

Tema 3

Haba

Haba berkait rapat dengan kehidupan manusia. Topik dalam tema ini membincangkan konsep dan hukum yang berkaitan dengan tenaga haba. Kita akan mengkaji aspek perubahan fasa jirim, terutamanya perubahan sifat gas. Tiga Hukum Gas, iaitu Hukum Boyle, Hukum Charles dan Hukum Gay-Lussac turut akan diperkenalkan.



Mengapakah air sesuai digunakan sebagai agen penyejuk?

Apakah kepentingan muatan haba tentu sesuatu bahan?

Apakah yang mempengaruhi kelakuan molekul gas?

Marilah Kita Mempelajari

- 4.1 Keseimbangan Terma
- 4.2 Muatan Haba Tentu
- 4.3 Haba Pendam Tentu
- 4.4 Hukum-hukum Gas



Dapur ialah tempat yang banyak mengaplikasikan konsep tenaga haba. Apabila anda memasak suatu kuantiti air di dalam sebuah cerek, kadar peningkatan suhu air bergantung pada kuantiti air yang dimasak. Apabila air itu mendidih, suhunya tidak lagi meningkat. Apabila suatu kuantiti minyak dan air dipanaskan serentak secara berasingan, minyak akan menjadi panas terlebih dahulu. Semua contoh ini melibatkan hubungan dan interaksi antara sifat fizik jirim bahan seperti suhu, tekanan, isi padu dan haba. Aplikasi konsep haba banyak membantu kehidupan harian kita.

Video aplikasi konsep fizik di dapur



<http://bit.ly/2V4T4qB>

Standard Pembelajaran
dan Senarai Rumus Bab 4



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

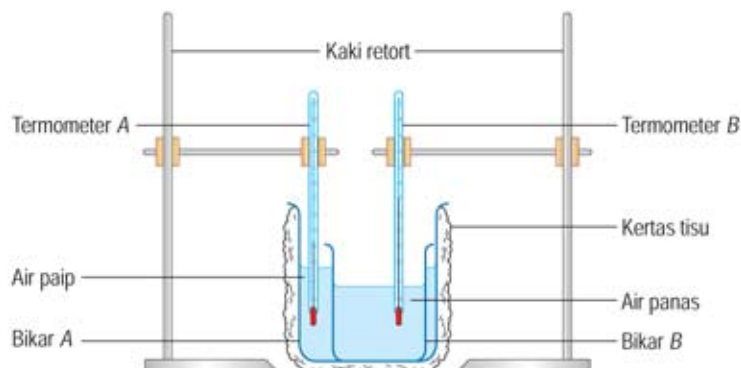
Tujuan: Menunjukkan keseimbangan terma di antara dua jasad yang bersentuhan secara terma

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:

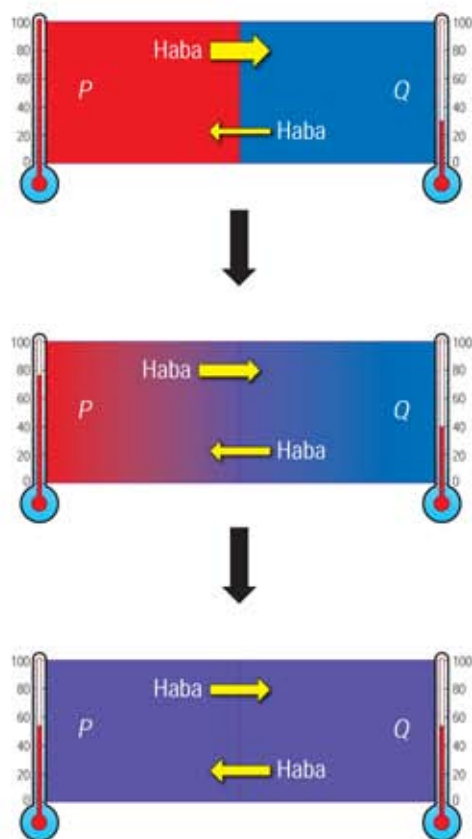
Jadual 4.1

Masa, t / s	Suhu termometer A / °C	Suhu termometer B / °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.

Memanaskan 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

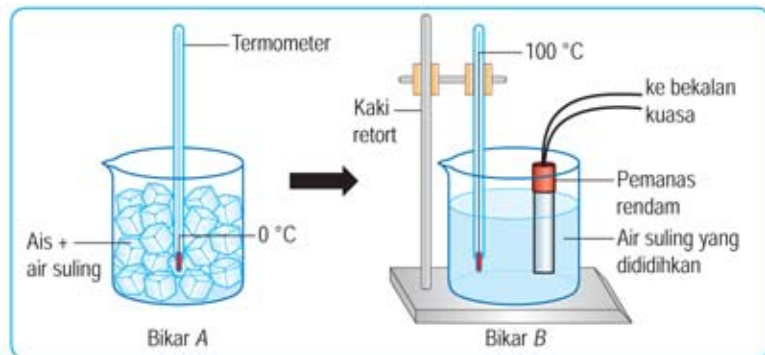
Tujuan: Menentu ukur sebuah termometer cecair dalam kaca menggunakan takat didih air suling dan takat lebur ais

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

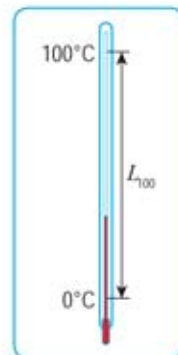
Bahan: Ais, air suling dan pita pelekat legap

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:

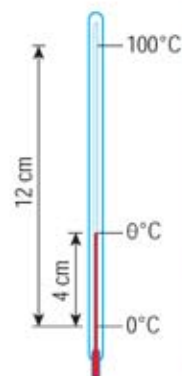
- Mengapakah bebuli termometer tidak boleh menyentuh dasar atau dinding bikar semasa membuat pengukuran?
- Mengapakah anda perlu menunggu sehingga paras turus cecair dalam termometer tidak lagi berubah sebelum membuat tanda pada batang termometer?

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 .

$$C = \frac{Q}{\Delta\theta}, \text{ iaitu } \begin{array}{l} Q = \text{kuantiti haba yang dibekalkan} \\ \Delta\theta = \text{perubahan suhu} \end{array}$$

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

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.

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

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

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

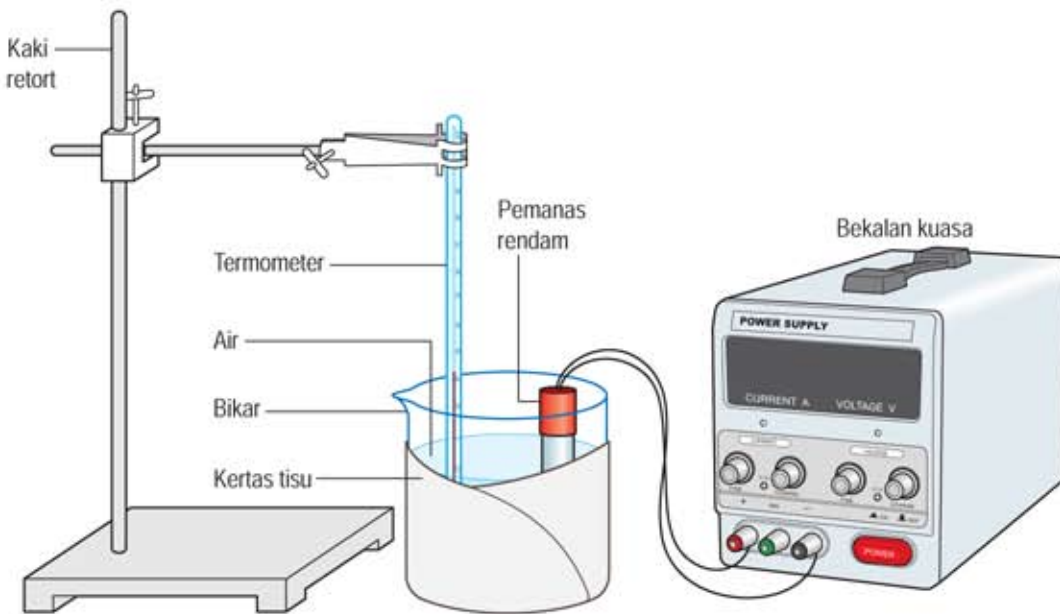
Tujuan: Menentukan nilai muatan haba tentu air

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

$$Q = Pt, \text{ iaitu}$$

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 $Pt = mc(\theta_2 - \theta_1)$.

Jadual 4.3

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

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 $4\,200 \text{ J kg}^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$. 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 kejituan keputusan eksperimen ini.

**Eksperimen****4.2**

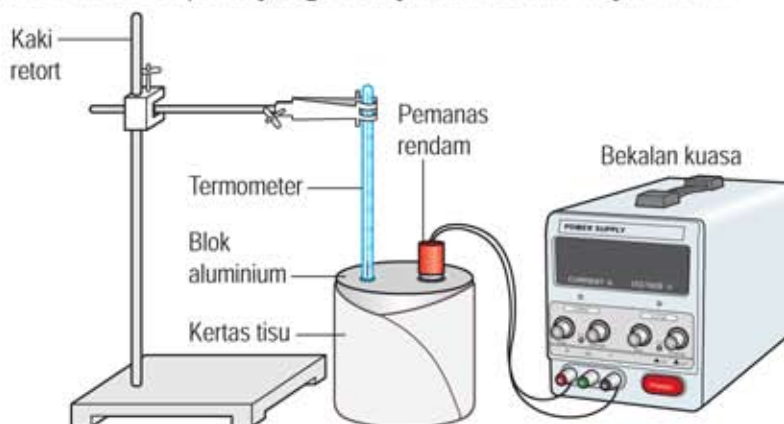
Tujuan: Menentukan nilai muatan haba tentu aluminium

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, θ_1 / °C	
Suhu akhir aluminium, θ_2 / °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

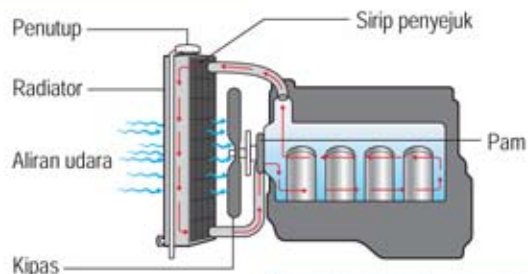


Periuk tanah liat

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



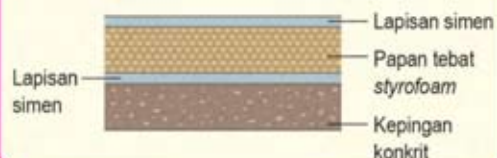
<http://bit.ly/329kUSH>

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/2M7hwQt>

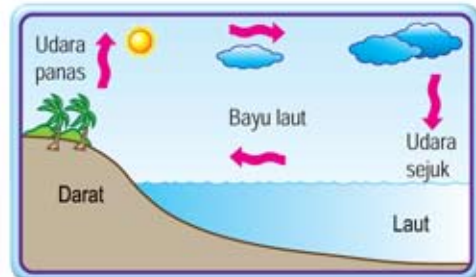
Peralatan memasak

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 Tentu

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.

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

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Jisim blok, } m = 0.5 \text{ kg} \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Kuasa pemanas, } P = 50 \text{ W} \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Masa pemanasan, } t = 90 \text{ s} \end{array} \right.$$

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 didih:

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

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

Bagi air pada suhu bilik:

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

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

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

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

Oleh itu, suhu akhir campuran ialah 34.55°C.

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

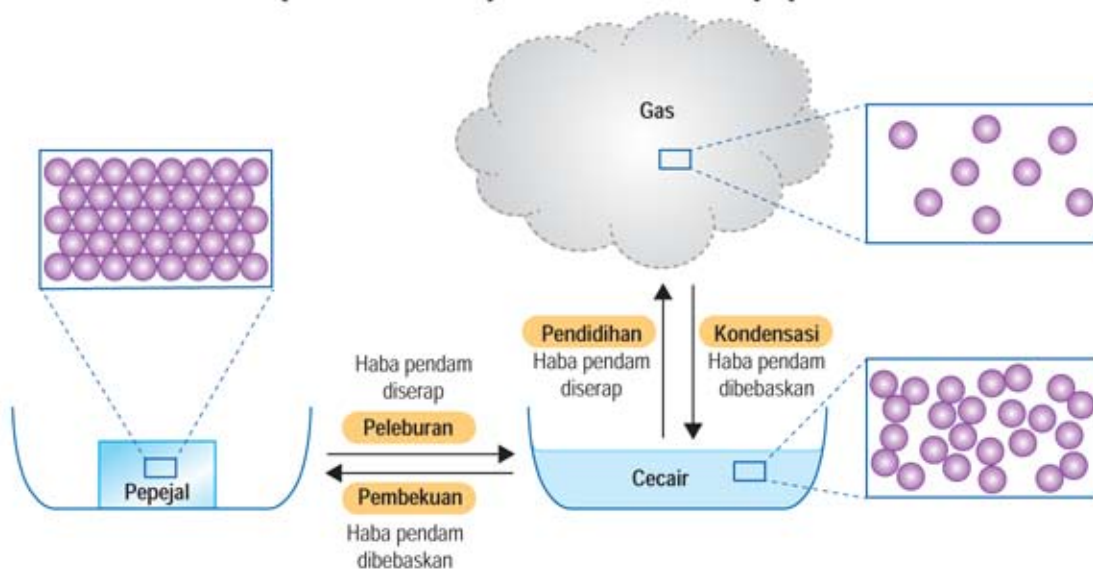
1. Apakah perbezaan antara muatan haba dengan muatan haba tentu?
2. Berapakah tenaga haba yang diperlukan untuk meningkatkan suhu sebanyak 10°C bagi jisim 0.2 kg emas?
[Diberi nilai muatan haba tentu emas ialah $300\text{ J kg}^{-1}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$]
3. Sebuah bekas mengandungi 200 g air 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} .

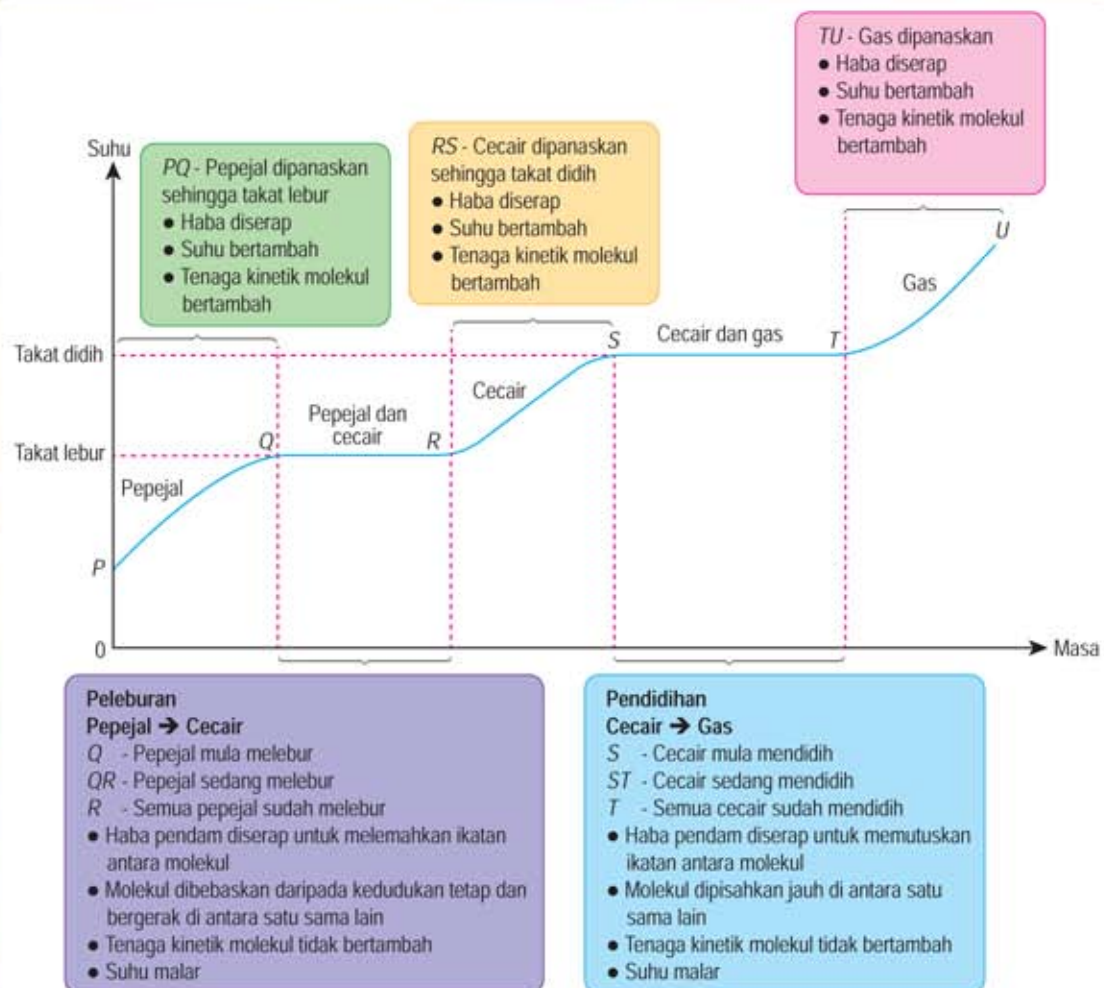
Haba pendam tentu pelakuran, l_f bagi suatu bahan ialah kuantiti haba, Q yang diserap semasa peleburan atau kuantiti haba yang dibebaskan semasa pembekuan bagi 1 kg bahan itu tanpa perubahan suhu.

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.

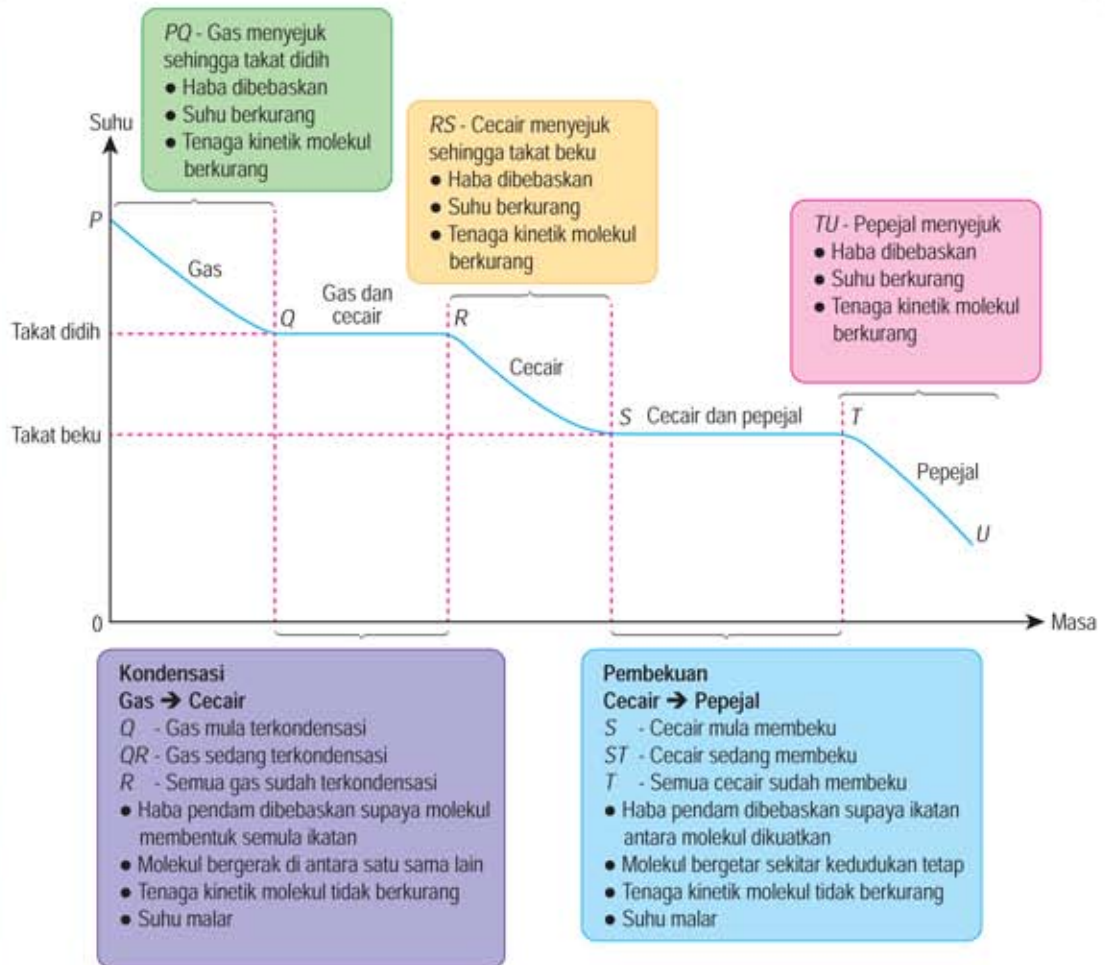
Fail info

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

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

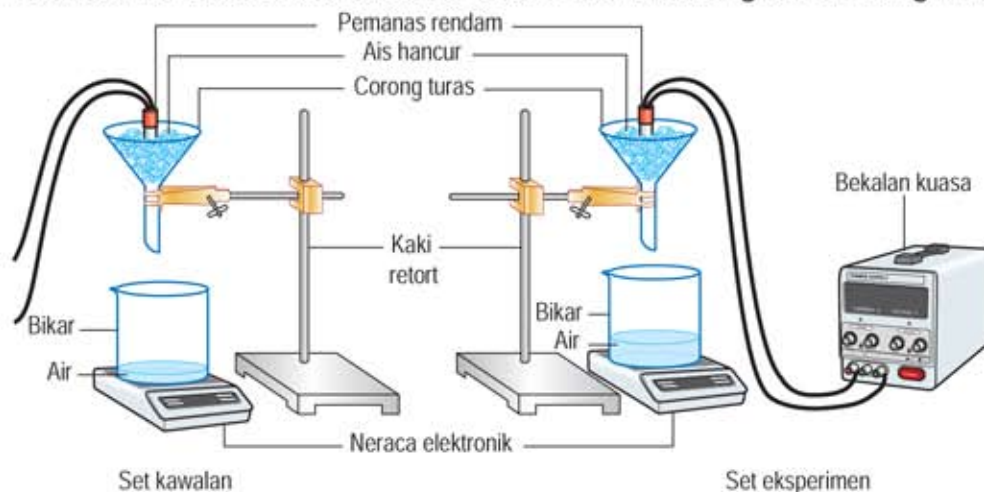
A Haba pendam tentu pelakuran ais, l_f

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?

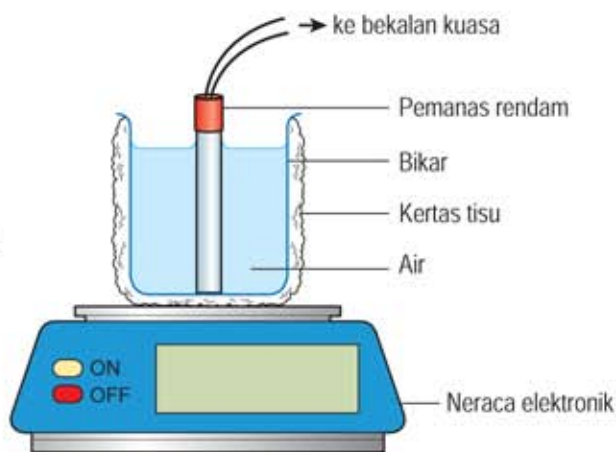
B Haba pendam tentu pengewapan air, l_v

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, $l_v = \frac{Pt}{(m_1 - m_2)}$.

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

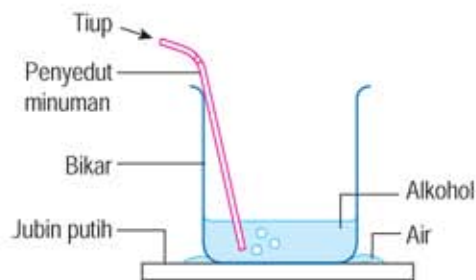
Bahan: Alkohol dan air

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.

Perbincangan:

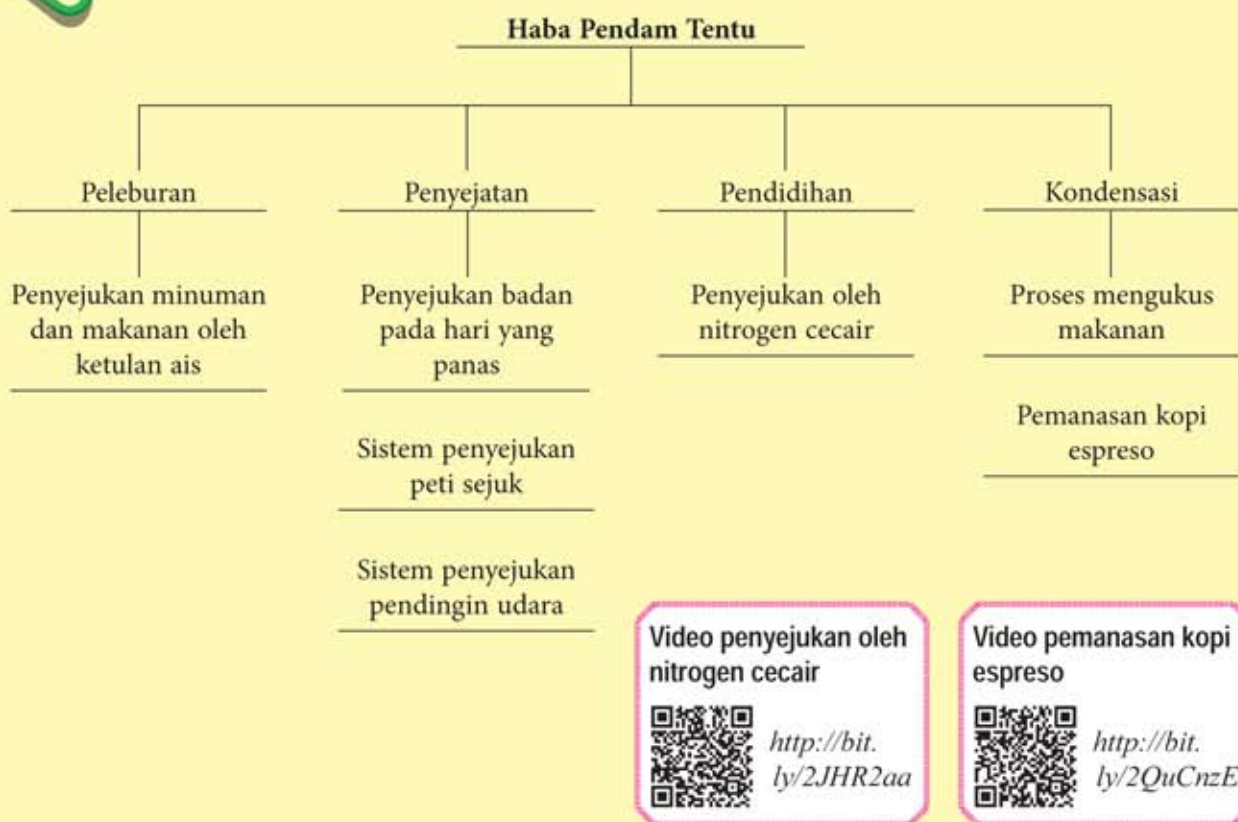
1. Apakah yang berlaku kepada alkohol semasa udara ditiup ke dalamnya?
2. Bandingkan tahap kesejukan bikar sebelum dan selepas udara ditiup ke dalam alkohol. Terangkan jawapan anda.
3. Apakah kesan penyejatan cecair dalam aktiviti di atas?



Rajah 4.19

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

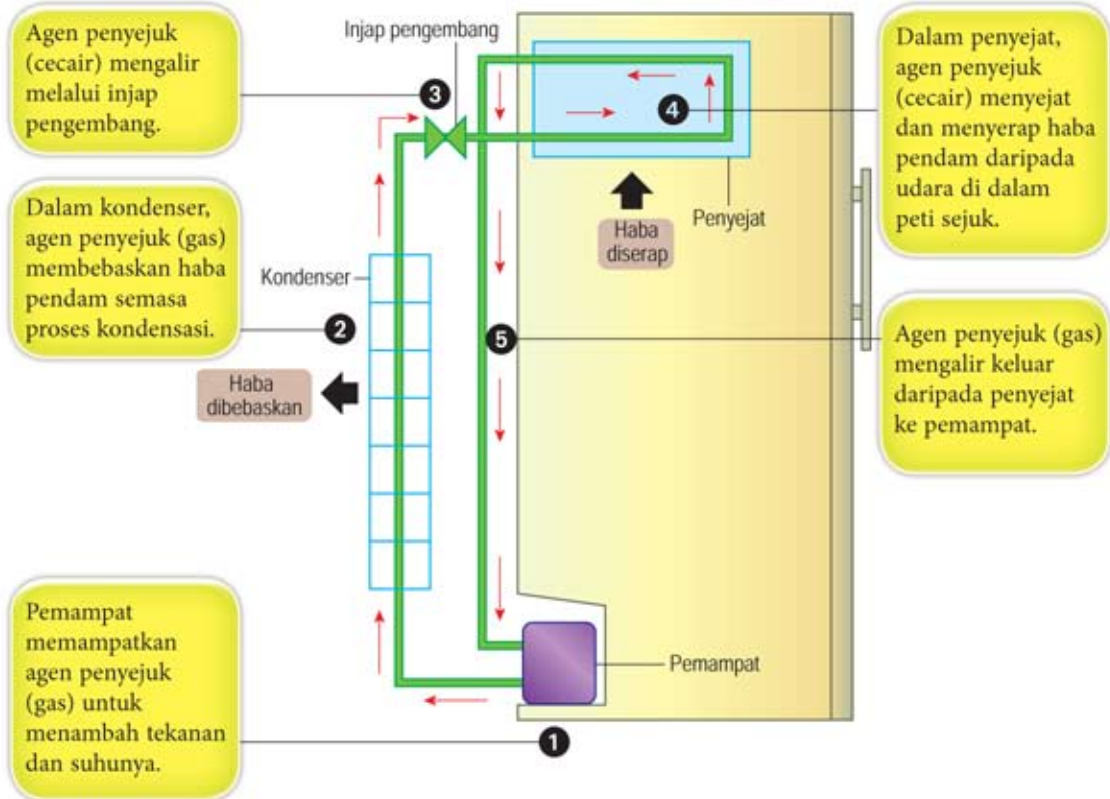
Arahan:

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.

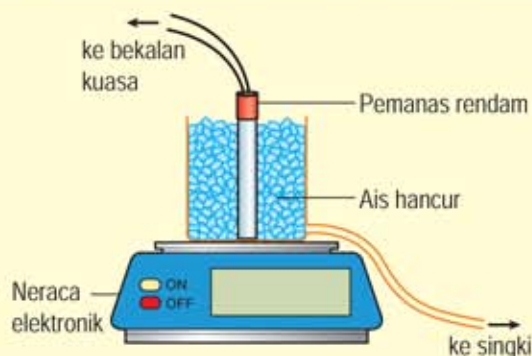
DIY

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?

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.

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



Rajah 4.22

Penyelesaian:

- Membuat andaian:
 - Ais dileburkan oleh haba daripada pemanas rendam sahaja.
 - 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
 $m = 0.172 \text{ kg}$
- Membuat andaian:
 - Semua haba yang dibekalkan oleh pemanas rendam diserap oleh ais yang melebur.
 - 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.

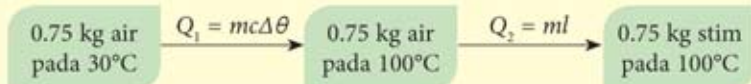
$$\begin{cases} 480 \times 120 = 0.172 \times l_f \\ l_f = \frac{480 \times 120}{0.172} \\ = 3.35 \times 10^5 \text{ J kg}^{-1} \end{cases}$$

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