



BAB 4 HABA

Fizik Tingkatan 4 KSSM

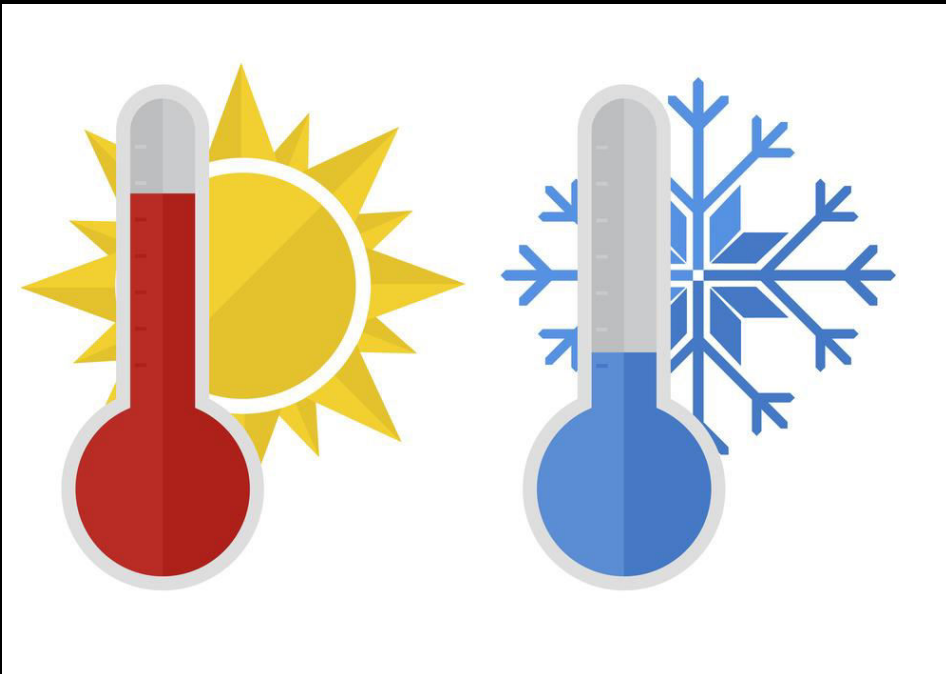
Oleh Cikgu Norazila Binti Khalid

Smk Ulu Tiram, Johor

The background features a complex 3D visualization. It includes several mesh-like structures that resemble hills or peaks, rendered in a color gradient from dark red at the base to bright blue at the top. These structures are set against a dark, almost black, background. In the foreground, there are flowing, ribbon-like shapes in shades of red and cyan, creating a sense of movement and depth. The overall aesthetic is technical and futuristic.

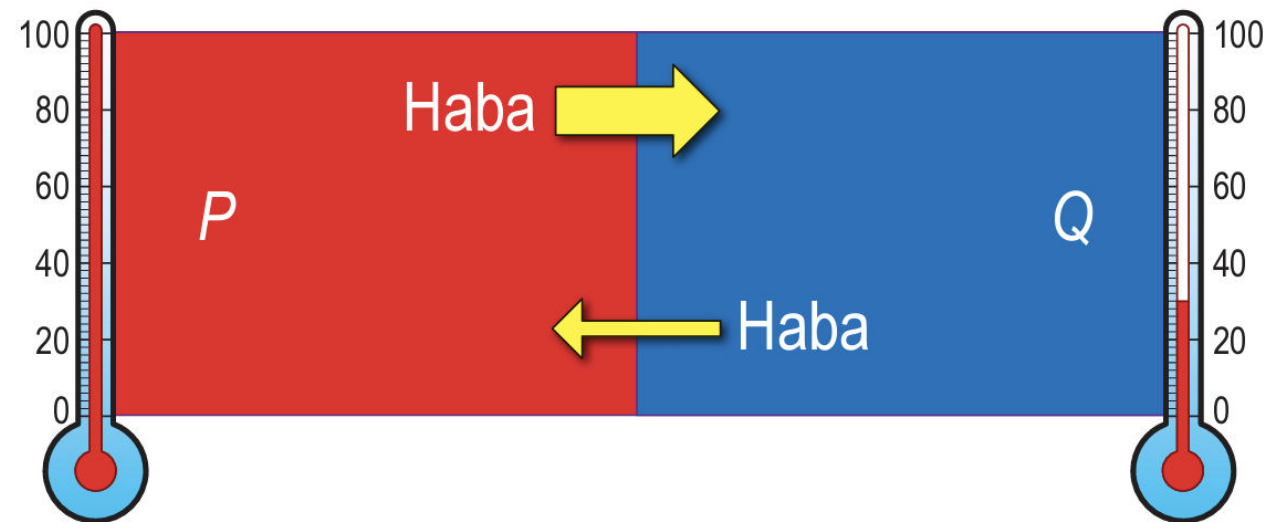
4.1 KESEIMBANGAN TERMA

KESEIMBANGAN TERMA

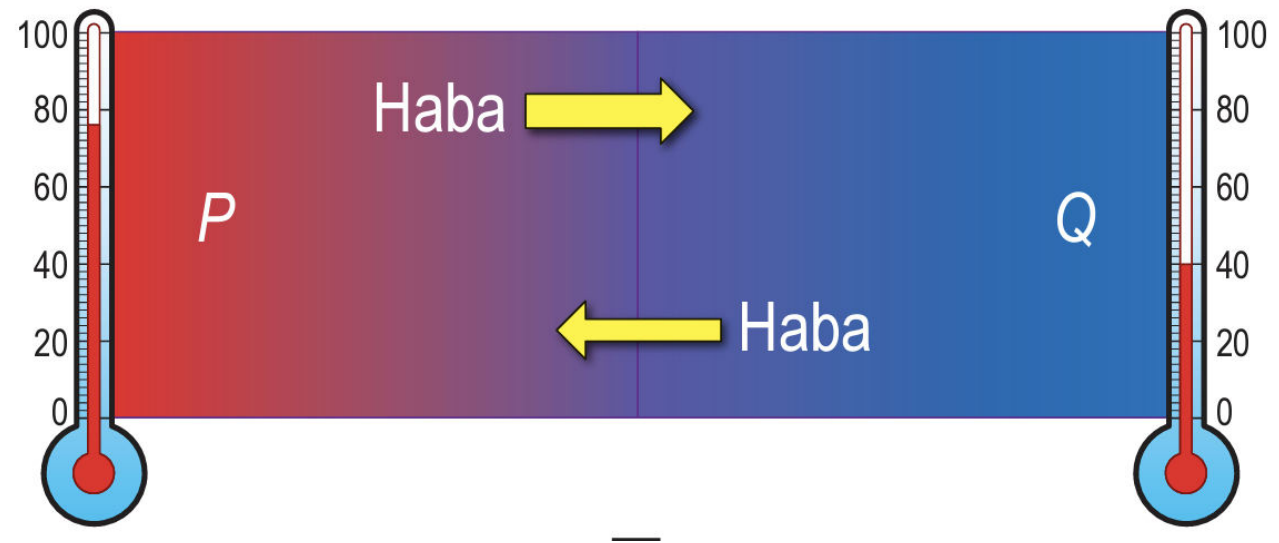


- Apabila dua objek bersentuhan secara terma, suhu objek yang panas akan menurun, manakala suhu objek yang sejuk akan meningkat sehingga suhu kedua-dua objek itu menjadi sama.
- Pemindahan bersih haba antara dua objek itu adalah sifar.
- Kedua-dua objek itu dikatakan berada dalam keadaan keseimbangan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

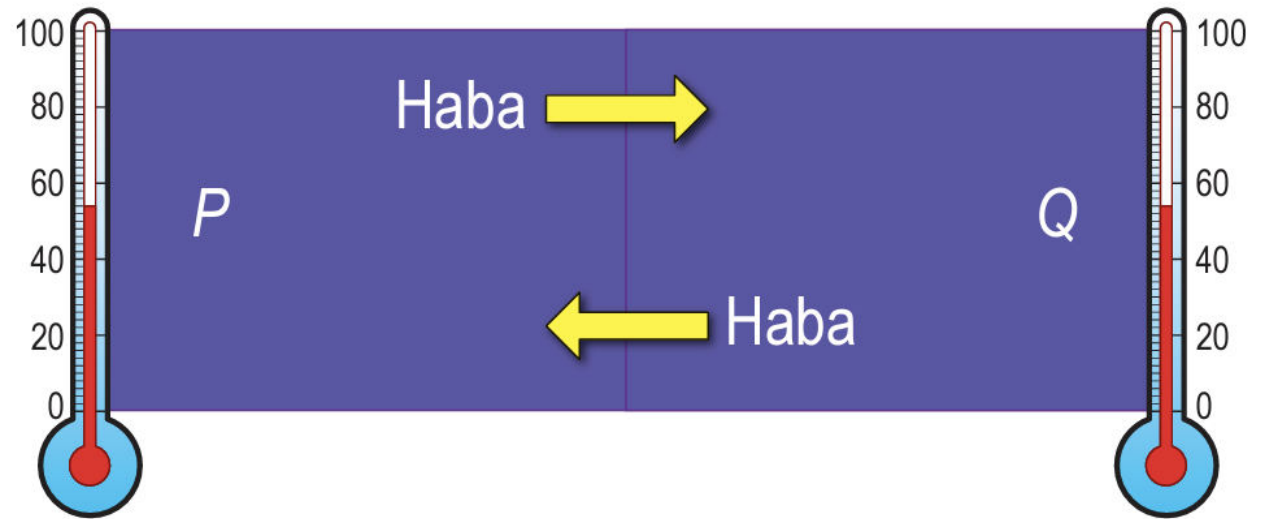
- Objek yang panas, P bersentuhan secara terma dengan objek yang sejuk, Q.
- Kadar pemindahan haba dari P ke Q adalah lebih tinggi daripada kadar pemindahan haba dari Q ke P.



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

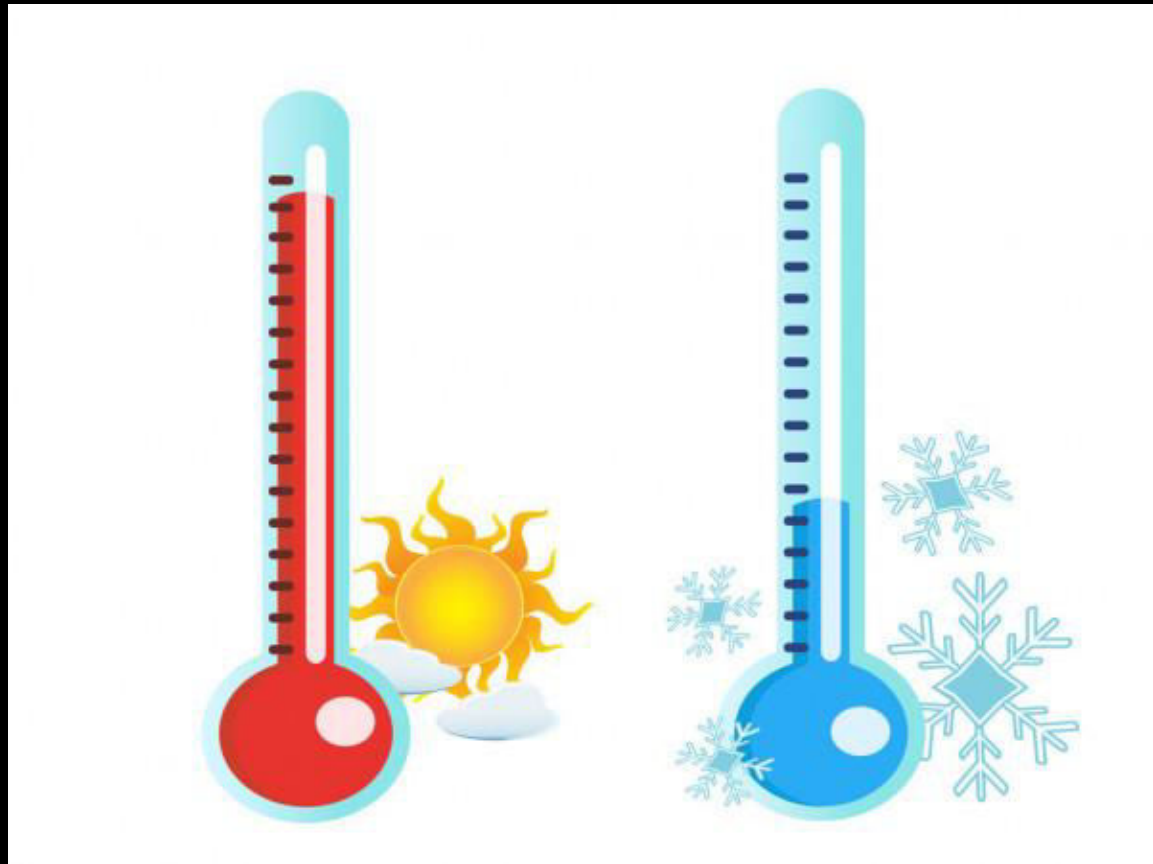


- Suhu P dan suhu Q menjadi sama.
- Kadar pemindahan haba dari P ke Q adalah sama dengan kadar pemindahan haba dari Q ke P.
- Pemindahan bersih haba antara P dengan Q adalah sifar.
- P dan Q berada dalam keadaan keseimbangan terma.



KESEIMBANGAN TERMA DALAM KEHIDUPAN HARIAN

Keseimbangan terma menyebabkan dua objek yang bersentuhan secara terma mencapai suhu yang sama.



MEMANASKAN OBJEK

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



MEMANASKAN OBJEK



- 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.

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.



MENYEJUKKAN OBJEK



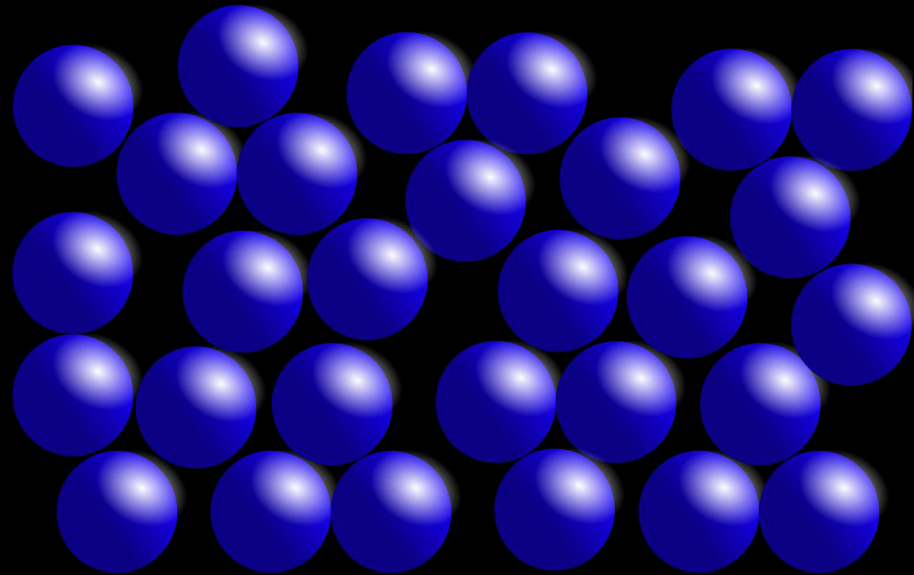
- Minuman disejukkan dengan menambahkan beberapa ketulan ais.
- Ais menyerap haba dari minuman dan melebur.
- Cairan dari ais pula menyerap haba dari minuman sehingga mencapai keseimbangan terma.

MENENTU UKUR SEBUAH TERMOMETER CECAIR DALAM KACA MENGGUNAKAN DUA TAKAT TETAP

- **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 .**



SIFAT TERMOMETRIK



- 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.

TERMOMETER MASAKAN

- 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.



- 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 .



A 3D surface plot of a function, likely representing a specific heat load distribution. The surface is rendered with a grid mesh and a color gradient ranging from blue (low values) to red (high values). The plot shows several peaks and valleys, with the highest values concentrated in the central and right-hand regions. The background features abstract, flowing shapes in shades of red and blue.

4.2 MUATAN HABBA TENTU

MUATAN HABBA TENTU

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

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

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

- **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 TENTU

- 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 HABBA TENTU

- 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.

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.



SITUASI HARIAN YANG MELIBATKAN MUATAN HABBA



- 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.**



MUATAN HABA TENTU BAHAN

- **Rajah 4.9** menunjukkan seorang jurutera bahan sedang membuat pertimbangan untuk memilih satu logam yang sesuai sebagai bahan pembinaan bangunan.



MUATAN HABA TENTU BAHAN



- 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 .

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

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

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

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 $900 \text{ J kg}^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$.
- Hal ini bermaksud 1 kg logam aluminium memerlukan 900 J haba untuk meningkatkan suhunya sebanyak 1°C .

Muatan haba,

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

Muatan haba tentu,

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

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

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, $c / \text{J kg}^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
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.



APLIKASI MUATAN HABA TENTU

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



PEMILIHAN BAHAN BINAAN RUMAH TRADISIONAL DI PELBAGAI ZON IKLIM

- 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.



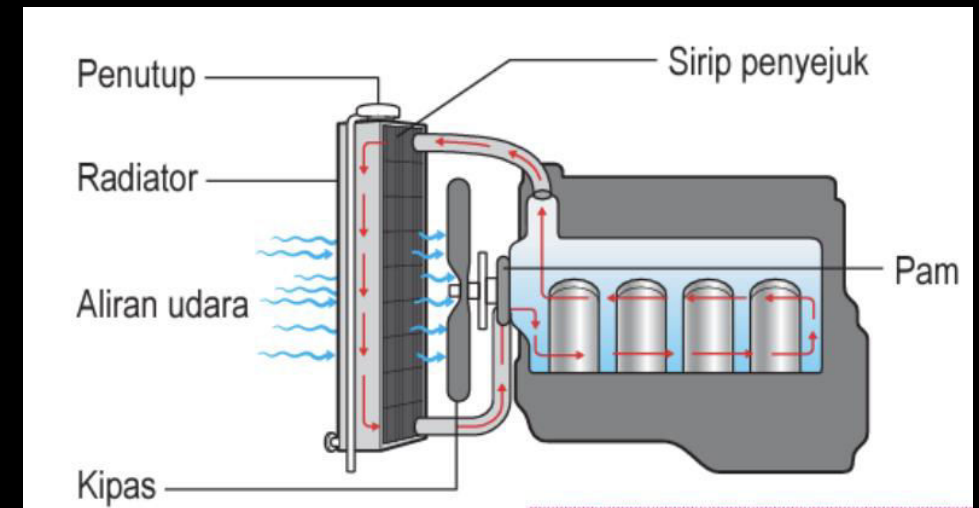
PERALATAN MEMASAK



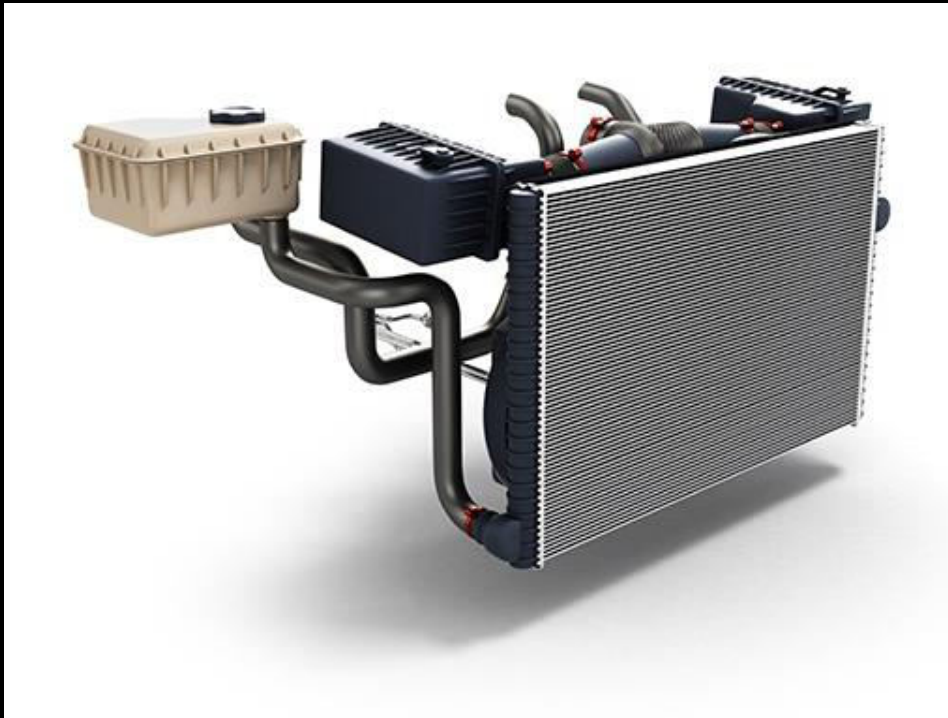
- **Kuali diperbuat daripada logam yang mempunyai muatan haba tentu yang rendah**
- **Oleh itu, makanan boleh digoreng pada suhu yang tinggi dalam tempoh masa yang singkat**
- **Periuk tanah liat pula diperbuat daripada tanah liat yang mempunyai muatan haba tentu yang tinggi.**
- **Oleh itu, makanan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



SISTEM RADIATOR KERETA



- Air akan mengalir melalui blok mesin 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.

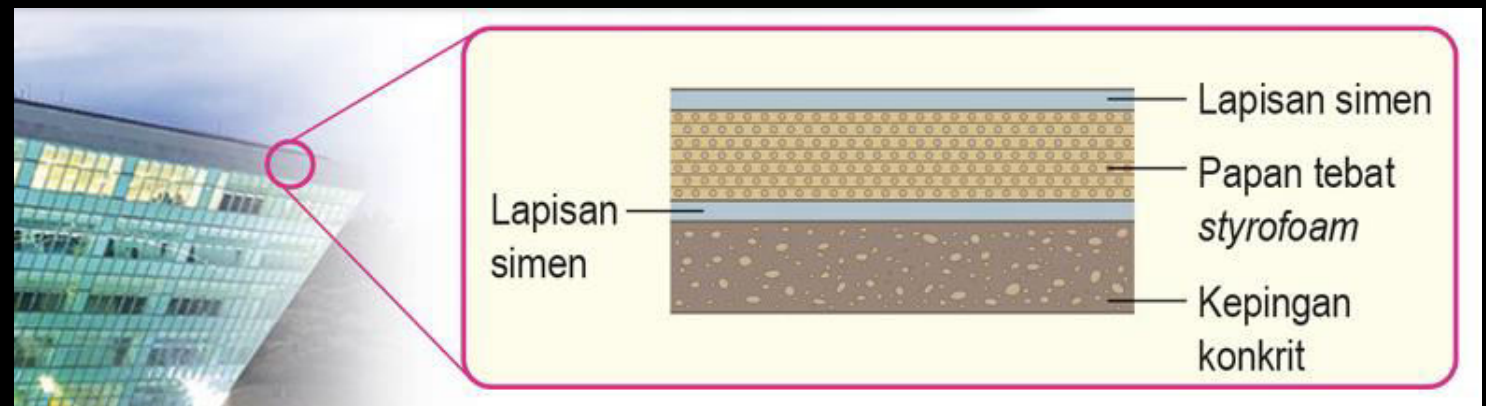
LAPISAN LUAR KAPSUL ANGKASA



- 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.



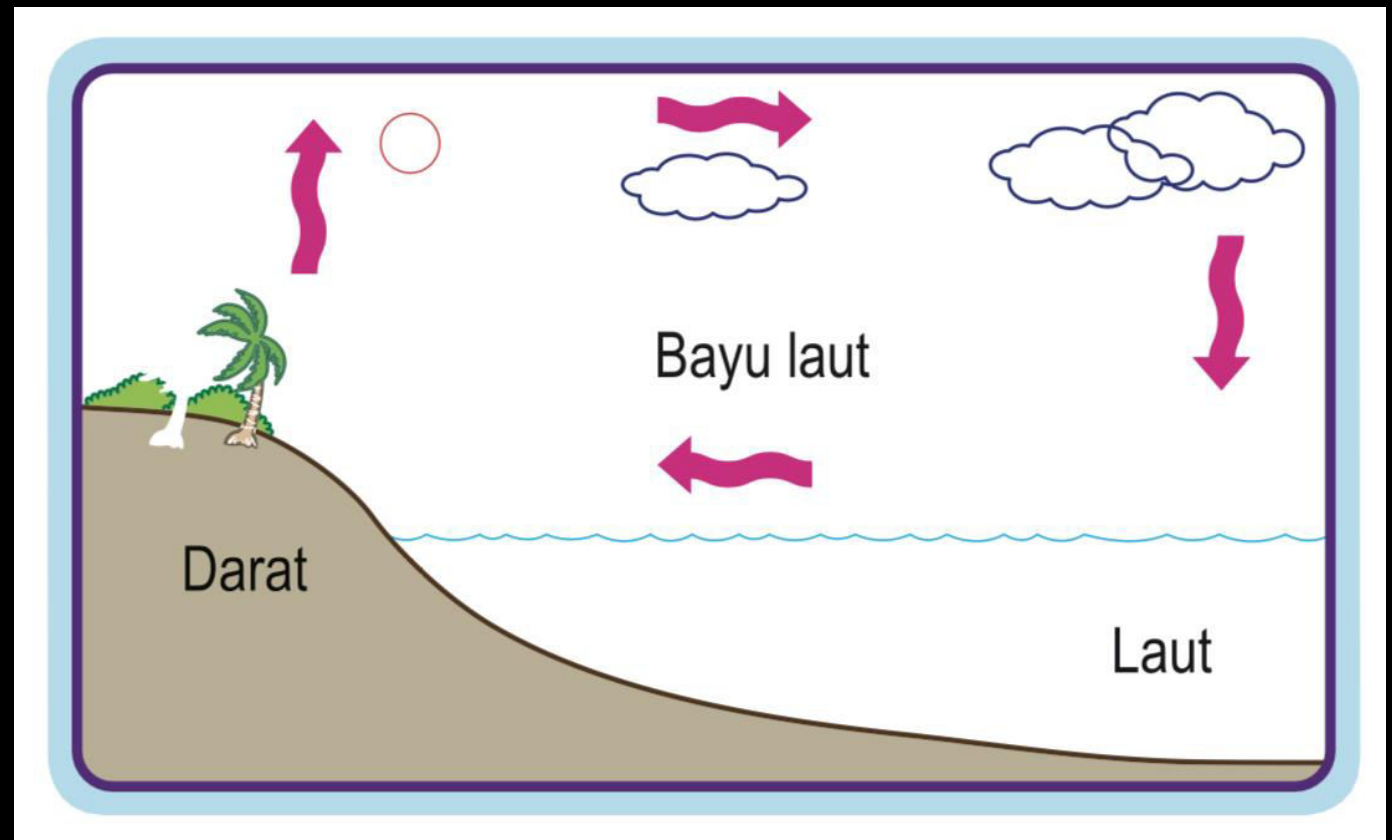
PERALATAN MEMASAK



- 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.

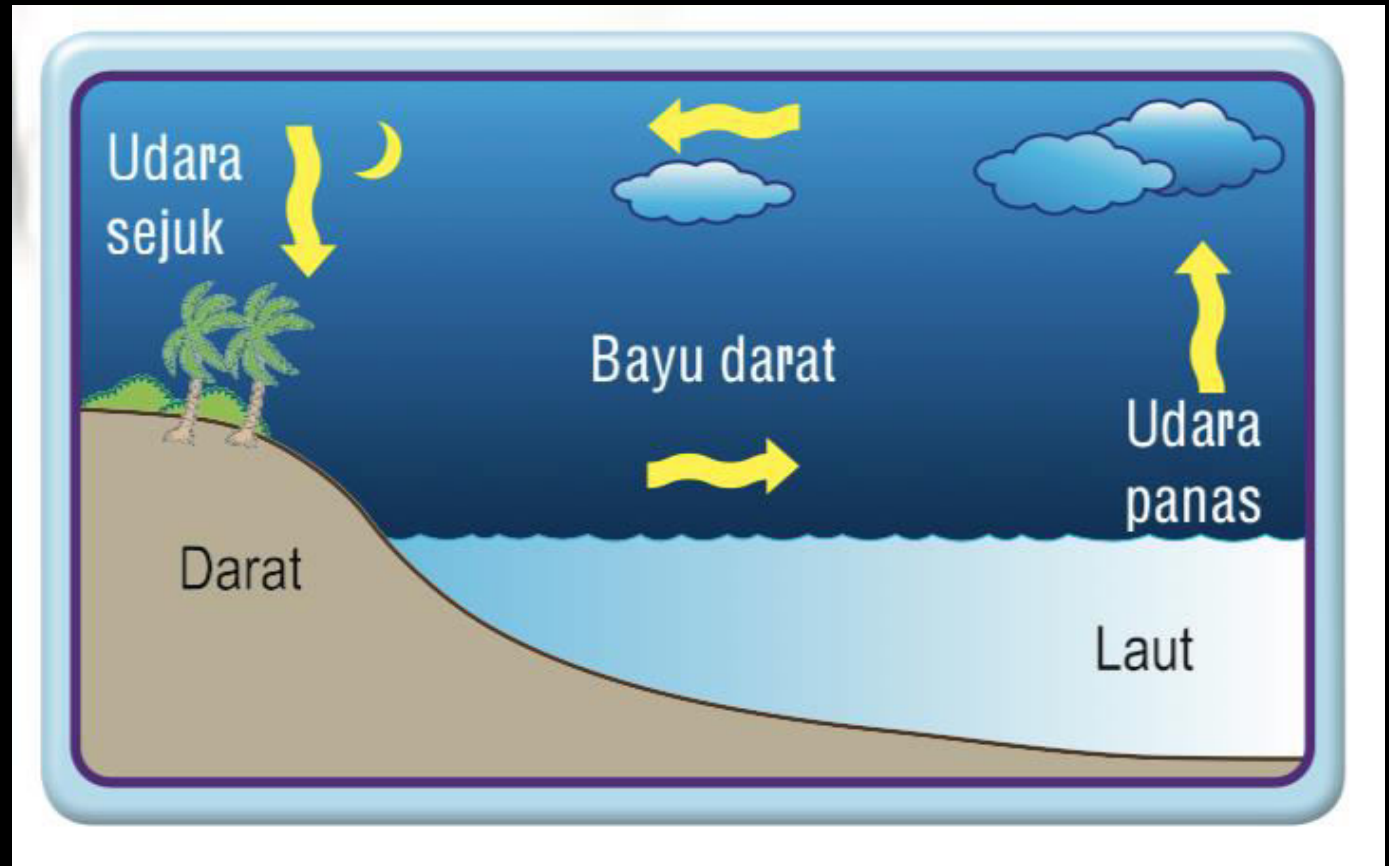
BAYU LAUT

- 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.



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.

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

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

Langkah 2

Kenal pasti dan tulis rumus yang digunakan.

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

Langkah 3

Buat gantian numerikal ke dalam rumus dan lakukan penghitungan.

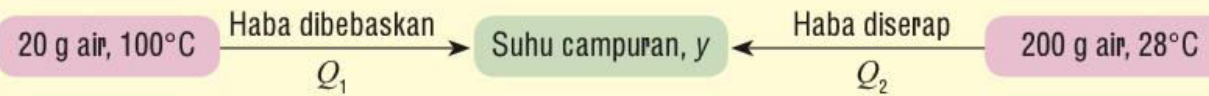
$$\left. \begin{array}{l} c = \frac{(50)(90)}{(0.5)(25)} \\ = 360 \text{ J kg}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1} \end{array} \right\}$$

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:

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

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

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

$$Q_1 = Q_2$$

$$m_1 c \Delta\theta_1 = m_2 c \Delta\theta_2$$

$$0.02 (4\,200)(100 - y) = 0.20 (4\,200) (y - 28)$$

$$8\,400 - 84y = 840y - 23\,520$$

$$924y = 31\,920$$

$$y = 34.55^{\circ}\text{C}$$

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.



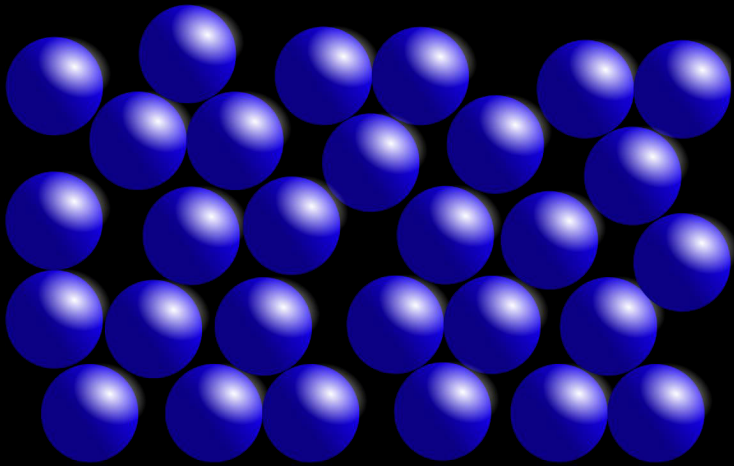
4.3 HABA PENDAM TENTU

HABA PENDAM

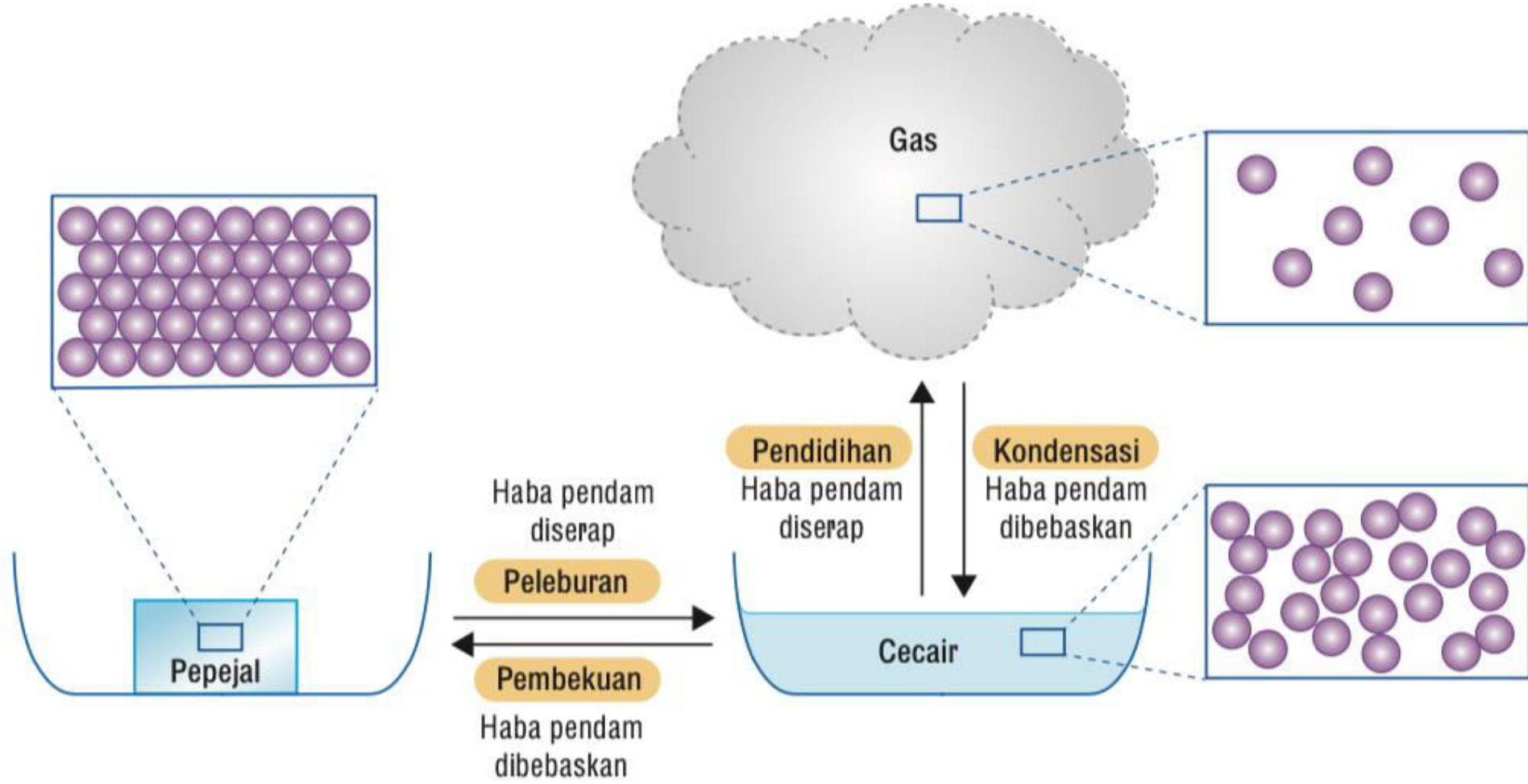


- Jirim boleh wujud dalam tiga keadaan, iaitu pepejal, cecair dan gas.
- Perbezaan antara tiga keadaan jirim dari segi susunan dan pergerakan molekul menunjukkan bahawa ikatan antara molekul pepejal adalah lebih kuat daripada ikatan antara molekul cecair
- Oleh sebab molekul gas bebas bergerak secara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

HABA PENDAM



- 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.

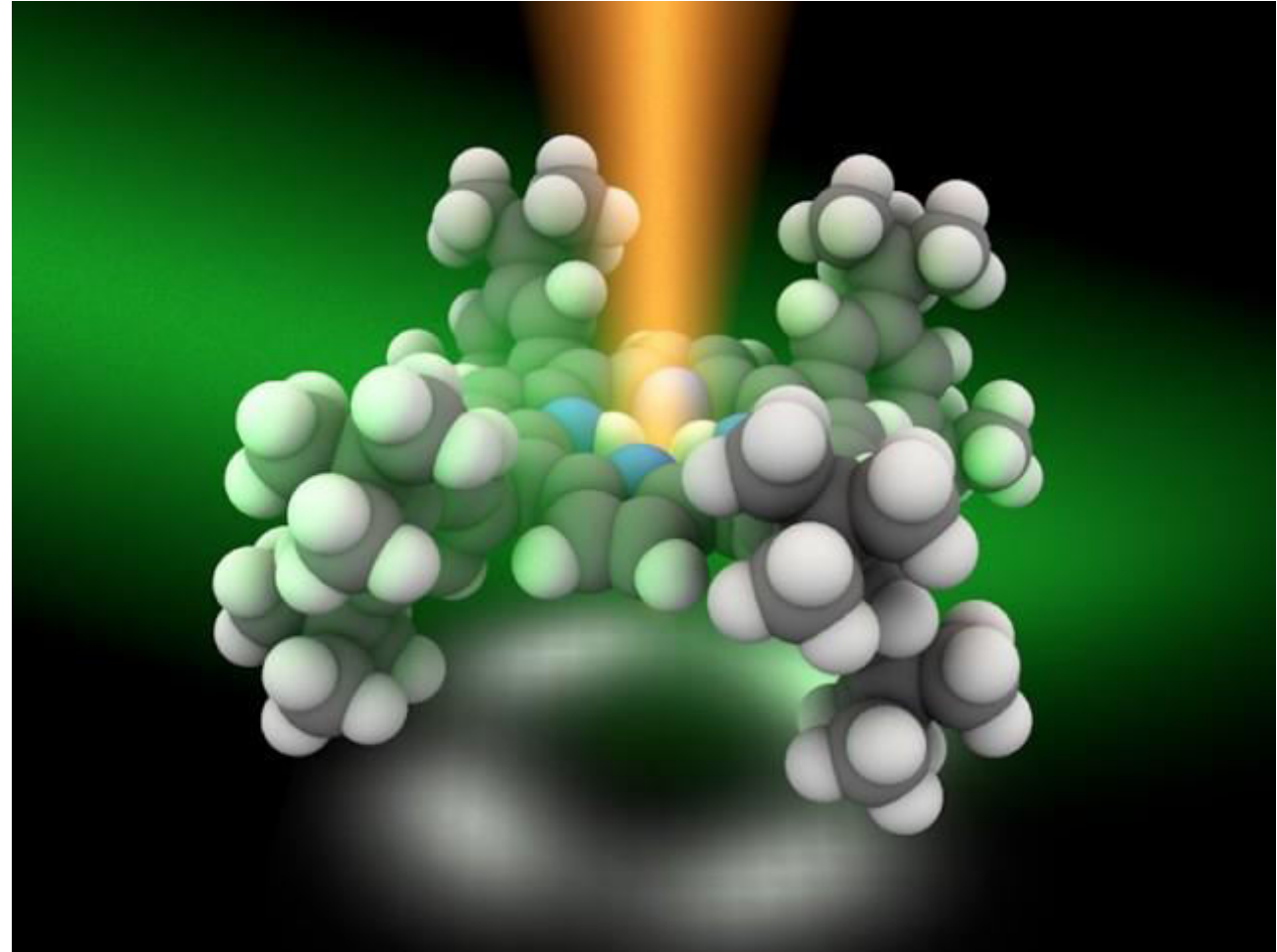
Suatu objek berjisim, m menyerap kuantiti haba, Q semasa perubahan fasa. Maka, haba pendam tentu bagi bahan objek itu ialah

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

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

HABA PENDAM TENTU

- 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.

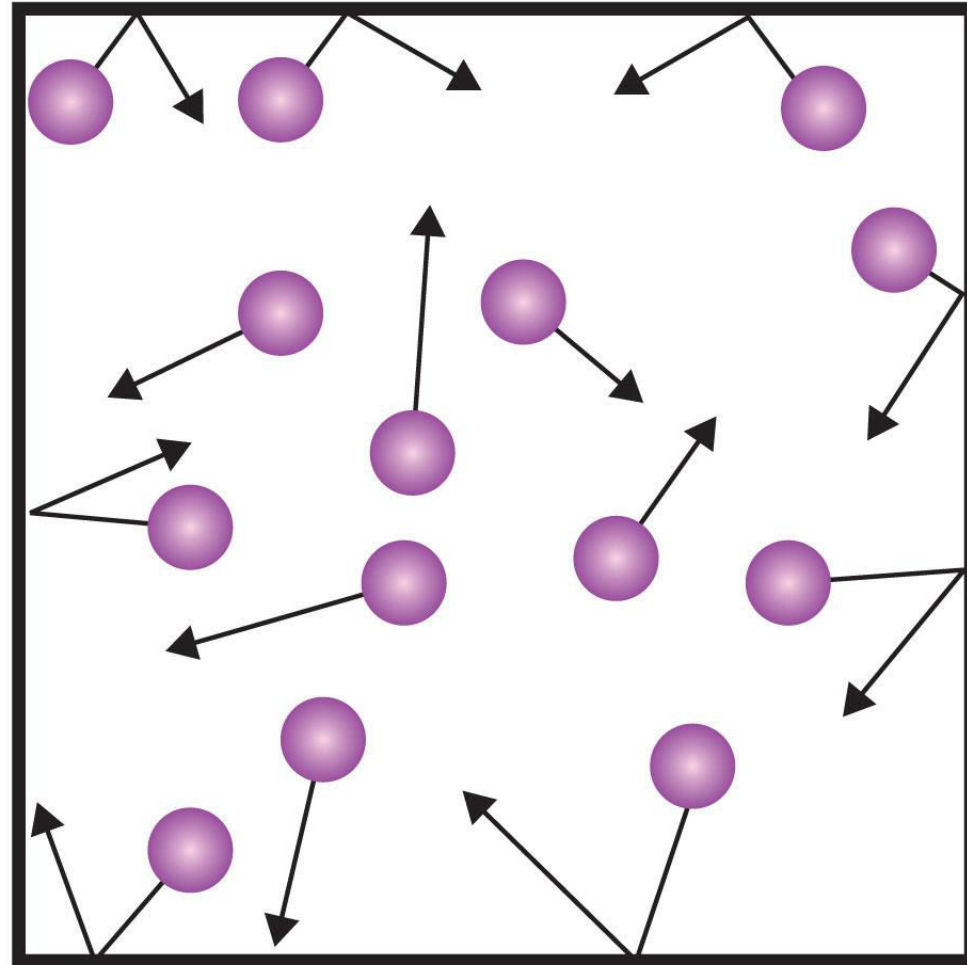


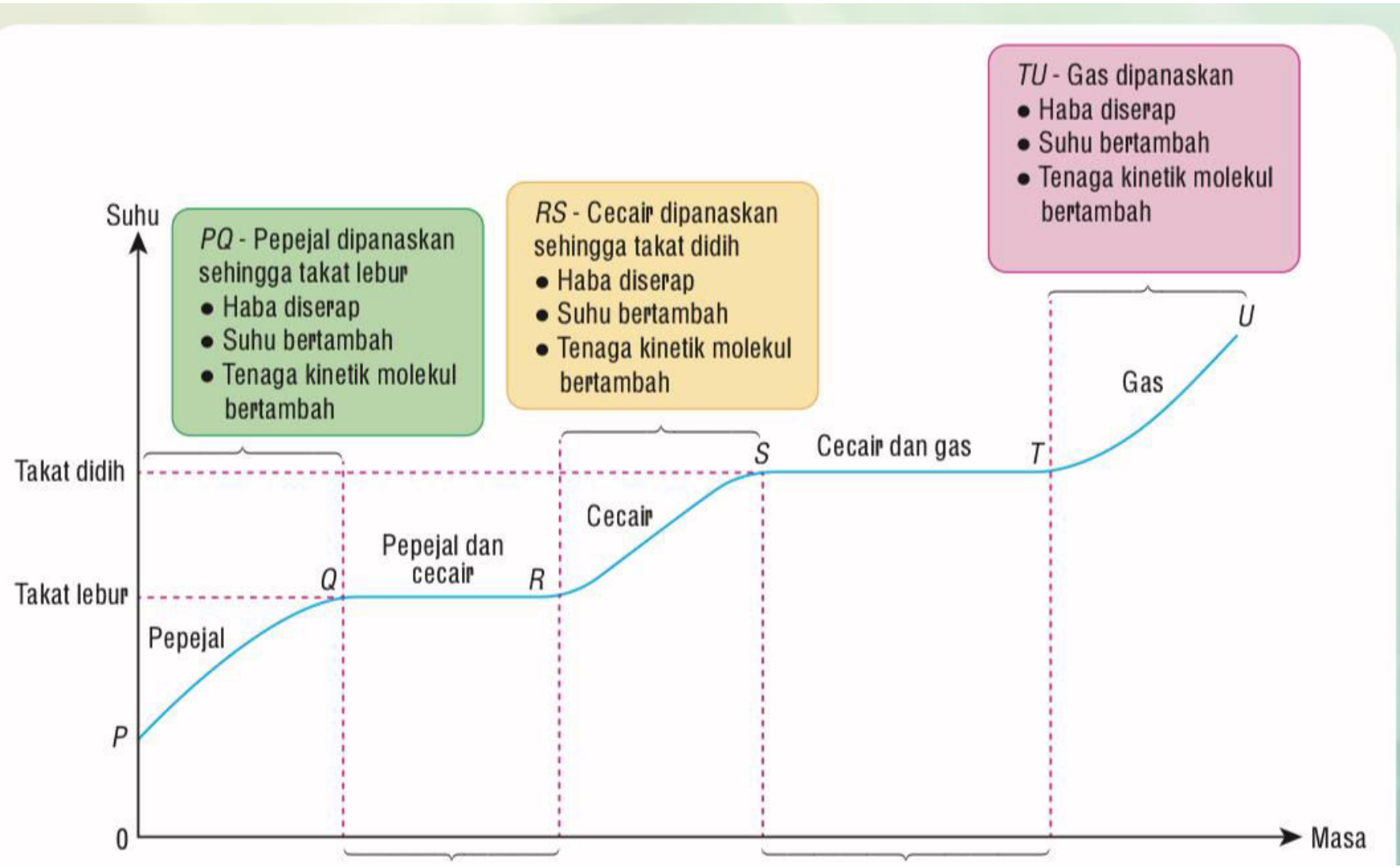
HABA PENDAM TENTU

- Haba pendam tentu pengewapan, lv 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.

TEORI KINETIK JIRIM

- 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.





Peleburan

Pepejal → Cecair

Q - Pepejal mula melebur

QR - Pepejal sedang melebur

R - Semua pepejal sudah melebur

- Habam pendam diserap untuk melemahkan ikatan antara molekul
- Molekul dibebaskan daripada kedudukan tetap dan bergerak di antara satu sama lain
- Tenaga kinetik molekul tidak bertambah
- Suhu malar

Pendidihan

Cecair → Gas

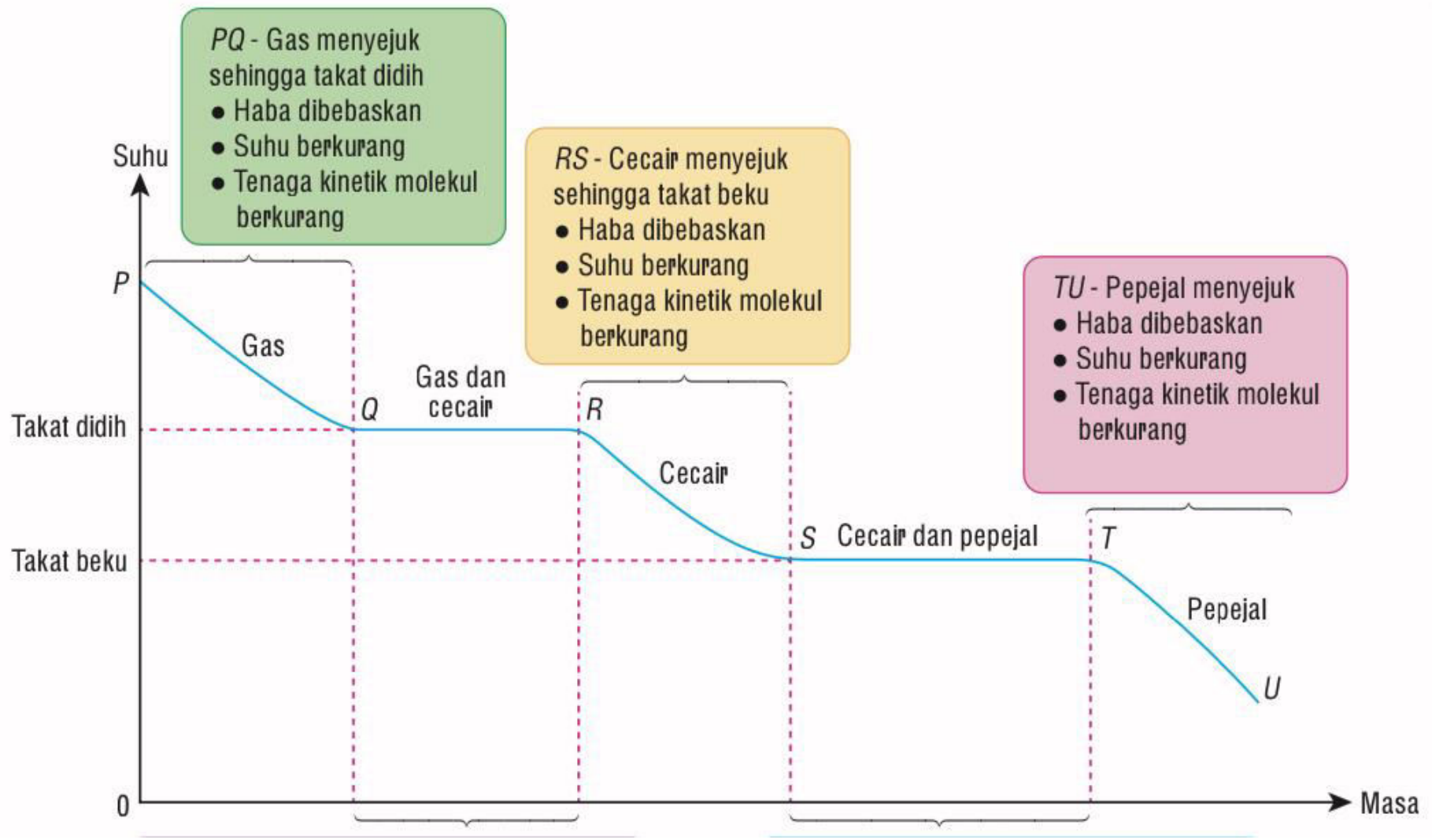
S - Cecair mula mendidih

ST - Cecair sedang mendidih

T - Semua cecair sudah mendidih

- Habam pendam diserap untuk memutuskan ikatan antara molekul
- Molekul dipisahkan jauh di antara satu sama lain
- Tenaga kinetik molekul tidak bertambah
- Suhu malar

Rajah 4.14 Lengkung pemanasan



Kondensasi

Gas → Cecair

Q - Gas mula terkondensasi

QR - Gas sedang terkondensasi

R - Semua gas sudah terkondensasi

- Habam pendam dibebaskan supaya molekul membentuk semula ikatan
- Molekul bergerak di antara satu sama lain
- Tenaga kinetik molekul tidak berkurang
- Suhu malar

Pembekuan

Cecair → Pepejal

S - Cecair mula membeku

ST - Cecair sedang membeku

T - Semua cecair sudah membeku

- Habam pendam dibebaskan supaya ikatan antara molekul dikuatkan
- Molekul bergetar sekitar kedudukan tetap
- Tenaga kinetik molekul tidak berkurang
- Suhu malar

Rajah 4.15 Lengkung penyejukan



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



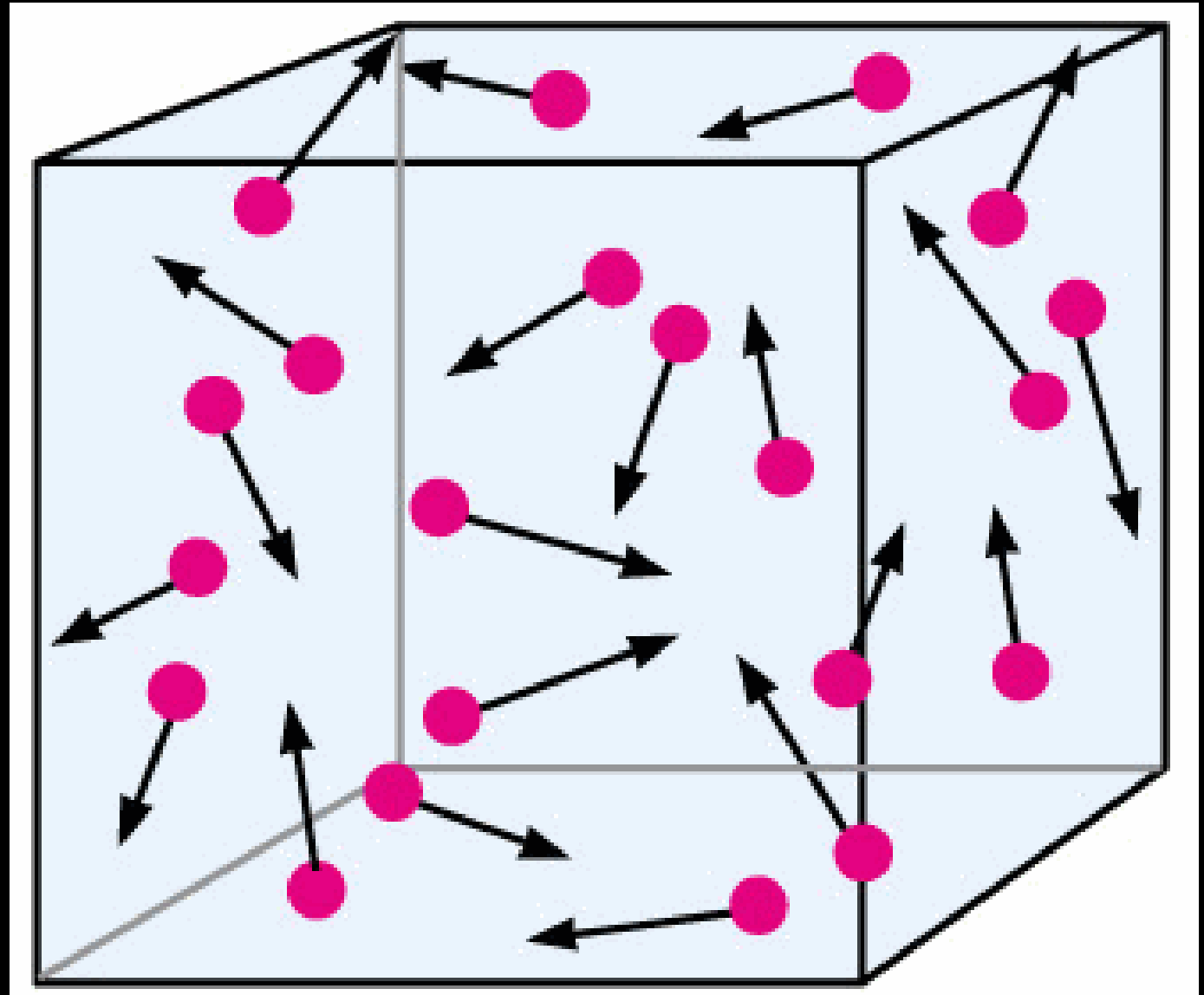
Semasa air mendidih, molekul air menyerap haba pendam pengewapan menyebabkan perubahan fasa air daripada cecair kepada gas.



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 penyejukan boleh digunakan untuk memberi kesan penyejukan.**
- **Haba pendam yang dibebaskan semasa kondensasi pula boleh digunakan untuk tujuan pemanasan.**



Haba Pendam Tentu

Peleburan

Penyejukan minuman dan makanan oleh ketulan ais

Penyejatan

Penyejukan badan pada hari yang panas

Sistem penyejukan peti sejuk

Sistem penyejukan pendingin udara

Pendidihan

Penyejukan oleh nitrogen cecair

Video penyejukan oleh

Kondensasi

Proses mengukus makanan

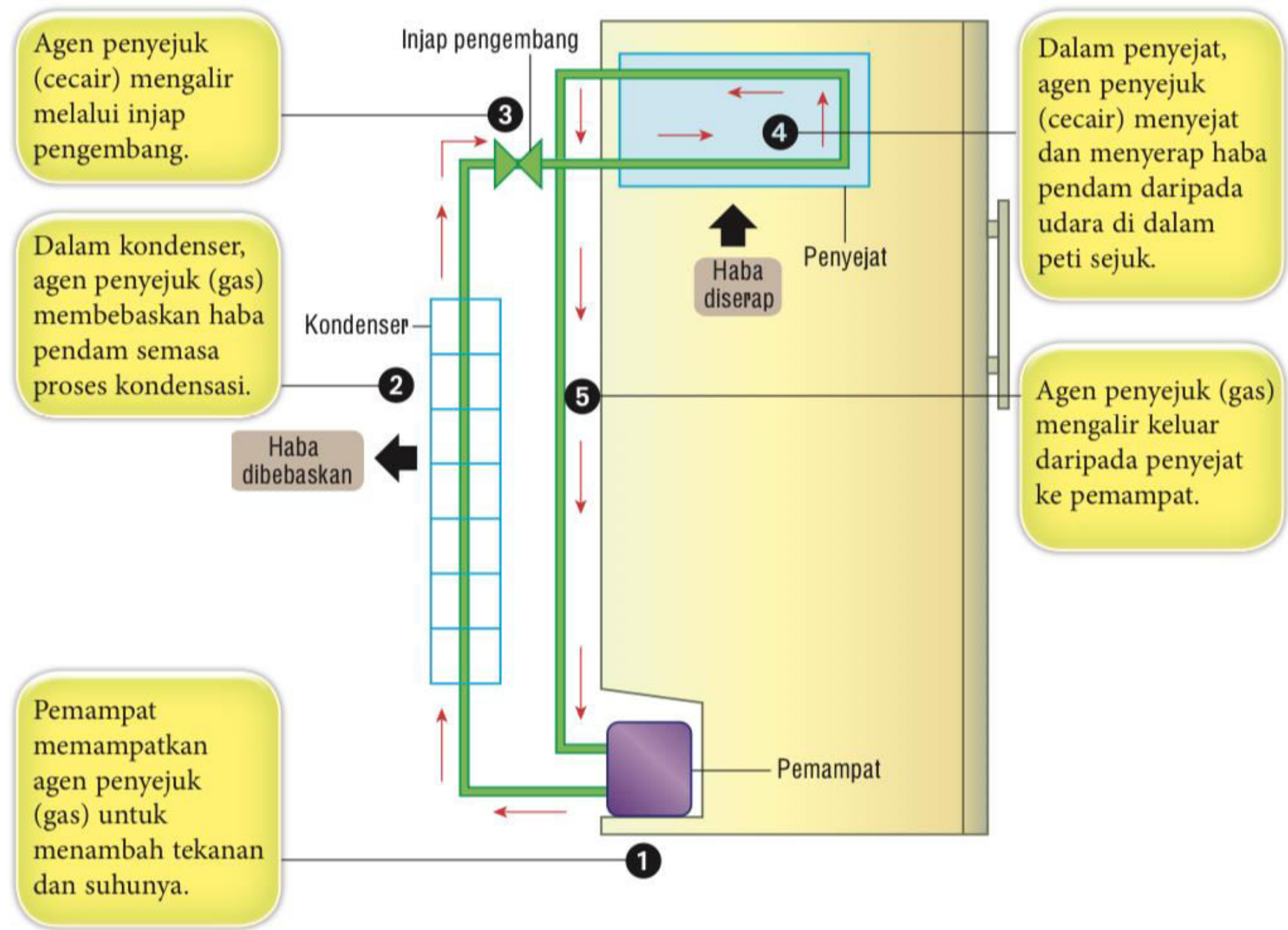
Pemanasan kopi espresso

Video pemanasan kopi

SISTEM PENYEJUKAN DALAM PETI SEJUK

- Peti sejuk menggunakan kesan penyejukan daripada penyejukan 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

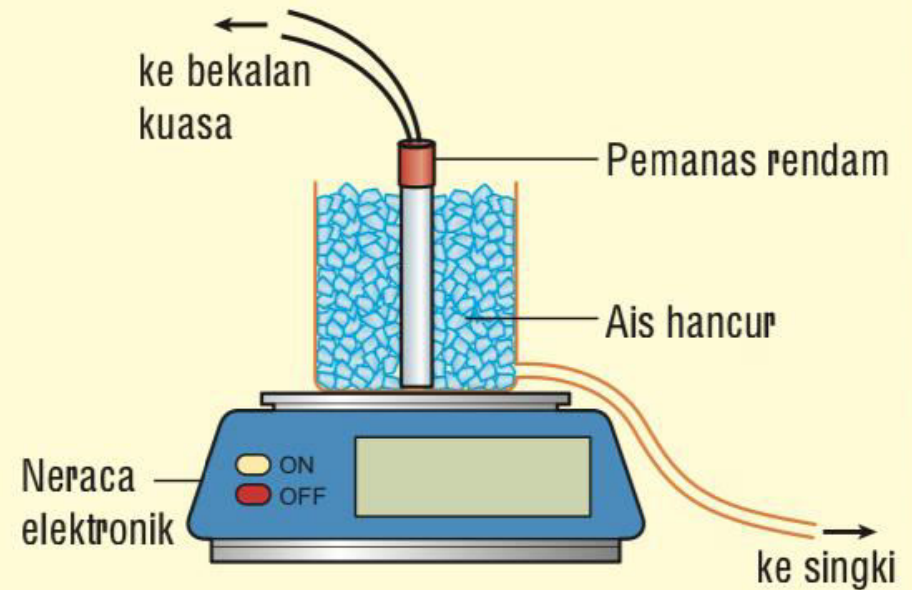
- Kita akan berpeluh pada hari yang panas atau semasa melakukan kerja yang berat.
- Apabila peluh itu tersejat, haba akan diserap daripada badan
- Hal ini membawa kesan penyejukan kepada badan
- Kadar penyejatan boleh meningkat dengan adanya aliran udara.



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:

(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.

$$\left\{ \begin{array}{l} m = 0.172 \text{ kg} \\ P = 480 \text{ W} \\ t = 120 \text{ s} \end{array} \right.$$

Langkah 2

Kenal pasti dan tulis rumus yang digunakan.

$$\left\{ \begin{array}{l} Pt = ml_f \end{array} \right.$$

Langkah 3

Buat gantian numerikal ke dalam rumus dan lakukan penghitungan.

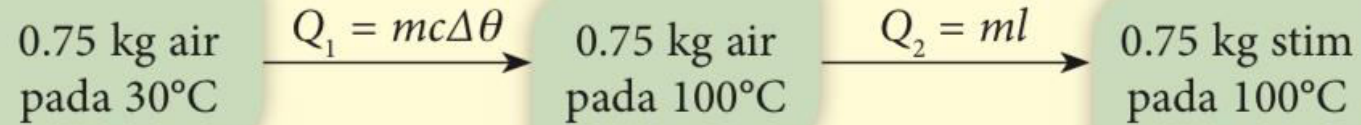
$$\left\{ \begin{array}{l} 480 \times 120 = 0.172 \times l_f \\ l_f = \frac{480 \times 120}{0.172} \\ = 3.35 \times 10^5 \text{ J kg}^{-1} \end{array} \right.$$

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:

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

Perubahan yang dikehendaki terdiri daripada dua peringkat, iaitu:

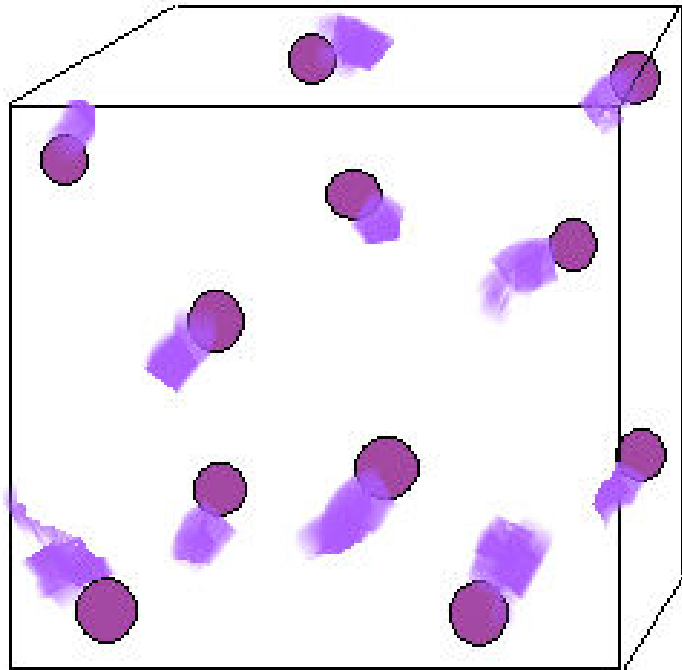
- (i) memanaskan air pada suhu 30°C sehingga mencapai takat didih 100°C, dan
- (ii) mengubah air pada suhu 100°C kepada stim tanpa perubahan suhu.

Kuantiti haba yang diperlukan,

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

A 3D visualization of gas flow in a wellbore. The image shows a central wellbore with two vertical columns of gas rising from the bottom. The gas is represented by a mesh of colored spheres, transitioning from blue at the top to red at the bottom. The background is dark with some glowing blue and red elements.

4.4 HUKUM GAS



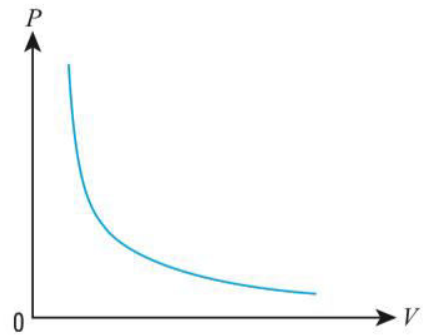
TEKANAN,
SUHU DAN ISI
PADU GAS

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

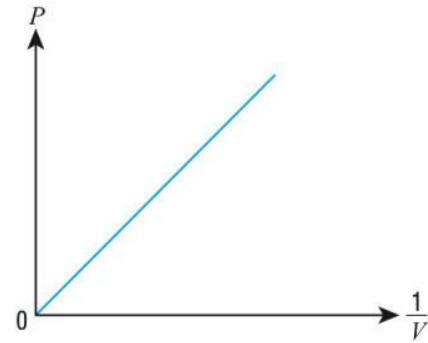
	Huraian
	<ul style="list-style-type: none">• Molekul gas sentiasa bergerak secara rawak.• Apabila molekul gas berlanggar dengan dinding bekas dan melantun balik, daya dikenakan ke atas dinding bekas itu.• Daya per unit luas ialah tekanan gas itu.
	<ul style="list-style-type: none">• Tenaga kinetik purata molekul meningkat dengan suhu gas.
	<ul style="list-style-type: none">• 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



(a) Graf P melawan V



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

Rajah 4.25 Hubungan antara tekanan dengan isi padu gas

HUBUNGAN ANTARA TEKINAN DENGAN ISI PADU BAGI SUATU 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, $P_1V_1 = k$

keadaan akhir gas, $P_2V_2 = k$

Maka, $P_1V_1 = P_2V_2$

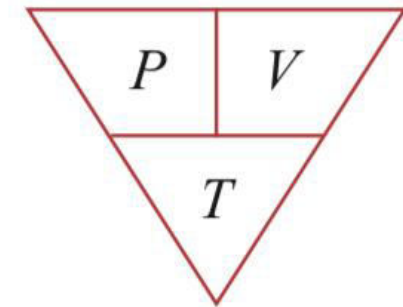
HUKUM BOYLE

- **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.

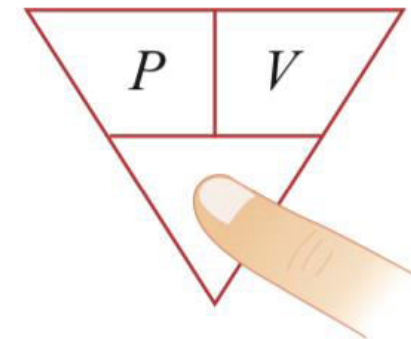


- **Rajah 4.26** menunjukkan suatu gas berjisim tetap dimampatkan pada suhu malar.
- Apabila isi padu gas itu dikurangkan, bilangan molekul yang sama bergerak dalam ruang yang lebih kecil.
- Bilangan molekul per unit isi padu bertambah
- Hal ini menyebabkan kadar perlanggaran antara molekul dengan dinding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

Segi tiga PVT:

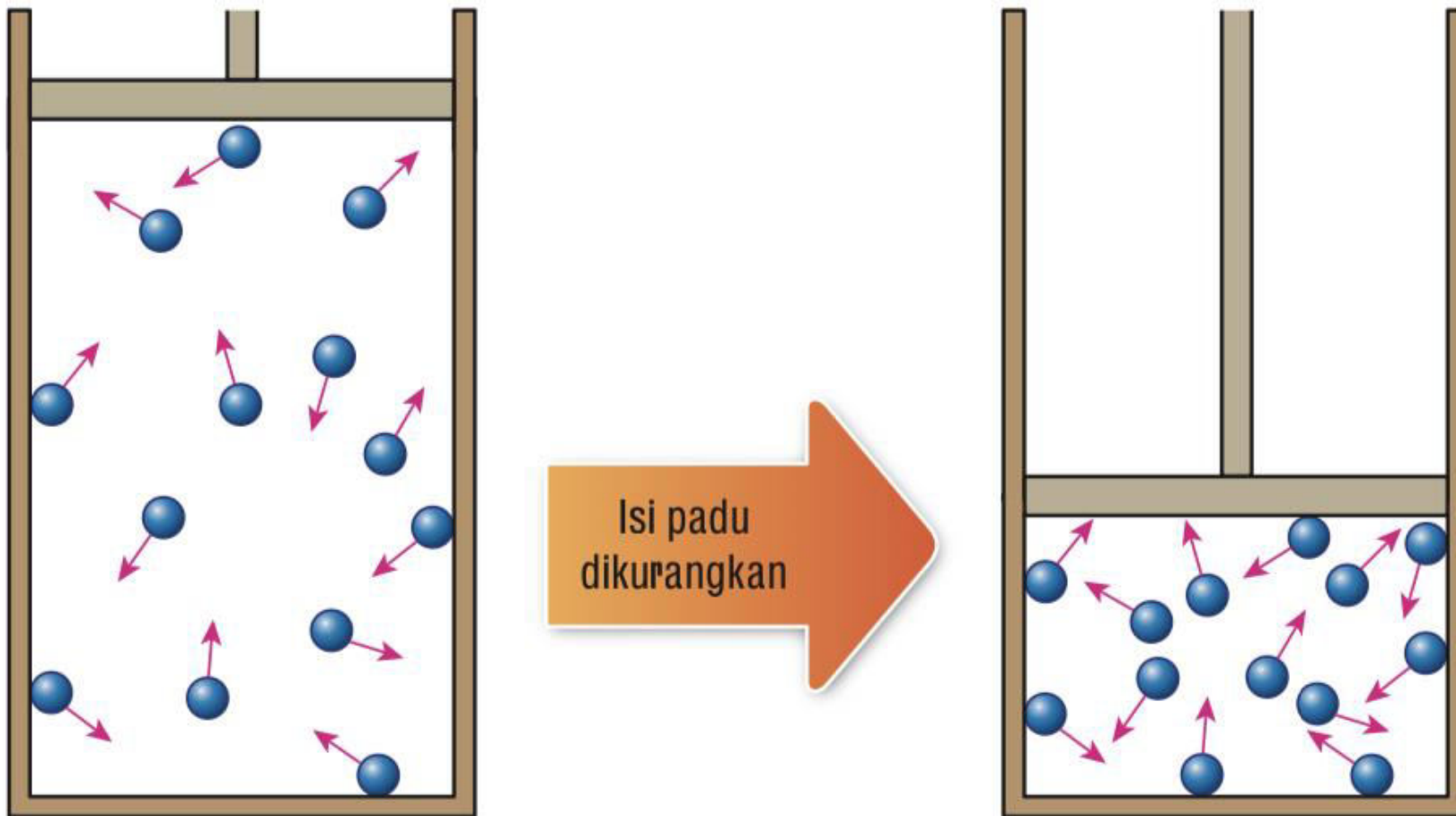


Untuk Hukum Boyle, suhu adalah malar.



$PV = \text{pemalar}$

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$



Rajah 4.26 Suatu gas berjisim tetap dimampatkan pada suhu malar

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.

$$\left\{ \begin{array}{l} P_1 = 108 \text{ kPa} \\ P_2 = \text{tekanan udara termampat} \\ V_1 = 60 \text{ cm}^3 \\ V_2 = 48 \text{ cm}^3 \end{array} \right.$$

Langkah 2

Kenal pasti dan tulis rumus yang digunakan.

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

Langkah 3

Buat gantian numerikal ke dalam rumus dan lakukan penghitungan.

$$\left\{ \begin{array}{l} 108 \times 60 = P_2 \times 48 \\ P_2 = \frac{108 \times 60}{48} \\ = 135 \text{ kPa} \end{array} \right.$$



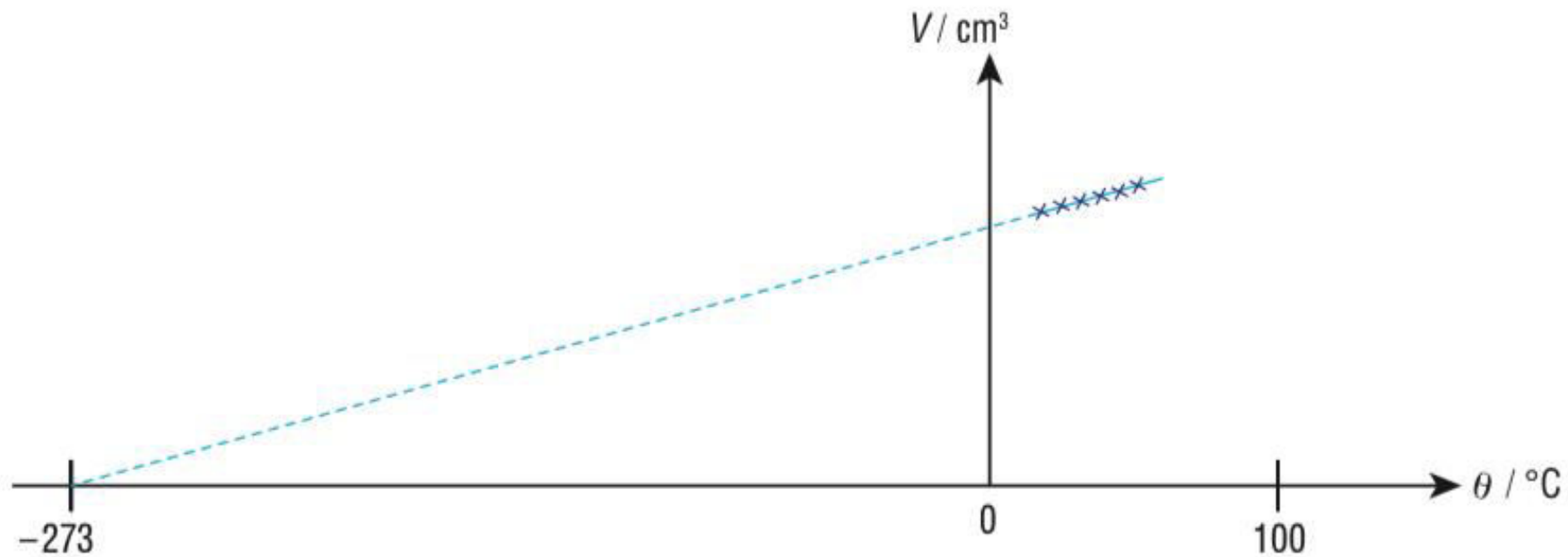
(a) Botol plastik sebelum disejukkan



(b) Botol plastik selepas disejukkan

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

HUBUNGAN ANTARA ISI PADU DENGAN SUHU BAGI SUATU GAS



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.

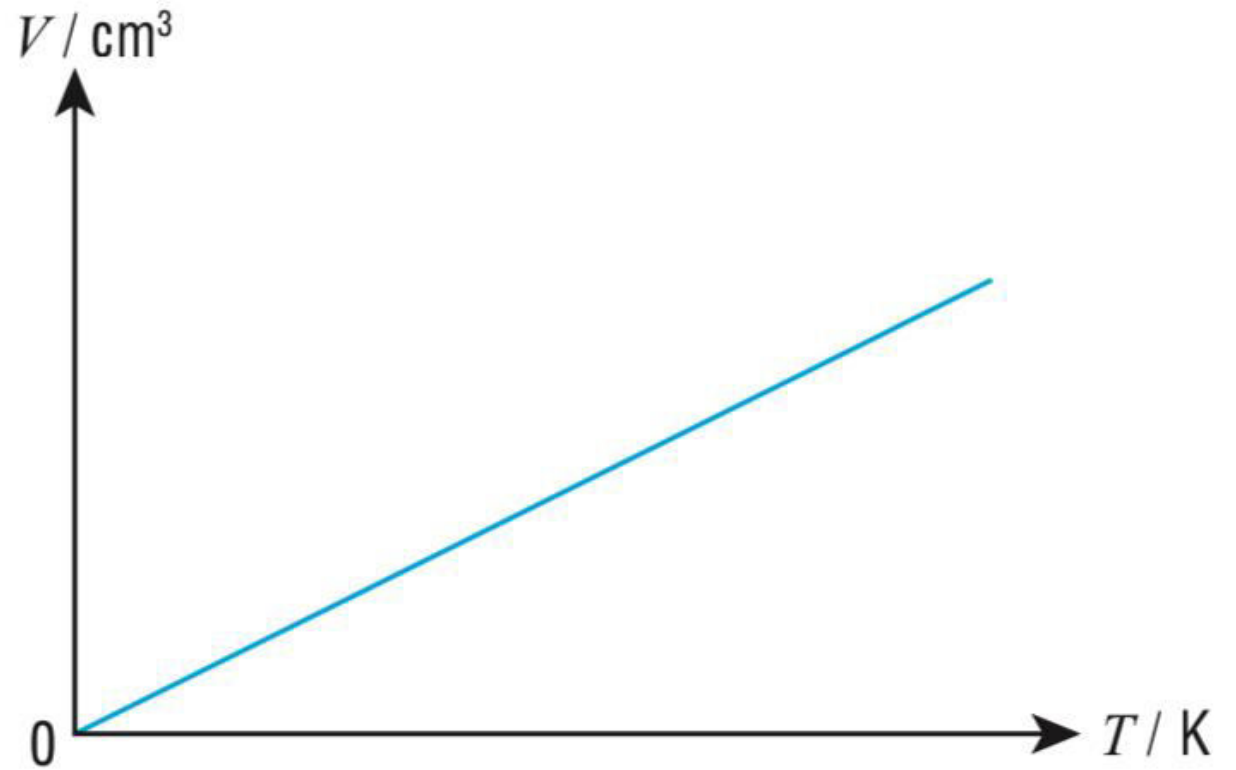
Takat suhu	Suhu, $\theta / ^\circ\text{C}$	Suhu, T / K
Sifar mutlak	-273	0
Ais lebur	0	273
Stim	100	373

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 $T \text{ K}$

- **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.**



Rajah 4.29 Graf V melawan T bagi suatu gas

JACQUES CHARLES

- 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.



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

$$T = \text{suhu mutlak (K)}$$

$$V = \text{isi padu gas (m}^3\text{)}$$

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

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

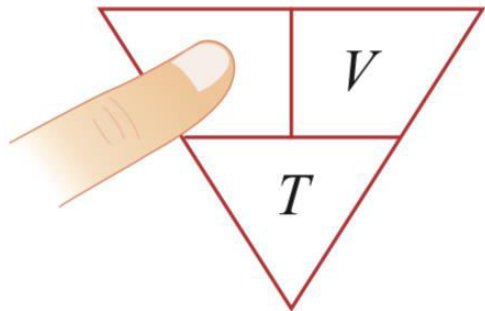
$$\text{Daripada } \frac{V}{T} = k, \text{ keadaan awal gas: } \frac{V_1}{T_1} = k$$

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

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

INFO BESTARI

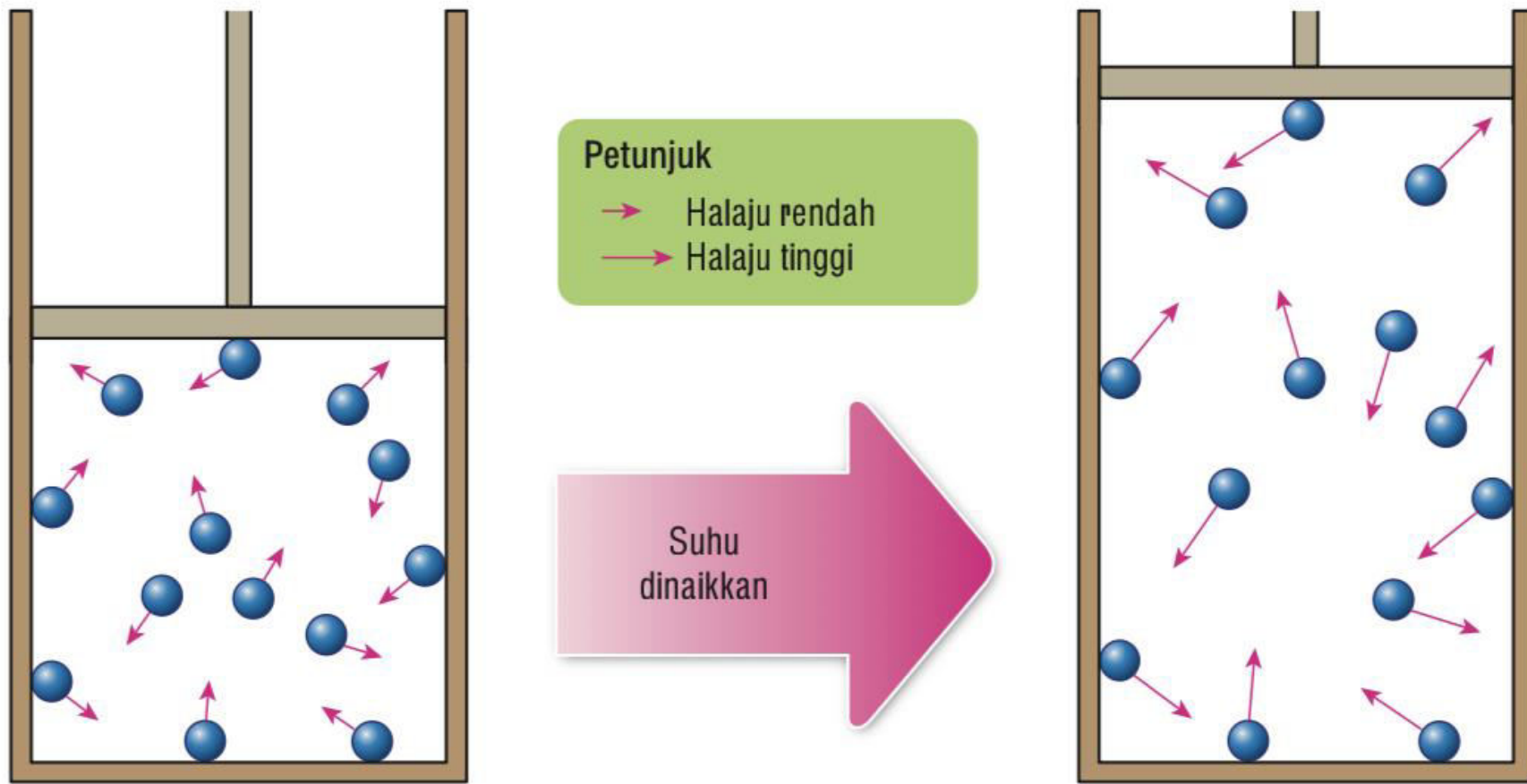
Untuk Hukum Charles, tekanan adalah malar.



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

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

- 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 berjirim 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.

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

Langkah 2

Kenal pasti dan tulis rumus yang digunakan.

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

Langkah 3

Buat gantian numerikal ke dalam rumus dan lakukan penghitungan.

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{1.2}{300} = \frac{V_2}{320} \\ V_2 = \frac{1.2 \times 320}{300} \\ = 1.28 \text{ cm}^3 \end{array} \right.$$

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 4.6 Tekanan udara tayar kereta diukur

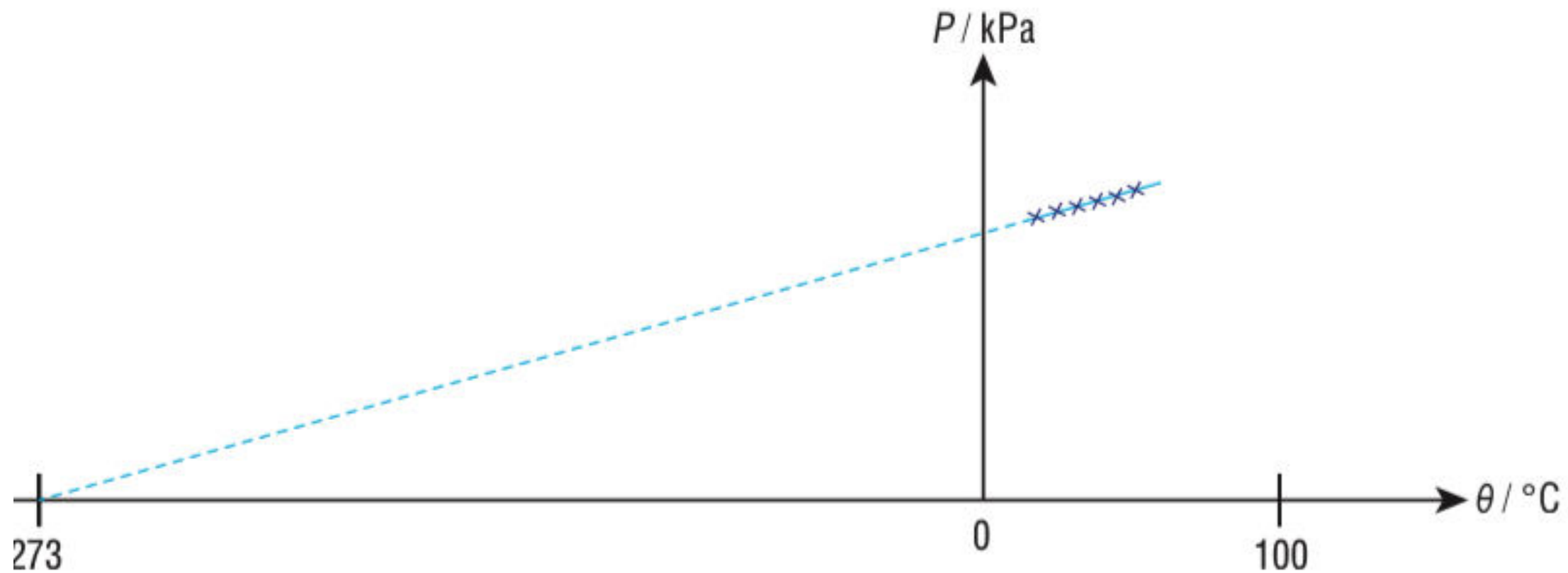


(a) Sebelum perjalanan



(b) Selepas perjalanan

Gambar foto 4.7 Bacaan tolok tekanan



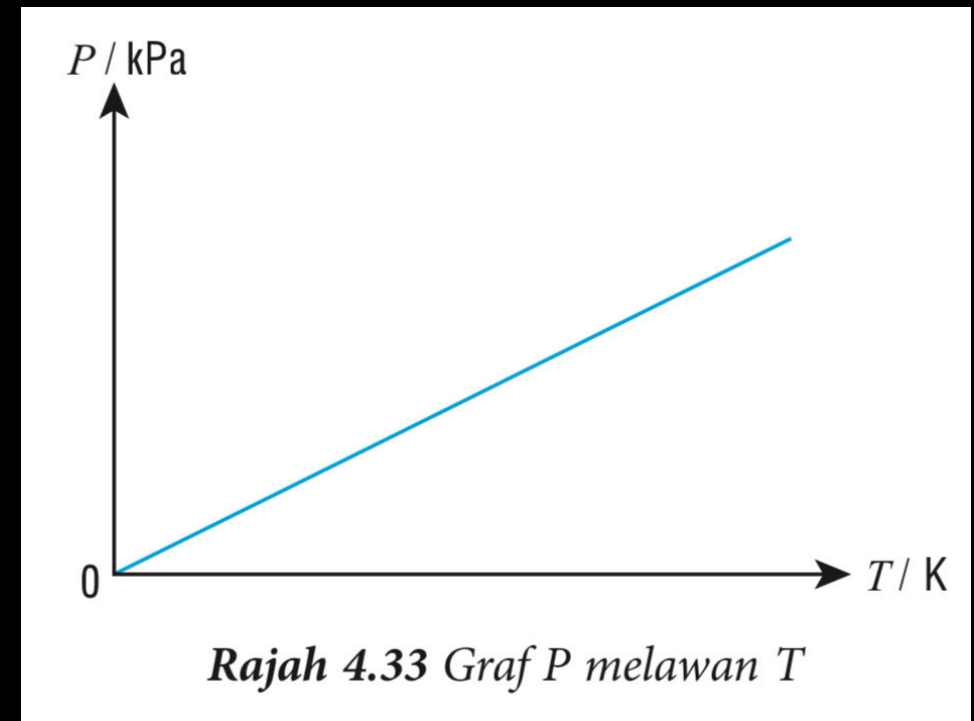
Rajah 4.32 Ekstrapolasi graf P melawan θ

HUKUM GAY-LUSSAC

- **Joseph Louis Gay-Lussac (1778–1850)** seorang ahli fisika dan kimia Perancis yang membuat pengujian 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.



- Graf P melawan θ menunjukkan bahawa tekanan gas bertambah secara linear apabila suhu gas itu dinaikkan.
- Pada suhu $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, molekul gas masih bergerak dan gas itu mempunyai tekanan.
- Pada suhu $-273\text{ }^{\circ}\text{C}$, 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

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

$$P = \text{tekanan (Pa)}$$

$$T = \text{suhu mutlak (K)}$$

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

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

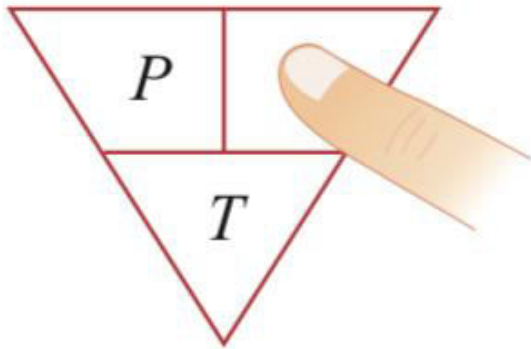
$$\text{Daripada } \frac{P}{T} = k, \text{ keadaan awal gas: } \frac{P_1}{T_1} = k$$

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

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

INFO BESTARI

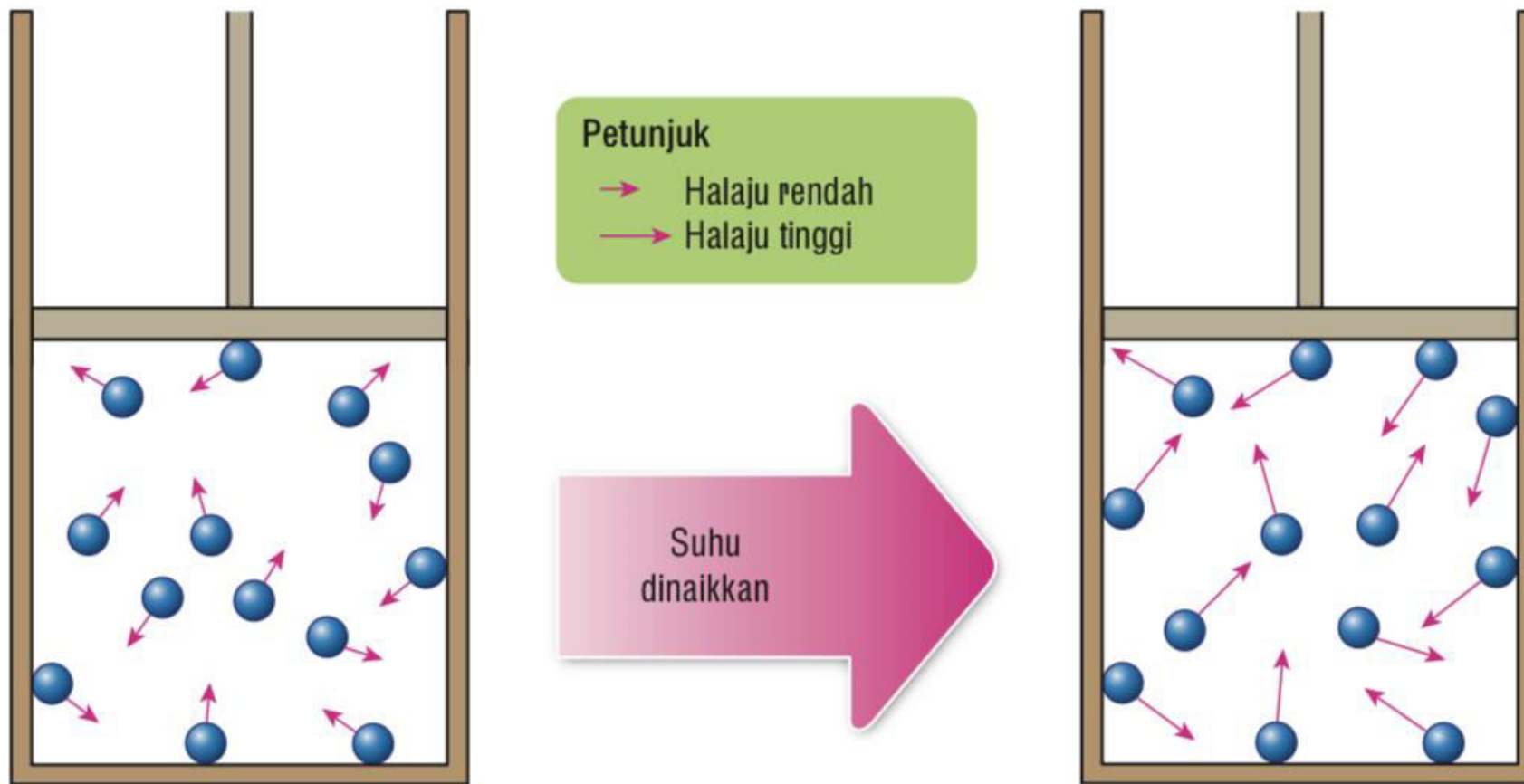
Untuk Hukum Gay-Lussac, isi padu adalah malar.



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

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

- 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 berjirim 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.

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

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:

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

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

$$T_1 = (27 + 273) \\ = 300 \text{ K}$$

$$T_2 = (77 + 273) \\ = 350 \text{ K}$$

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

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

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

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.

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

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

$$T_1 = 25^\circ\text{C} + 273 \\ = 298 \text{ K}$$

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

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

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

$$T_2 = \frac{240 \times 298}{210} \\ = 340.6 \text{ K}$$

$$\text{Suhu akhir udara} = 340.6 - 273 \\ = 67.6^\circ\text{C}$$

The image features a complex 3D visualization. In the center, there are several mesh-like structures that resemble stylized trees or columns. These structures are colored with a gradient from blue at the top to red at the base. The background is dark, with flowing, ribbon-like shapes in shades of red, orange, and cyan. The overall aesthetic is futuristic and digital.

TAMAT