pepejal	327	0.25×10^5	1 750	8.59×10^5
Kuprum	Pepejal	1 083	2.07×10^5	2 566	47.3×10^5
Ais	Pepejal	0	3.34×10^5	–	–
Air	Cecair	–	–	100	22.6×10^5
Minyak petrol	Cecair	–	–	35 hingga 200	3.49×10^5
Minyak diesel	Cecair	–	–	180 hingga 360	2.56×10^5
Minyak zaitun	Cecair	6	2.67×10^5	–	–
Etanol	Cecair	–114	1.04×10^5	78	8.55×10^5
Oksigen	Gas	–219	0.14×10^5	–183	2.13×10^5
Nitrogen	Gas	–210	0.26×10^5	–196	2.00×10^5

3. Berdasarkan maklumat dalam Jadual 4.5, bincangkan soalan-soalan berikut:

- (a) Bandingkan haba pendam tentu pelakuran bagi ais dan lilin. Seterusnya, nyatakan perbezaan antara ais dengan lilin dari segi kekuatan ikatan antara molekul.
- (b) Bandingkan haba pendam tentu pengewapan bagi air dan minyak petrol. Kemudian, nyatakan perbezaan antara air dengan minyak petrol dari segi kekuatan ikatan antara molekul dan jarak pemisahan di antara molekul dalam fasa gas.
- (c) Bagi satu bahan yang tertentu, mengapakah haba pendam tentu pengewapan lebih besar daripada haba pendam tentu pelakuran?

Nota:

Minyak petrol dan diesel merupakan hidrokarbon yang mempunyai takat didih yang berbeza.

4. Persembahkan hasil perbincangan anda dalam bentuk grafik.

Berdasarkan Aktiviti 4.6, setiap bahan mempunyai nilai haba pendam tentu yang berbeza daripada bahan lain. Bagaimanakah nilai haba pendam tentu ini ditentukan?



Eksperimen 4.3

- Tujuan:** (i) Menentukan haba pendam tentu pelakuran ais, l_f
(ii) Menentukan haba pendam tentu pengewapan air, l_v

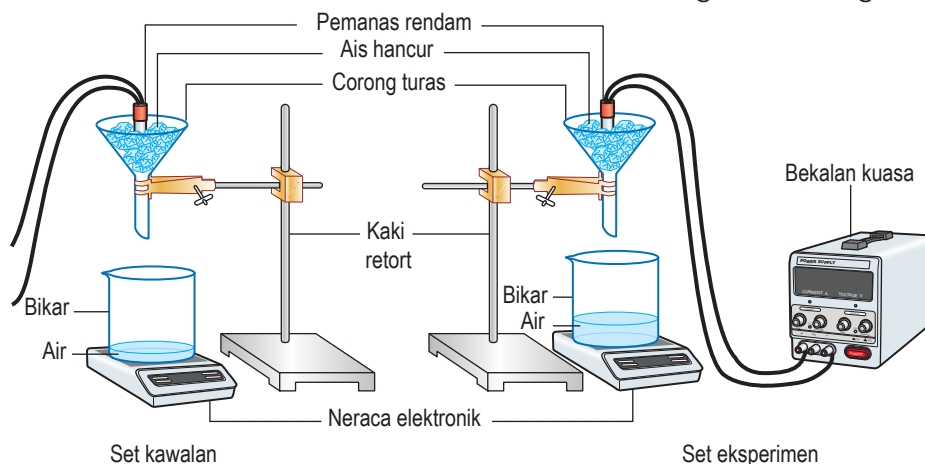
A Haba pendam tentu pelakuran ais, l_f

Radas: Pemanas rendam, corong turas, bikar, neraca elektronik, bekalan kuasa, jam randik dan kaki retort

Bahan: Ais hancur

Prosedur:

1. Letakkan bikar bagi set eksperimen dan set kawalan masing-masing di atas neraca elektronik. Set semula kedua-dua neraca elektronik kepada bacaan sifar.
2. Sediakan susunan radas seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 4.16. Pada awalnya, kedua-dua bikar dan neraca elektronik tidak berada di bawah corong turas masing-masing.



Rajah 4.16

3. Hidupkan pemanas rendam bagi set eksperimen sahaja. Apabila air telah menitis keluar daripada corong turas pada kadar yang tetap, letakkan bikar dan neraca elektronik masing-masing di bawah corong turas. Mulakan jam randik.
4. Selepas masa, $t = 10$ minit, rekodkan bacaan jisim air yang dikumpulkan di dalam bikar set eksperimen, m_1 dan set kawalan, m_2 .
5. Matikan pemanas rendam dan rekodkan kuasa pemanas, P .

Keputusan:

Jadual 4.6

Jisim air yang dikumpulkan di dalam bikar set eksperimen, m_1 / kg	
Jisim air yang dikumpulkan di dalam bikar set kawalan, m_2 / kg	
Kuasa pemanas, P / W	
Masa pemanasan, t / s	

Analisis data:

Hitungkan haba pendam tentu pelakuran ais dengan menggunakan rumus, $l = \frac{Pt}{(m_1 - m_2)}$.

Kesimpulan:

Apakah kesimpulan yang dapat dibuat daripada eksperimen ini?

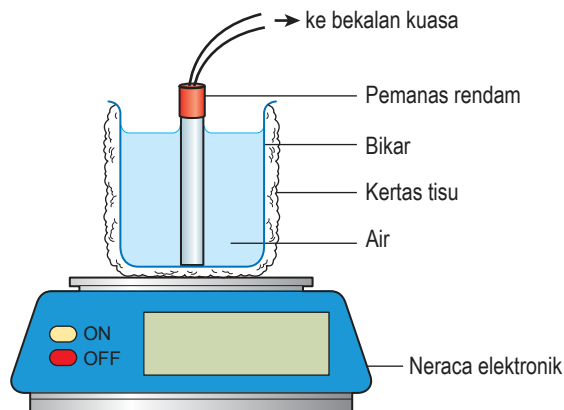
B Haba pendam tentu pengewapan air, l_v

Radas: Pemanas rendam berkuasa tinggi (500 W), bekalan kuasa, bikar, neraca elektronik dan jam randik

Bahan: Air dan kertas tisu

Prosedur:

1. Sediakan susunan radas seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 4.17.
2. Hidupkan pemanas rendam dan tunggu sehingga air mendidih.
3. Apabila air mendidih, mulakan jam randik dan pada masa yang sama, rekodkan bacaan neraca elektronik, m_1 .
4. Selepas masa, $t = 5$ minit, rekodkan bacaan neraca elektronik, m_2 .
5. Matikan pemanas rendam dan rekodkan kuasa pemanas, P .



Rajah 4.17

Keputusan:

Jadual 4.7

Bacaan awal neraca elektronik, m_1 / kg	
Bacaan akhir neraca elektronik, m_2 / kg	
Masa yang diambil, t / s	
Kuasa pemanas, P / W	

Analisis data:

Hitungkan haba pendam tentu pengewapan air dengan menggunakan rumus, $l = \frac{Pt}{(m_1 - m_2)}$.

Kesimpulan:

Apakah kesimpulan yang dapat dibuat daripada eksperimen ini?

Sediakan laporan yang lengkap bagi eksperimen ini.

Perbincangan:

1. Mengapakah satu set kawalan perlu disediakan bagi eksperimen A dan tidak perlu untuk eksperimen B?
2. Diberi nilai haba pendam tentu pelakuran ais ialah $3.34 \times 10^5 \text{ J kg}^{-1}$. Bandingkan nilai haba pendam tentu pelakuran ais yang diperoleh daripada eksperimen A dengan nilai yang diberi. Bincangkan perbezaan antara dua nilai tersebut (jika ada).
3. Diberi nilai haba pendam tentu pengewapan air ialah $2.26 \times 10^6 \text{ J kg}^{-1}$. Bandingkan nilai haba pendam tentu pengewapan air yang diperoleh daripada eksperimen B dengan nilai yang diberi. Bincangkan perbezaan antara dua nilai tersebut (jika ada).
4. Cadangkan langkah-langkah untuk meningkatkan kejutuan keputusan eksperimen ini.

Perhatikan Rajah 4.18 yang menunjukkan proses perubahan fasa air apabila haba pendam diserap dan dibebaskan.



Semasa ais melebur, molekul ais menyerap haba pendam pelakuran menyebabkan perubahan fasa ais daripada pepejal kepada cecair.



Semasa air mendidih, molekul air menyerap haba pendam pengewapan menyebabkan perubahan fasa air daripada cecair kepada gas.



Semasa wap air terkondensasi, molekul wap air membebaskan haba pendam pengewapan menyebabkan perubahan fasa wap air daripada gas kepada cecair.

Rajah 4.18 Proses perubahan fasa air

Penyerapan haba pendam semasa peleburan dan penyejatan boleh digunakan untuk memberi kesan penyejukan. Haba pendam yang dibebaskan semasa kondensasi pula boleh digunakan untuk tujuan pemanasan.



Aktiviti 4.7

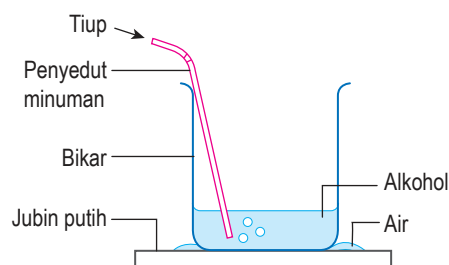
Tujuan: Menunjukkan bahawa penyejatan menyebabkan penyejukan

Radas: Bikar 250 ml, penyedut minuman dan jubin putih

Bahan: Alkohol dan air

Arahan:

1. Sediakan susunan radas seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 4.19.
2. Isi 100 ml alkohol ke dalam bikar.
3. Sentuh bahagian luar bikar dan air di sekeliling dasar bikar. Catatkan pemerhatian anda.
4. Tiup udara berulang kali ke dalam alkohol.
5. Sentuh bahagian luar bikar. Catatkan pemerhatian anda.



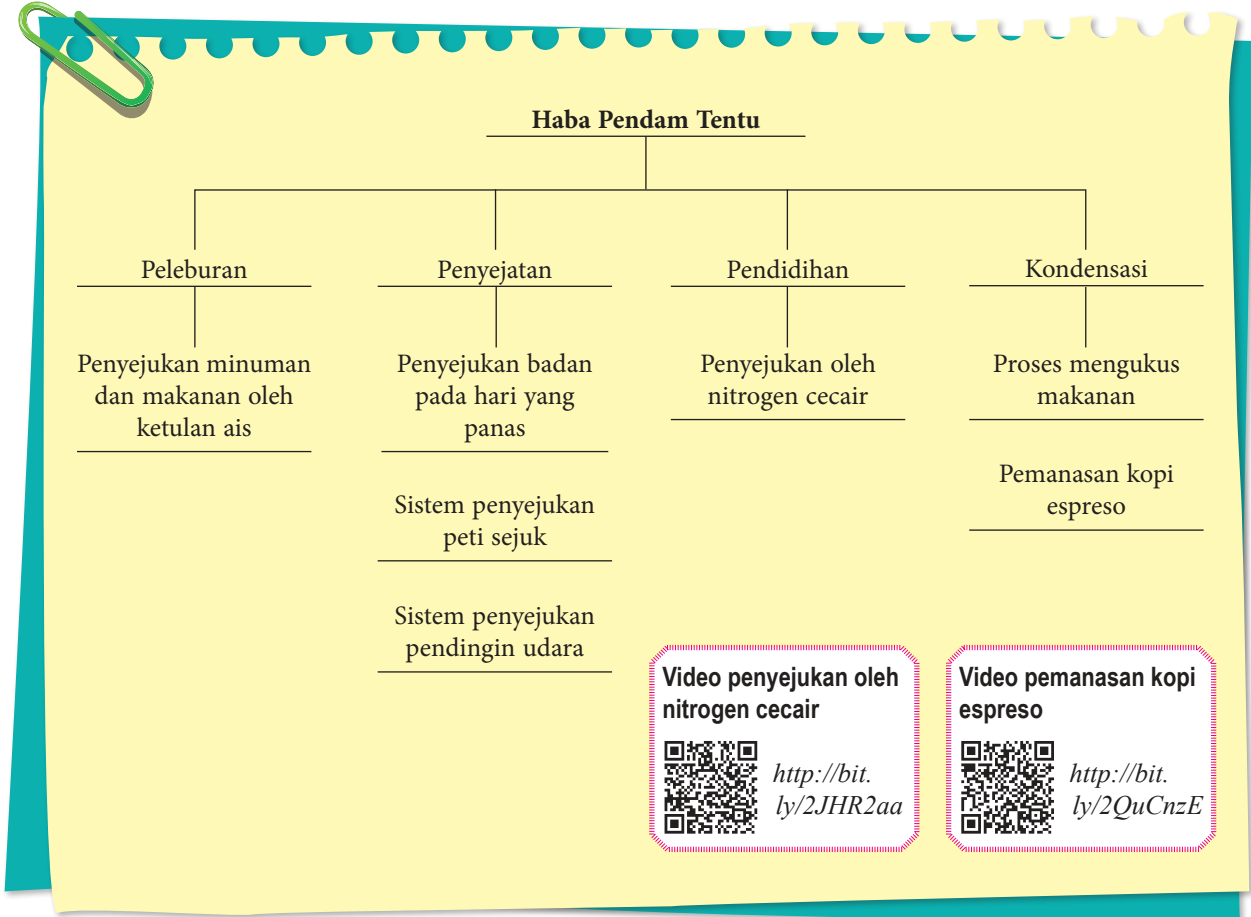
Rajah 4.19

Perbincangan:

1. Apakah yang berlaku kepada alkohol semasa udara ditiup ke dalamnya?
2. Bandingkan tahap kesejukan bikar sebelum dan selepas udara ditiup ke dalam alkohol. Terangkan jawapan anda.
3. Apakah kesan penyejatan cecair dalam aktiviti di atas?

Perubahan daripada fasa cecair kepada wap memerlukan haba pendam tentu pengewapan. Apabila suatu cecair tersejat, molekul cecair menyerap haba pendam tentu pengewapan untuk memutuskan ikatan antara molekul. Persekitaran cecair akan menjadi sejuk kerana haba telah diserap.

Rajah 4.20 menunjukkan empat proses perubahan fasa jirim yang melibatkan haba pendam tentu.



Rajah 4.20 Empat proses perubahan fasa jirim yang melibatkan haba pendam tentu



Aktiviti 4.8

KIAK KMK

Tujuan: Membincangkan aplikasi haba pendam tentu dalam kehidupan harian

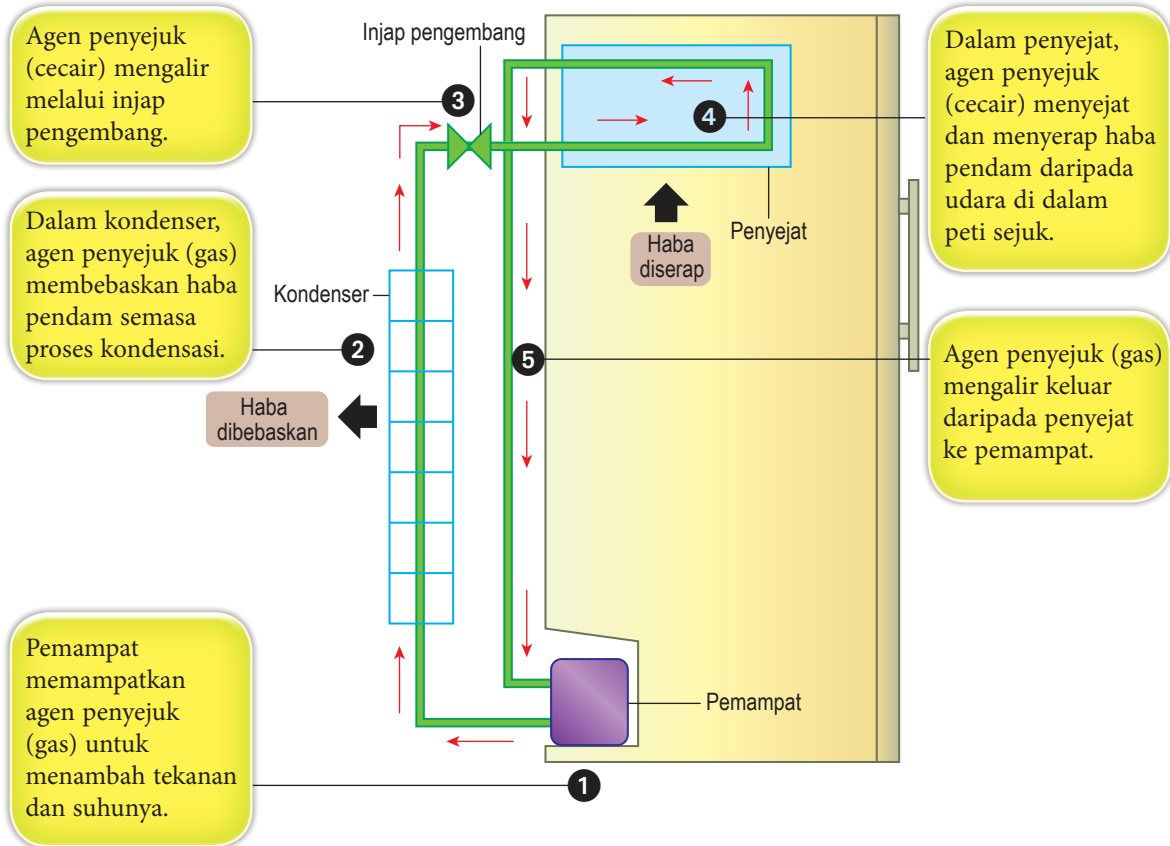
Arahan:

1. Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
2. Dapatkan maklumat mengenai aplikasi haba pendam tentu dalam kehidupan harian di bawah:
 - (a) Penyejatan peluh
 - (b) Pengukusan makanan
3. Maklumat tersebut boleh didapati daripada sumber bacaan atau carian di laman sesawang.
4. Kemudian, bincangkan bagaimana konsep haba pendam tentu diaplikasikan dalam setiap situasi di atas.
5. Persembahkan hasil perbincangan kumpulan anda dalam bentuk peta pemikiran.

Aplikasi Haba Pendam Tentu dalam Kehidupan Harian

Sistem penyejukan dalam peti sejuk

Peti sejuk menggunakan kesan penyejukan daripada penyejatan cecair. Semasa peredaran agen penyejuk dalam sistem penyejukan, haba diserap daripada bahagian dalam peti sejuk dan kemudian haba dibebaskan ke persekitaran luar.



Rajah 4.21 Sistem penyejukan dalam peti sejuk

Penyejatan peluh



Kita akan berpeluh pada hari yang panas atau semasa melakukan kerja yang berat. Apabila peluh itu tersejat, haba akan diserap daripada badan. Hal ini membawa kesan penyejukan kepada badan. Kadar penyejatan boleh meningkat dengan adanya aliran udara.



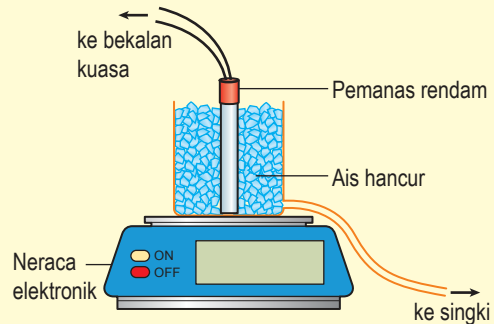
Basahkan tangan kanan anda. Letakkan tangan kanan yang basah dan tangan kiri yang kering di hadapan kipas meja. Apakah perbezaan yang boleh anda rasa pada tangan kanan dan tangan kiri?

Menyelesaikan Masalah yang Melibatkan Haba Pendam

Contoh 1

Rajah 4.22 menunjukkan sebuah pemanas rendam berkuasa 480 W digunakan untuk meleburkan ais di dalam sebuah bekas. Dalam masa 120 s, bacaan neraca elektronik berkurang sebanyak 0.172 kg.

- (a) Berapakah jisim ais yang melebur dalam tempoh pemanasan itu?
(b) Hitungkan haba pendam tentu pelakuran ais, l_f .



Rajah 4.22

Penyelesaian:

- (a) Membuat andaian:

- (i) Ais dileburkan oleh haba daripada pemanas rendam sahaja.
- (ii) Semua air daripada peleburan ais mengalir keluar daripada bekas itu.

Menghubung kait perubahan bacaan neraca elektronik kepada jisim ais yang melebur:
Jisim air yang melebur = pengurangan bacaan neraca

$$m = 0.172 \text{ kg}$$

- (b) Membuat andaian:

- (i) Semua haba yang dibekalkan oleh pemanas rendam diserap oleh ais yang melebur.
- (ii) Tiada pemindahan haba daripada persekitaran ke dalam radas itu.

Langkah 1

Senaraikan maklumat yang diberi dengan simbol.

$$\begin{cases} m = 0.172 \text{ kg} \\ P = 480 \text{ W} \\ t = 120 \text{ s} \end{cases}$$

Langkah 2

Kenal pasti dan tulis rumus yang digunakan.

$$Pt = ml_f$$

Langkah 3

Buat gantian numerikal ke dalam rumus dan lakukan penghitungan.

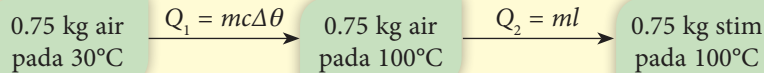
$$\begin{cases} 480 \times 120 = 0.172 \times l_f \\ l_f = \frac{480 \times 120}{0.172} \\ = 3.35 \times 10^5 \text{ J kg}^{-1} \end{cases}$$

Contoh 2

Berapakah kuantiti haba yang perlu dibekalkan oleh sebuah pemanas air elektrik kepada 0.75 kg air pada suhu 30°C untuk mengubah air tersebut menjadi stim pada suhu 100°C? Nyatakan andaian yang anda buat dalam pengiraan anda.

[Muatan haba tentu air, $c_{\text{air}} = 4.20 \times 10^3 \text{ J kg}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$,
haba pendam tentu pengewapan air, $l_v = 2.26 \times 10^6 \text{ J kg}^{-1}$]

Penyelesaian:



Membuat andaian:

- Semua haba yang dibekalkan oleh pemanas itu diserap oleh air.
- Tiada kehilangan haba ke persekitaran semasa pemanasan air dan perubahan fasa air.

Perubahan yang dikehendaki terdiri daripada dua peringkat, iaitu:

- memanaskan air pada suhu 30°C sehingga mencapai takat didih 100°C, dan
- mengubah air pada suhu 100°C kepada stim tanpa perubahan suhu.

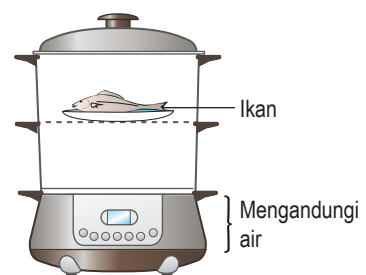
Kuantiti haba yang diperlukan,

$$\begin{aligned} Q &= Q_1 + Q_2 \\ &= mc\Delta\theta + ml \\ &= [0.75 \times 4.2 \times 10^3 \times (100 - 30)] + (0.75 \times 2.26 \times 10^6) \\ &= 1.92 \times 10^6 \text{ J} \end{aligned}$$

Latihan Formatif 4.3

- Rajah 4.23 menunjukkan sebuah pengukus elektrik. Terangkan bagaimana ikan itu dipanaskan.
- Berapakah kuantiti haba yang perlu dibebaskan daripada 0.8 kg air pada suhu 25°C untuk menyejukkan air itu sehingga menjadi ais pada suhu -6°C? Nyatakan andaian yang anda buat dalam pengiraan anda.

[Muatan haba tentu air, $c_{\text{air}} = 4.2 \times 10^3 \text{ J kg}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$,
muatan haba tentu ais, $c_{\text{ais}} = 2.0 \times 10^3 \text{ J kg}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ dan
haba pendam tentu pelakuran ais, $l_f = 3.34 \times 10^5 \text{ J kg}^{-1}$]



Rajah 4.23

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

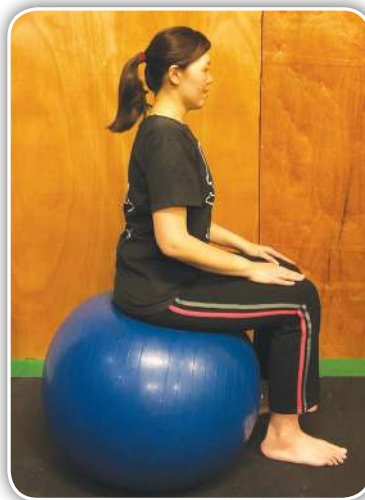
Ciri gas	Huraian
Tekanan	• Molekul gas sentiasa bergerak secara rawak. • Apabila molekul gas berlanggar dengan dinding bekas dan melantun balik, daya dikenakan ke atas dinding bekas itu. • Daya per unit luas ialah tekanan gas itu.
Suhu	• Tenaga kinetik purata molekul meningkat dengan suhu gas.
Isi padu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

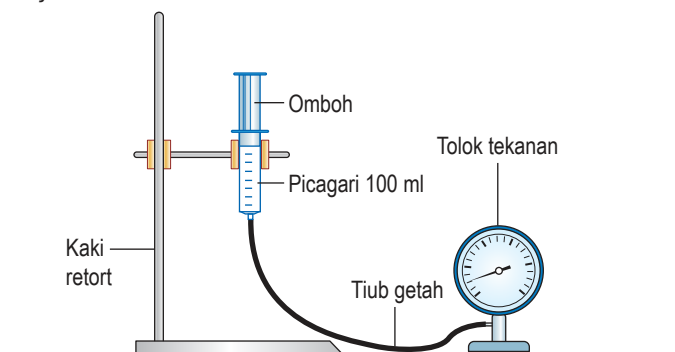
Pemboleh ubah:

- (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?

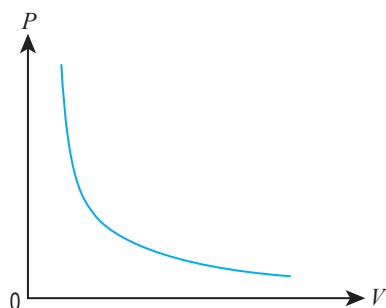
Sediakan laporan yang lengkap bagi eksperimen ini.

Perbincangan:

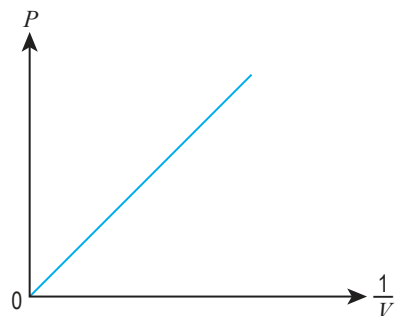
1. Mengapakah picagari dengan isi padu yang lebih besar digunakan?
2. Mengapakah omboh itu ditolak dengan perlahan ke dalam picagari?

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.



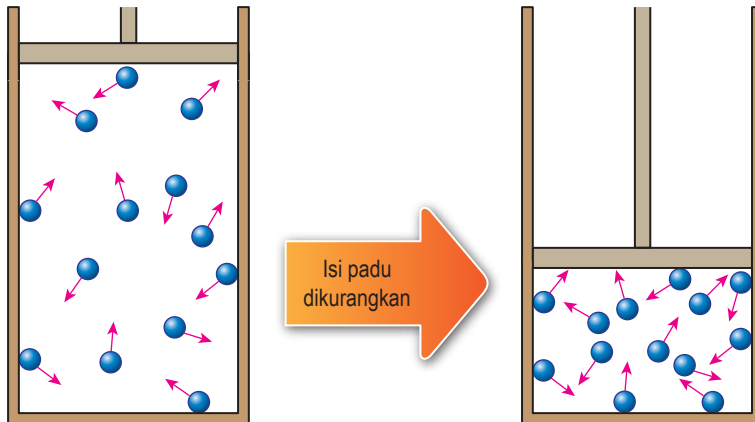
<https://bit.ly/2LghIw8>

EduwebTV: Hukum Boyle



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

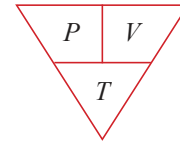
Rajah 4.26 menunjukkan suatu gas berjisim tetap dimampatkan pada suhu malar. Apabila isi padu gas itu dikurangkan, bilangan molekul yang sama bergerak dalam ruang yang lebih kecil. Bilangan molekul per unit isi padu bertambah. Hal ini menyebabkan kadar perlanggaran antara molekul dengan dinding bekas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



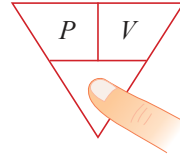
Rajah 4.26 Suatu gas berjisim tetap dimampatkan pada suhu malar

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:

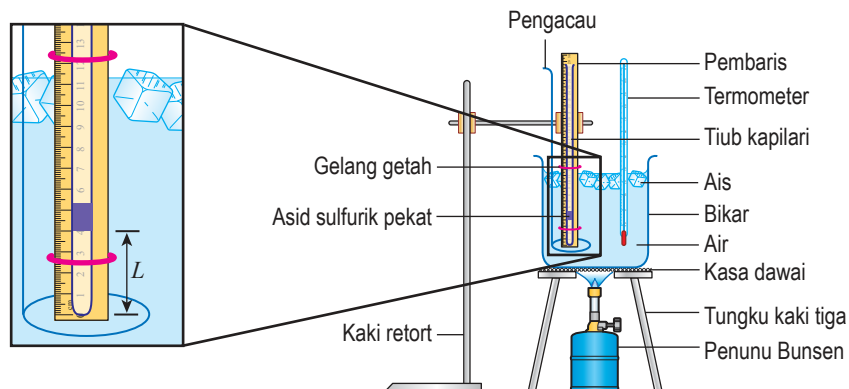
- (a) Dimanipulasikan: Suhu, θ
- (b) Bergerak balas: Isi padu, V yang diwakili oleh panjang turus udara, L di dalam tiub kapilari
- (c) Dimalarkan: Tekanan dan jisim udara

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?

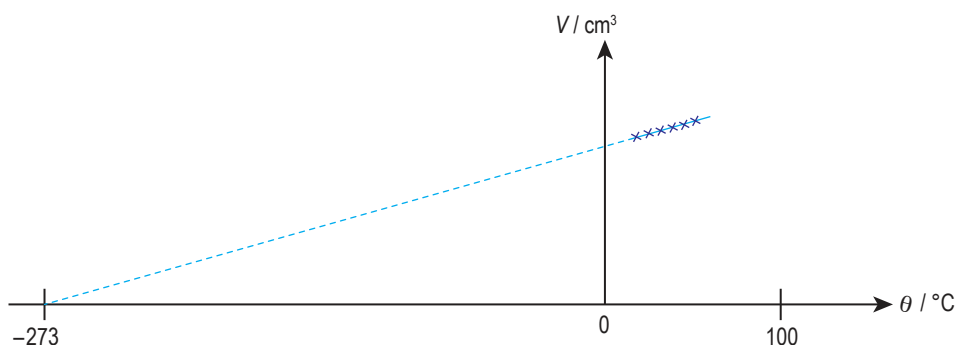
Sediakan laporan yang lengkap bagi eksperimen ini.

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

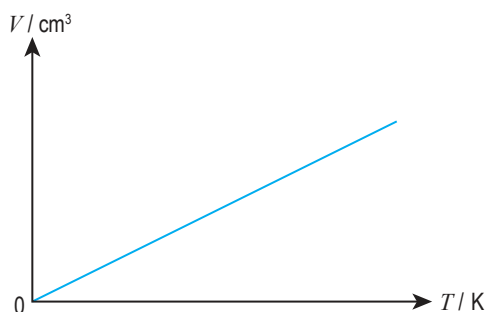
Takat suhu	Suhu, $\theta / ^\circ\text{C}$	Suhu, T / K
Sifar mutlak	-273	0
Ais lebur	0	273
Stim	100	373

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/2GxHIoh>

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

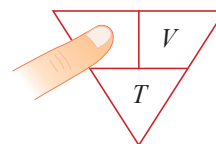
EduwebTV: Hukum Charles



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

INFO BESTARI

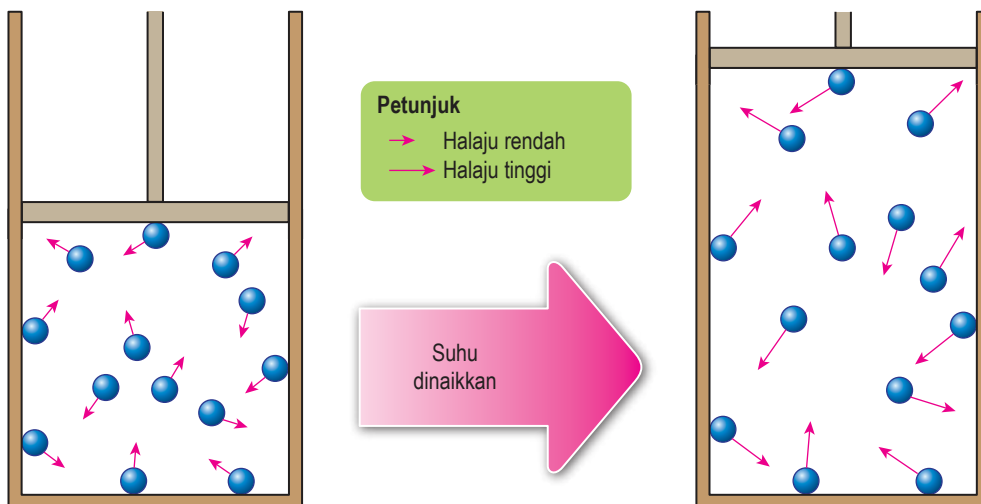
Untuk Hukum Charles, tekanan adalah malar.



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

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

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



Eksperimen

4.6

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:

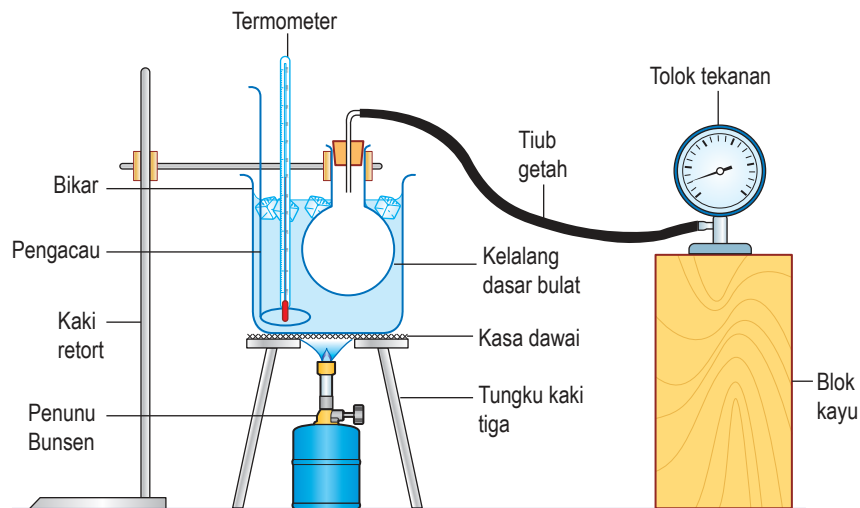
- (a) Dimanipulasikan: Suhu, θ
- (b) Bergerak balas: Tekanan, P
- (c) Dimalarkan: Isi padu dan jisim udara

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:

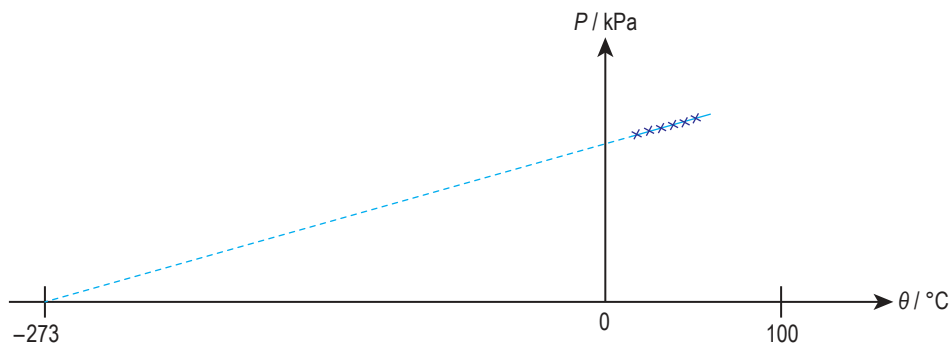
Apakah kesimpulan yang dapat dibuat daripada eksperimen ini?

Sediakan laporan yang lengkap bagi eksperimen ini.

Perbincangan:

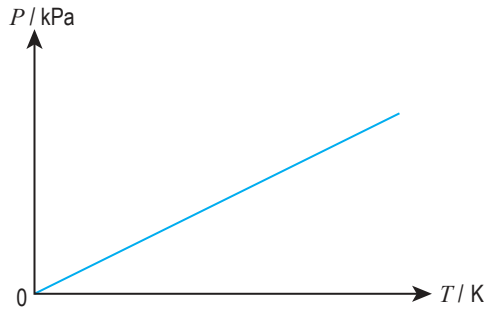
1. Apakah kelebihan menggunakan kelalang dasar bulat untuk pemanasan udara?
2. Termometer direndam di dalam bikar besar berisi air. Apakah andaian yang perlu dibuat supaya bacaan termometer ialah suhu udara di dalam kelalang dasar bulat?

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

INTEGRASI SEJARAH



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>

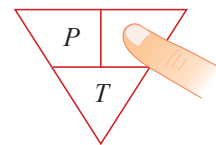
Hukum Gay-Lussac



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

INFO BESTARI

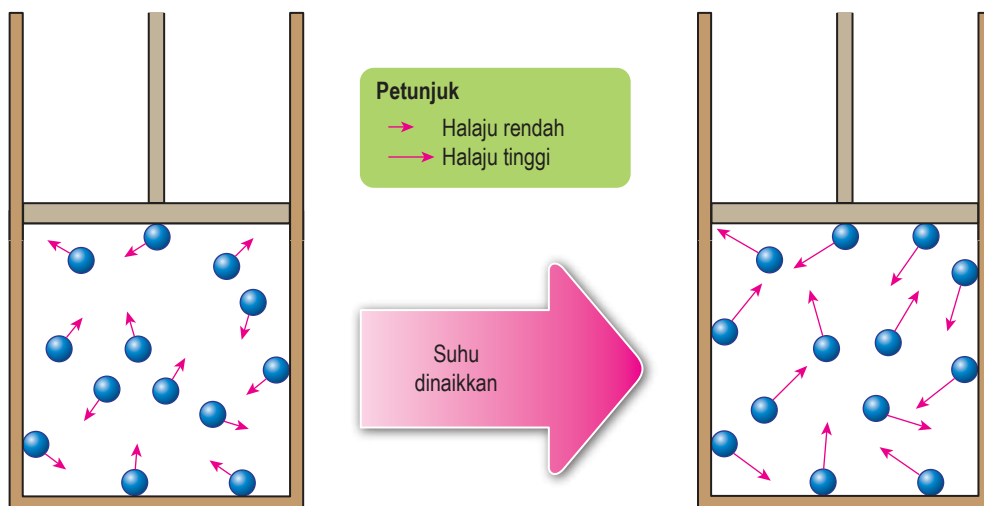
Untuk Hukum Gay-Lussac, isi padu adalah malar.



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

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

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.

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

Langkah 2

Kenal pasti dan tulis rumus yang digunakan.

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

Langkah 3

Buat gantian numerikal ke dalam rumus dan lakukan penghitungan.

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{180}{298} = \frac{P_2}{325} \\ P_2 = \frac{180 \times 325}{298} \\ = 196.3 \text{ kPa} \end{array} \right.$$

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.

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

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

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

$$= 298 \text{ K}$$

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

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

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

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

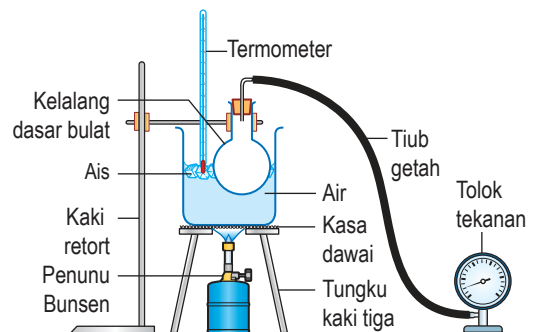
$$= 340.6 \text{ K}$$

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

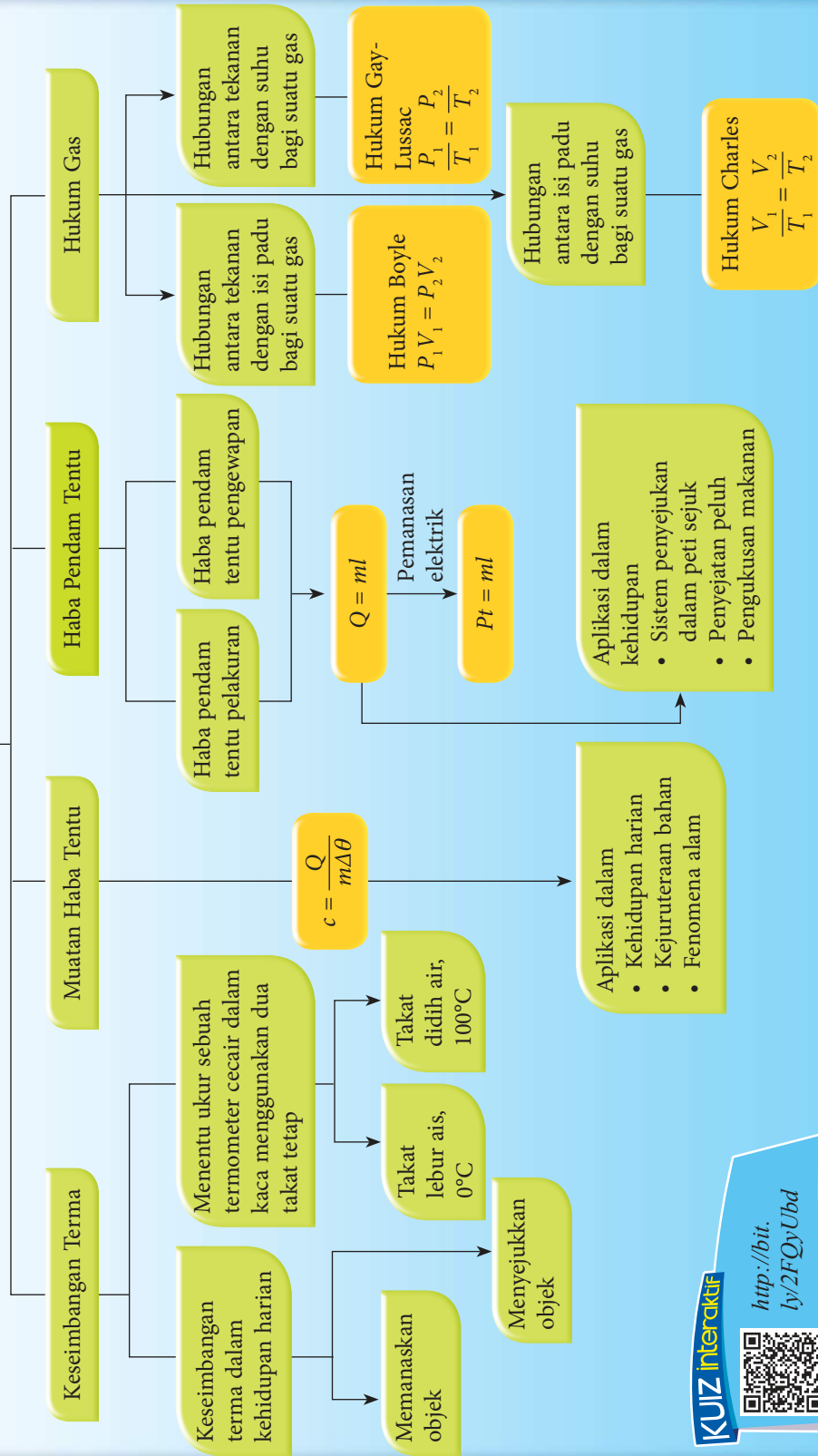
$$= 67.6^\circ\text{C}$$

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 kejutuan keputusan eksperimen ini. 🧠
 - (b) Cadangkan pengubahsuaian yang perlu dilakukan untuk memperbaiki kelemahan yang dikenal pasti. 🧠



Rajah 4.35



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
baik



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?

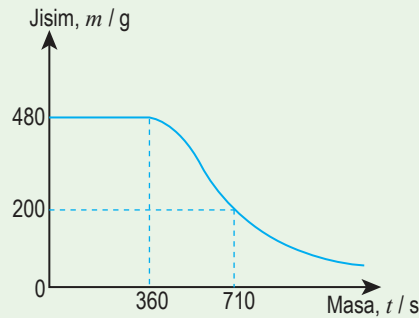


Gambar foto 1

- Tandakan (✓) bagi situasi yang menunjukkan keseimbangan terma.

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 $1\,800\text{ W}$. Pada masa, $t = 360\text{ s}$, air itu mula mendidih. Hitungkan: 🧠



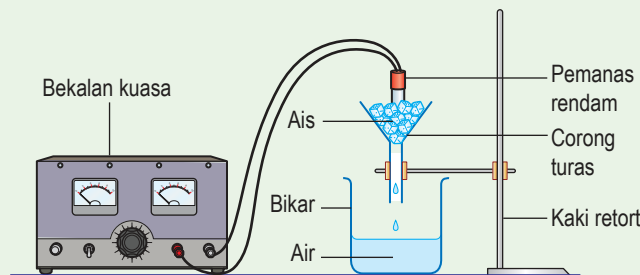
Rajah 1

- 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 $300\text{ J kg}^{-1}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$] 🧠
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 $4200 \text{ J kg}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$.]
- 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. 🧠