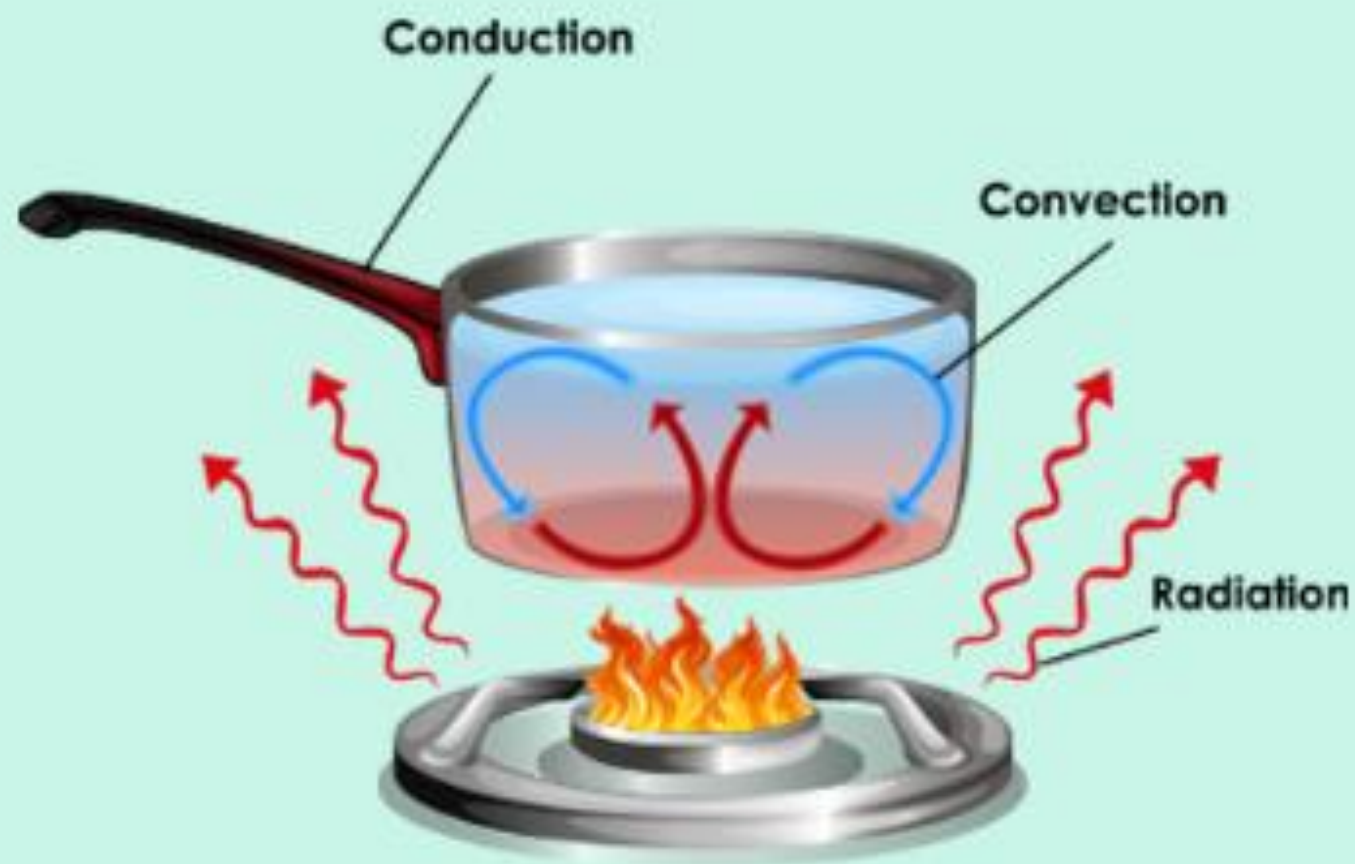


# KALOR DAN PERPINDAHANNYA

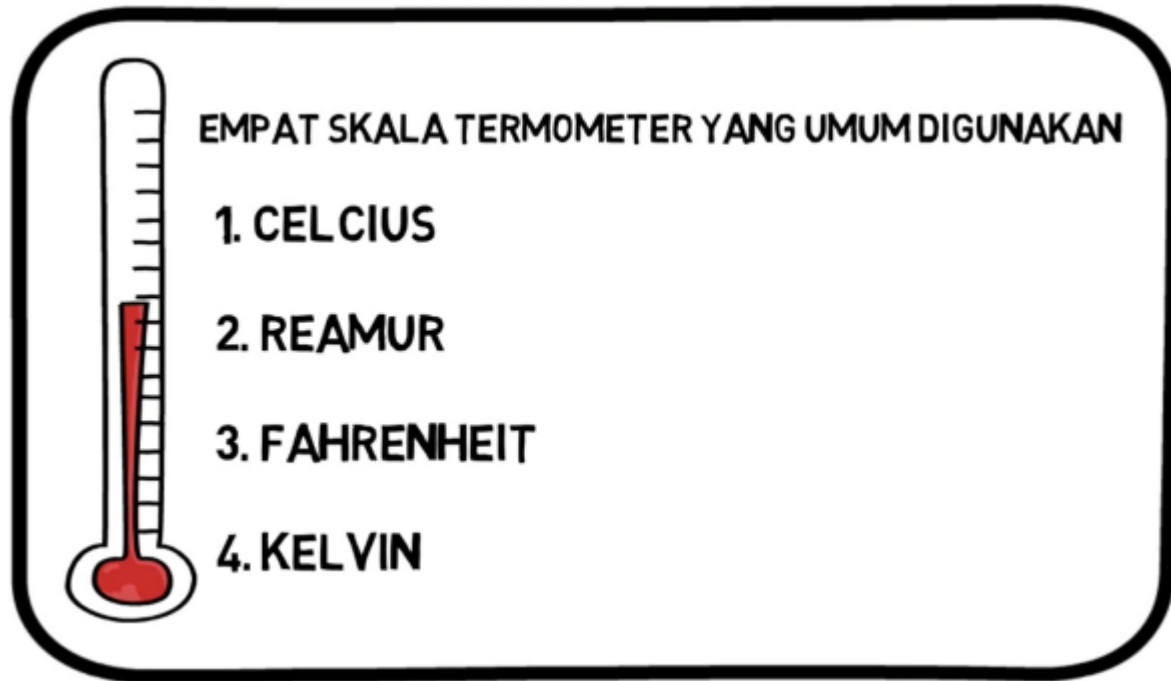


# SUHU DAN KALOR

1. **SUHU DAN KONVERSI THERMOMETER**
2. **PEMUAIAN**
3. **KALOR**
4. **AZAS BLACK**
5. **PERPINDAHAN KALOR**

# 1. Suhu dan Konversi Thermometer

Suhu adalah derajat panas atau dinginnya suatu benda /tempat.  
Alat ukur suhu adalah **Thermometer**



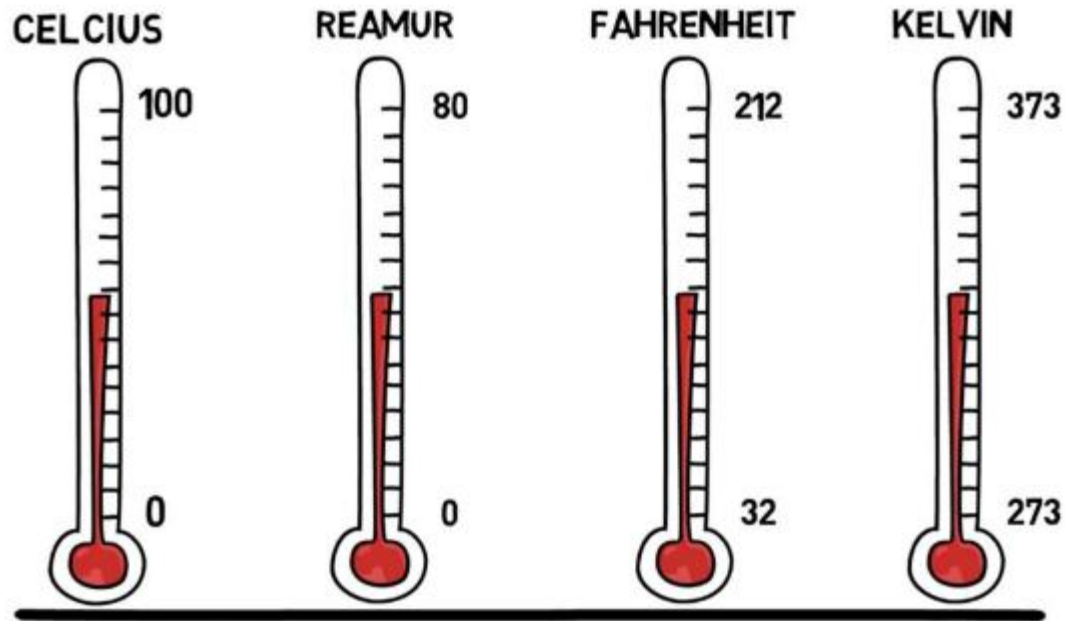
KEEMPAT SKALA TERMOMETER TERSEBUT MEMILIKI  
BATAS ATAS DAN BATAS BAWAH



BATAS BAWAH THERMOMETER DITENTUKAN  
BERDASARKAN TITIK BEKU AIR



BATAS ATAS THERMOMETER DITENTUKAN  
BERDASARKAN SUHU AIR KETIKA MENDIDIH



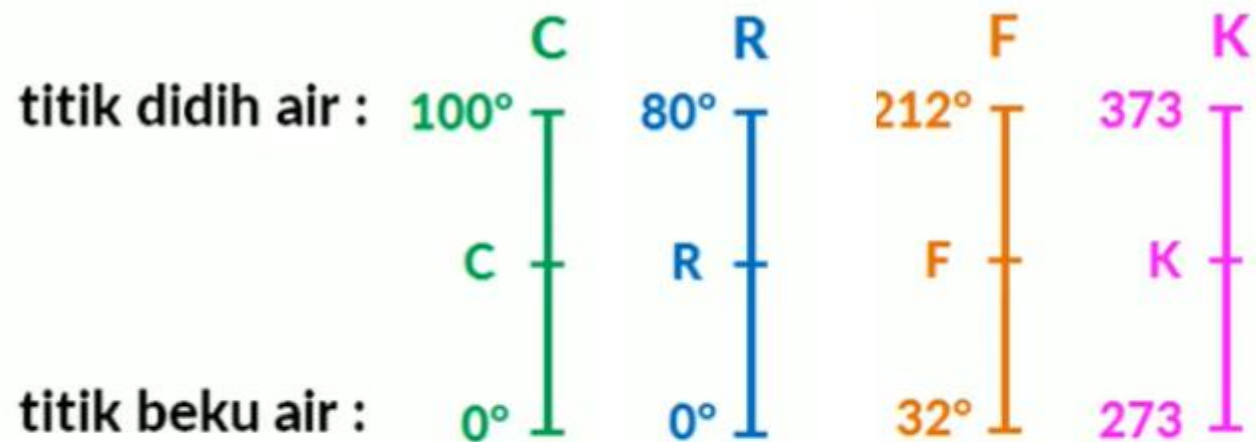
## Perbandingan Skala Thermometer

$$\begin{array}{ccccccc}
 \mathbf{C} & : & \mathbf{R} & : & \mathbf{F} & : & \mathbf{K} \\
 \\ 
 100 & : & 80 & : & 180 & : & 100 \\
 & & & & \text{atau} & & \\
 5 & : & 4 & : & 9 & : & 5
 \end{array}$$

Tabel Perbandingan Skala Termometer

Jenis Termometer	Titik Tetap Bawah	Titik Tetap Atas	Selisih (Jumlah Skala)
Celcius	0°C	100°C	100
Reamur	0°R	80°R	80
Fahrenheit	32°F	212°F	180
Kelvin	273 K	373 K	100

## Thermometer Celcius, Reamur, Fahrenheit dan Kelvin



$$\frac{R}{4} = \frac{C}{5} = \frac{F - 32}{9} = \frac{K - 273}{5}$$

$$K = C + 273$$

$$\frac{\Delta R}{4} = \frac{\Delta C}{5} = \frac{\Delta F}{9} = \frac{\Delta K}{5}$$

$$\Delta K = \Delta C$$

## KALIBRASI 2 TERMOMETER



$$\frac{X - X_B}{X_A - X_B} = \frac{Y - Y_B}{Y_A - Y_B}$$

- dengan :
- $X$  = suhu pada termometer X
  - $X_A$  = titik didih air pada termometer X
  - $X_B$  = titik beku air pada termometer X
  - $Y$  = suhu pada termometer Y
  - $Y_A$  = titik didih air pada termometer Y
  - $Y_B$  = titik beku air pada termometer Y

# Contoh Soal

Suhu suatu ruangan adalah  $25^{\circ}\text{C}$ . Berapakah suhu ruangan tersebut pada skala :

- A. Reamur
- B. Fahrenheit
- C. Kelvin

Diketahui :  $C = 25^{\circ}\text{C}$

- Ditanya : A.  $R = \dots ?$   
B.  $F = \dots ?$   
C.  $K = \dots ?$

Jawab : A.  $\frac{R}{4} = \frac{C}{5}$   
 $\frac{R}{4} = \frac{\cancel{25}^5}{\cancel{5}^1}$   
 $R = 20$

B.  $\frac{F - 32}{9} = \frac{C}{5}$   
 $\frac{F - 32}{9} = \frac{\cancel{25}^5}{\cancel{5}^1}$   
 $F - 32 = 45$   
 $F = 77$

C.  $K = C + 273$   
 $= 25 + 273$   
 $= 298$

Jadi suhu ruangan adalah  $20^{\circ}\text{R}$  atau  $77^{\circ}\text{F}$  atau  $298\text{K}$

Suatu benda dipanaskan sehingga mengalami kenaikan suhu sebesar  $24^{\circ}\text{R}$ . Berapakah kenaikan suhu benda tersebut pada skala :

- A. Celcius
- B. Fahrenheit
- C. Kelvin

Diketahui :  $\Delta\text{R} = 24$

Ditanya : A.  $\Delta\text{C} = \dots ?$

B.  $\Delta\text{F} = \dots ?$

C.  $\Delta\text{K} = \dots ?$

Jawab : A.  $\frac{\Delta\text{C}}{5} = \frac{\Delta\text{R}}{4}$

$$\frac{\Delta\text{C}}{5} = \frac{\cancel{24}^6}{\cancel{4}^1}$$

$$\Delta\text{C} = 30$$

B.  $\frac{\Delta\text{F}}{9} = \frac{\Delta\text{R}}{4}$

$$\frac{\Delta\text{F}}{9} = \frac{\cancel{24}^6}{\cancel{4}^1}$$

$$\Delta\text{F} = 54$$

C.  $\Delta\text{K} = \Delta\text{C}$   
 $= 30$

Jadi kenaikan suhu benda adalah  $30^{\circ}\text{C}$  atau  $54^{\circ}\text{F}$  atau  $30\text{K}$

Termometer X pada es yang melebur menunjukkan skala  $-30^{\circ}\text{X}$  dan pada air yang mendidih menunjukkan skala  $150^{\circ}\text{X}$ . Termometer Y pada es yang melebur menunjukkan skala  $20^{\circ}\text{Y}$  dan pada air yang mendidih menunjukkan skala  $120^{\circ}\text{Y}$ . Jika suhu suatu benda adalah  $40^{\circ}\text{Y}$ , maka suhu benda tersebut jika diukur dengan termometer X adalah ...

Diketahui : Termometer X

$$\text{Titik beku} = X_B = -30$$

$$\text{Titik didih} = X_A = 150$$

Termometer Y

$$\text{Titik beku} = Y_B = 20$$

$$\text{Titik didih} = Y_A = 120$$

$$\text{Suhu benda} = Y = 40$$

Ditanya :  $X = \dots ?$

$$\text{Jawab : } \frac{X - X_B}{X_A - X_B} = \frac{Y - Y_B}{Y_A - Y_B}$$

$$\frac{X - (-30)}{150 - (-30)} = \frac{40 - 20}{120 - 20}$$

$$\frac{X + 30}{180} = \frac{20}{100}$$

$$X + 30 = 36$$

$$X = 6$$

Jadi suhu benda tersebut jika diukur dengan termometer X adalah  $6^{\circ}\text{X}$

Termometer X pada es yang melebur menunjukkan skala  $-20^{\circ}X$  dan pada air yang mendidih menunjukkan skala  $160^{\circ}X$ . Pada suhu berapa termometer Celcius dan termometer X menunjukkan hasil pengukuran yang sama?

Diketahui : Termometer X

$$\text{Titik beku} = X_B = -20$$

$$\text{Titik didih} = X_A = 160$$

$$\text{Suhu} = X = T$$

Termometer Celcius

$$\text{Titik beku} = C_B = 0$$

$$\text{Titik didih} = C_A = 100$$

$$\text{Suhu} = C = T$$

Ditanya :  $T = \dots ?$

$$\text{Jawab : } \frac{X - X_B}{X_A - X_B} = \frac{C - C_B}{C_A - C_B}$$

$$\frac{T - (-20)}{160 - (-20)} = \frac{T - 0}{100 - 0}$$

$$\frac{T + 20}{\cancel{180} 9} = \frac{T}{\cancel{100} 5}$$

$$9T = 5T + 100$$

$$4T = 100$$

$$T = 25$$

Jadi termometer Celcius dan termometer X menunjukkan skala sama pada suhu  $25^{\circ}$

Pada suhu berapakah thermometer Celcius (C) menunjukkan angka yang sama dengan thermometer Fahrenheit (F) ?

***Penyelesaian:***

Titik lebur air pada thermometer Fahrenheit =  $32^{\circ}\text{F}$

Titik didih air pada thermometer Fahrenheit =  $212^{\circ}\text{F}$

Titik lebur air thermometer Celcius =  $0^{\circ}\text{C}$

Titik didih air thermometer Celcius =  $100^{\circ}\text{C}$

Misalkan skala yang ditunjuk thermometer Celcius = skala yang ditunjuk thermometer Fahrenheit = X

Konversi skala kedua termometer tersebut adalah sebagai berikut.

$$\frac{F - F_b}{F_a - F_b} = \frac{C - C_b}{C_a - C_b}$$

Misalkan  $F = C = X$

$$\frac{X - F_b}{F_a - F_b} = \frac{X - C_b}{C_a - C_b}$$

$$\frac{X - 32}{212 - 32} = \frac{X - 0}{100 - 0}$$

$$\frac{X - 32}{180} = \frac{X}{100}$$

$$100(X - 32) = 180x$$

$$5(X - 32) = 9x$$

$$5X - 160 = 9X$$

$$5X - 9X = 160$$

$$-4X = 160$$

$$X = -40$$

Jadi thermometer Fahrenheit dan thermometer Celcius menunjukkan angka yang sama pada suhu  $-40$  ( $-40^{\circ}\text{F} = -40^{\circ}\text{C}$ )

## Cara II

$$F = C = X$$

$$X = \dots\dots?$$

$$\frac{C}{5} = \frac{F - 32}{9}$$

$$\frac{X}{5} = \frac{X - 32}{9}$$

$$9X = 5X - 160$$

$$4X = -160$$

$$X = -40$$

Jadi termometer Fahrenheit dan Celcius menunjukkan angka yang sama pada skala  $-40^{\circ}$

Suatu zat cair diukur sekaligus menggunakan 3 termometer (Celcius, Reamur dan Fahrenheit). Jika jumlah skala yang ditunjukkan oleh ketiga termometer adalah  $194^\circ$ , maka skala pada termometer Celcius adalah ...

Diketahui :  $C + R + F = 194$

Ditanya :  $C = \dots ?$

Jawab :  $\frac{R}{4} = \frac{C}{5}$

$$R = \frac{4C}{5}$$

$$\frac{F - 32}{9} = \frac{C}{5}$$

$$F - 32 = \frac{9C}{5}$$

$$F = \frac{9C}{5} + 32$$

$$C + R + F = 194$$

$$C + \frac{4C}{5} + \frac{9C}{5} + 32 = 194$$

$$\frac{5C}{5} + \frac{4C}{5} + \frac{9C}{5} = 162$$

$$1 \frac{18C}{5} = \cancel{162} 9$$

$$C = 45$$

Jadi skala pada termometer Celcius adalah  $45^\circ\text{C}$

## 2. Pemuaian

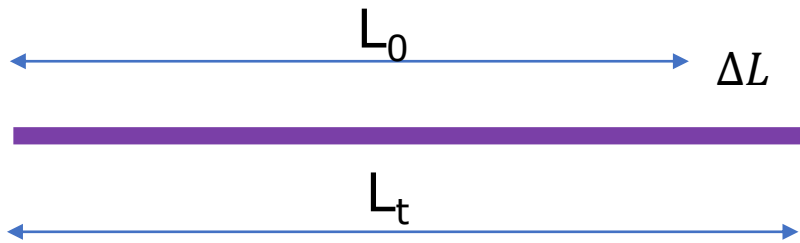
**Pemuaian** adalah bertambahnya ukuran suatu benda (**panjang, luas, atau volume**) karena pengaruh **perubahan suhu** atau bertambahnya ukuran suatu benda karena benda **menerima kalor**. Pemuaian terjadi pada 3 zat yaitu pemuaian pada **zat padat**, pada **zat cair**, dan pada **zat gas**

### 2.1. Pemuaian Zat Padat

Pemuaian pada zat padat ada 3 jenis yaitu pemuaian panjang (untuk satu dimensi), pemuaian luas (dua dimensi) dan pemuaian volume (untuk tiga dimensi). Sedangkan pada zat cair dan zat gas hanya terjadi pemuaian volume saja, khusus pada zat gas biasanya diambil nilai koefisien muai volumenya sama dengan  $1/273$ .

## 2.1.1 Pemuaian Panjang

**Pemuaian panjang** adalah bertambahnya ukuran panjang suatu benda karena menerima kalor. Pada pemuaian panjang nilai lebar dan tebal sangat kecil dibandingkan dengan nilai panjang benda tersebut. Sehingga lebar dan tebal dianggap tidak ada



Menentukan Koefisien Muai Panjang ( $\alpha$ )

$$\alpha = \frac{\Delta L}{L_0 \cdot \Delta T}$$

Menentukan pertambahan panjang ( $\Delta L$ )

$$\Delta L = L_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T$$

Menentukan perubahan suhu ( $\Delta T$ )

$$\Delta T = \frac{\Delta L}{L_0 \cdot \alpha}$$

Menentukan panjang setelah memuai ( $L_t$ )

$$L_t = L_0 + \Delta L$$

$$L_t = L_0(1 + \alpha \cdot \Delta T)$$

Keterangan :

$L_0$  = panjang mula - mula benda (m atau cm)

$L_t$  = panjang benda setelah memuai (m atau cm)

$\alpha$  = koefisien muai panjang ( $/^{\circ}\text{C}$  atau  $^{\circ}\text{C}^{-1}$ )

$\Delta T$  = perubahan suhu ( $^{\circ}\text{C}$  atau  $K$ )

$\Delta T = T_2 - T_1$

$\Delta L$  = pertambahan panjang (m atau cm )

## TABEL KOEFISIEN MUAI PANJANG

Jenis Logam	Koefisien Muai Panjang (.../ $^{\circ}\text{C}$ )
Aluminium	0,000025
Tembaga	0,0000167
Besi	0,000012
Baja	0,000011
Platina	0,0000089
Kaca	0,000009
Kaca <i>pyrex</i>	0,000003
Kuningan	0,000019
Seng	0,000026

# Contoh Soal

Sebuah benda yang terbuat dari baja memiliki panjang 50 cm. Berapakah pertambahan panjang baja itu, jika terjadi perubahan suhu sebesar 50°C ?

**Penyelesaian:**

Diketahui :

$$L_0 = 50 \text{ cm}$$

$$\Delta T = 50 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\alpha = 12 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$$

Ditanyakan :  $\Delta L = \dots?$

**Jawab:**

$$L_t = L_0(1 + \alpha \cdot \Delta T)$$

$$L_t = L_0 + L_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T$$

$$L_t - L_0 = L_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T$$

$$\Delta L = L_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T$$

$$\Delta L = 50 \text{ cm} \times 12 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1} \times 50 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\Delta L = 0,03 \text{ cm}$$

Jadi, pertambahan panjang benda tersebut sebesar 0,03 cm.

Pada suhu  $20^{\circ}\text{C}$ , panjang kawat besi adalah 1 m. Berapakah panjang kawat besi tersebut pada suhu  $100^{\circ}\text{C}$  jika koefisien muai panjang besi  $1,1 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$  ?

**Penyelesaian:**

Diketahui:

$$T_1 = 20^{\circ}\text{C}$$

$$T_2 = 100^{\circ}\text{C}$$

$$L_0 = 20 \text{ m}$$

$$\alpha = 1,1 \times 10^{-5} \text{ C}^{-1}$$

Ditanyakan:  $L_t = \dots?$

**Jawab:**

$$L_t = L_0 [1 + \alpha(T_2 - T_1)]$$

$$L_t = 1[1 + 1,1 \times 10^{-5}(100 - 20)]$$

$$L_t = 1[1 + 1,1 \times 10^{-5}(80)]$$

$$L_t = 1(1 + 8,8 \times 10^{-4})$$

$$L_t = 1(1 + 0,00088)$$

$$L_t = 1(1,00088)$$

$$L_t = 1,0176 \text{ m}$$

Jadi, panjang kawat besi tersebut pada suhu  $100^{\circ}\text{C}$  adalah 1,0176 m.

Sebatang besi yang panjangnya 6 meter dipanaskan dari suhu 22°C menjadi 46°C dan bertambah panjang 12 mm. Sebatang besi lain yang panjangnya 4 meter dipanaskan dari suhu 25°C menjadi 55°C akan bertambah panjang sebesar ...

Diketahui : Besi 1

$$L_0 = 6 \text{ m}$$

$$\Delta T = 46 - 22$$

$$= 24^\circ\text{C}$$

$$\Delta L = 12 \text{ mm}$$

Besi 2

$$L_0 = 4 \text{ m}$$

$$\Delta T = 55 - 25$$

$$= 30^\circ\text{C}$$

Ditanya :  $\Delta L_{\text{Besi 2}} = \dots ?$

Jawab :  $\Delta L = L_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T$

$$\alpha = \frac{\Delta L}{L_0 \cdot \Delta T}$$

$$\left( \frac{\Delta L}{L_0 \cdot \Delta T} \right)_{\text{Besi 1}} = \left( \frac{\Delta L}{L_0 \cdot \Delta T} \right)_{\text{Besi 2}}$$

$$\frac{\cancel{12} \cdot \cancel{1}}{\cancel{1} \cdot \cancel{6} \cdot \cancel{24} \cdot \cancel{2} \cdot \cancel{1}} = \frac{\Delta L}{\cancel{2} \cdot \cancel{4} \cdot \cancel{30} \cdot \cancel{5}}$$

$$\Delta L = 10 \text{ mm}$$

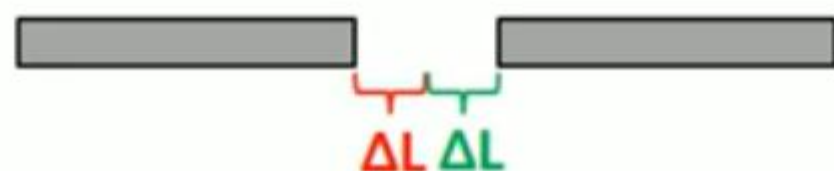
Jadi besi akan bertambah panjang sebesar 10 mm

Rel kereta api akan dipasang di daerah yang suhunya dapat berubah sebesar  $10^{\circ}\text{C}$ . Panjang tiap-tiap rel 10 m dan koefisien muai panjangnya  $1,1 \times 10^{-4}/^{\circ}\text{C}$ . Celah antar rel paling tidak harus dibuat sepanjang ...

Diketahui :  $L_0 = 10 \text{ m}$   
 $\alpha = 1,1 \times 10^{-4}/^{\circ}\text{C}$   
 $\Delta T = 10^{\circ}\text{C}$

Ditanya : Celah antar rel = ... ?

Jawab :  $\Delta L = L_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T$   
 $= 10 \cdot 1,1 \times 10^{-4} \cdot 10$   
 $= 1,1 \times 10^{-2} \text{ m}$   
 $= 1,1 \text{ cm}$

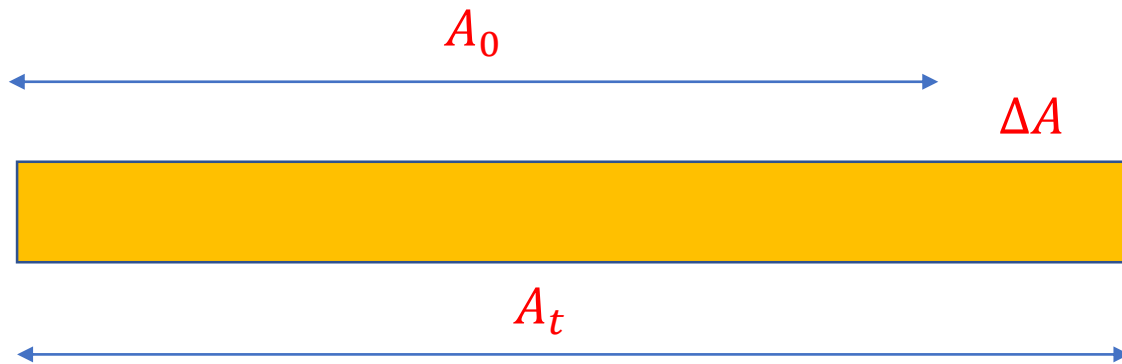


Jarak celah =  $2 \cdot \Delta L$   
 $= 2 \cdot 1,1 \text{ cm}$   
 $= 2,2 \text{ cm}$

Jadi celah antar rel paling tidak harus dibuat sepanjang 2,2 cm

## 2.1.2 Pemuaian Luas

Pemuaian luas adalah pertambahan ukuran luas suatu benda karena menerima kalor. Pemuaian luas terjadi pada benda yang mempunyai dimensi panjang dan lebar, sedangkan tebalnya sangat kecil dan dianggap tidak ada. Contoh benda yang mengalami pemuaian luas adalah lempeng besi. Pada pemuaian luas faktor yang mempengaruhi pemuaian luas adalah luas awal, koefisien muai luas, dan perubahan suhu. Karena sebenarnya pemuaian luas itu merupakan pemuaian panjang yang ditinjau dari dua dimensi maka koefisien muai luas besarnya sama dengan 2 kali koefisien muai panjang



Menentukan Koefisien Muai Luas ( $\beta$ )

$$\beta = \frac{\Delta A}{A_0 \cdot \Delta T}$$

atau

$$\beta = 2 \cdot \alpha$$

Menentukan pertambahan luas ( $\Delta A$ )

$$\Delta A = A_0 \cdot \beta \cdot \Delta T$$

Menentukan perubahan suhu ( $\Delta T$ )

$$\Delta T = \frac{\Delta A}{A_0 \cdot \beta}$$

Menentukan luas setelah memuai ( $A_t$ )

$$A_t = A_0 + \Delta A$$

$$A_t = A_0(1 + \beta \cdot \Delta T)$$

Keterangan :

$A_0$  = luas mula - mula benda ( $m^2$  atau  $cm^2$ )

$A_t$  = panjang benda setelah memuai ( $m^2$  atau  $cm^2$ )

$\beta$  = koefisien muai luas ( $/^{\circ}C$  atau  $^{\circ}C^{-1}$ )

$\beta = 2 \cdot \alpha$

$\Delta T$  = perubahan suhu ( $^{\circ}C$  atau  $K$ )

$\Delta T = T_2 - T_1$

$\Delta A$  = pertambahan luas ( $m^2$  atau  $cm^2$ )

Pada suhu  $30^{\circ}\text{C}$  sebuah pelat besi luasnya  $10\text{ m}^2$ . Apabila suhunya dinaikkan menjadi  $90^{\circ}\text{C}$  dan koefisien muai panjang besi sebesar  $0,000012/^{\circ}\text{C}$ , maka tentukan luas pelat besi tersebut setelah memuai !

***Penyelesaian:***

Diketahui:

$$A_0 = 10\text{ m}^2$$

$$T_1 = 30^{\circ}\text{C}$$

$$T_2 = 90^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta T = T_2 - T_1 = 90^{\circ}\text{C} - 30^{\circ}\text{C} = 60^{\circ}\text{C}$$

$$\alpha = 0,000012/^{\circ}\text{C}$$

$$\beta = 2\alpha = 2 \times 0,000012/^{\circ}\text{C} = 0,000024/^{\circ}\text{C}$$

Ditanyakan:  $A_t = \dots?$

***Jawab:***

$$A_t = A_0(1 + \beta \times \Delta T)$$

$$A_t = 10(1 + 0,000024 \times 60)$$

$$A_t = 10(1 + 0,00144)$$

$$A_t = 10 \times 1,00144$$

$$A_t = 10,0144\text{ m}^2$$

Jadi, luas pelat besi setelah dipanaskan adalah  $10,0144\text{ m}^2$ .

Sekeping aluminium dengan panjang 40 cm dan lebar 30 cm dipanaskan dari 40°C sampai 140°C. Jika koefisien muai panjang aluminium tersebut ( $\alpha$ ) adalah  $2,5 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$ , tentukan luas keping aluminium setelah dipanaskan.

**Penyelesaian:**

Diketahui:

$$A_0 = 40 \text{ cm} \times 30 \text{ cm} = 1.200 \text{ cm}^2$$

$$\beta = 2\alpha = 2(2,5 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}) = 5 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

$$\Delta T = 140^\circ\text{C} - 40^\circ\text{C} = 100^\circ\text{C}$$

Ditanyakan:  $A_t = \dots?$

**Jawab:**

$$A_t = A_0(1 + \beta \cdot \Delta T)$$

$$A_t = 1.200(1 + 5 \times 10^{-5} \times 100)$$

$$A_t = 1.200(1 + 5 \times 10^{-3})$$

$$A_t = 1.200(1 + 0,005)$$

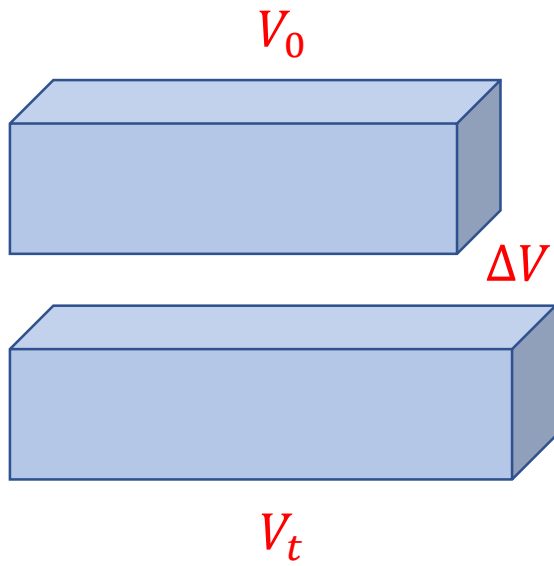
$$A_t = 1.200(1,005)$$

$$A_t = 1206 \text{ cm}^2$$

Jadi, luas penampang aluminium setelah dipanaskan adalah 1206 cm<sup>2</sup>.

### 2.1.3 Pemuaian Volume

Pemuaian volume adalah pertambahan ukuran volume suatu benda karena menerima kalor. Pemuaian volume terjadi pada benda yang mempunyai dimensi panjang, lebar dan tebal. Contoh benda yang mempunyai pemuaian volume adalah kubus, air dan udara. Volume merupakan bentuk lain dari panjang dalam 3 dimensi karena itu untuk menentukan koefisien muai volume sama dengan 3 kali koefisien muai panjang. Sebagaimana yang telah dijelaskan diatas bahwa khusus gas koefisien muai volumenya sama dengan  $1/273$



Koefisien Muai Volume ( $\gamma$ )

$$\gamma = \frac{\Delta V}{V_0 \cdot \Delta T}$$

atau

$$\gamma = 3 \cdot \alpha$$

Pertambahan Volume Benda ( $\Delta V$ )

$$\Delta V = V_0 \cdot \gamma \cdot \Delta T$$

## Volume Benda Setelah Memuai ( $V_t$ )

$$V_t = V_0 + \Delta V$$

$$V_t = V_0(1 + \gamma \cdot \Delta T)$$

## Hubungan $\alpha, \beta$ , dan $\gamma$

$$\alpha : \beta : \gamma = 1 : 2 : 3$$

$$\beta = 2\alpha$$

$$\gamma = 3\alpha$$

### Keterangan :

$V_0$  = volume mula – mula benda ( $\text{m}^3$  atau  $\text{cm}^3$ )

$V_t$  = volume benda setelah memuai ( $\text{m}^3$  atau  $\text{cm}^3$ )

$\gamma$  = koefisien muai volume ( $/^\circ\text{C}$  atau  $^\circ\text{C}^{-1}$ )

$\Delta T$  = perubahan suhu ( $^\circ\text{C}$  atau  $\text{K}$ )

$\Delta T = T_2 - T_1$

$\Delta V$  = pertambahan luas ( $\text{m}^3$  atau  $\text{cm}^3$ )

## 2.2 Pemuaian Volume Zat Cair

$$\Delta V = V_0 \cdot \gamma \cdot \Delta T$$

$$V_t = V_0 + \Delta V$$

$$V_t = V_0 (1 + \gamma \cdot \Delta T)$$

**NOTE :** Untuk benda cair biasanya langsung diketahui koefisien muai volume.

### TIPS MENGHITUNG VOLUME ZAT CAIR YANG TUMPAH :

- Jika mula-mula wadah berisi zat cair penuh, maka :

$$\begin{aligned} V_{\text{tumpah}} &= \Delta V_{\text{zat cair}} - \Delta V_{\text{wadah}} \\ &= V_0 \cdot \Delta T (\gamma_{\text{zat cair}} - \gamma_{\text{wadah}}) \end{aligned}$$

- Jika mula-mula wadah berisi zat cair tidak penuh, maka :

$$V_{\text{tumpah}} = V_t \text{ zat cair} - V_t \text{ wadah}$$

## 2.3 Pemuaian Volume Zat Gas

Gas hanya mengalami pemuaian volume saja dan besar koefisien muai volume untuk semua gas dinyatakan dengan :

$$\gamma_{gas} = \frac{1}{273^{\circ}C}$$

Ada 3 besaran yang harus diperhatikan pada pemuaian gas yaitu :

- Tekanan (P)
- Suhu(T)
- Volume(V)

*Pemuaian gas pada tekanan tetap/ proses isobarik (hukum Gay Lussac). Bila gas dipanaskan pada tekanan tetap maka suhu dan volume berubah.*

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

Atau

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

V = volume gas (m<sup>3</sup>)

T = suhu mutlak gas (K)

*Pemuaian gas pada volume tetap/proses isokorik (hukum Charles).  
Bila gas dipanaskan pada volume tetap maka tekanan dan suhu berubah*

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

atau

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

P = tekanan gas (atm, N/m<sup>2</sup>, (Pa)

T = suhu mutlak (K)

*Pemuaian gas pada suhu tetap/proses isothermis (hukum Boyle)).  
Bila gas dipanaskan pada suhu tetap maka volume dan tekanan berubah.*

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

atau

$$P V = \text{konstan}$$

## Hukum Boyle – Gay Lussac

Hasil kali antara tekanan gas dengan volume dibagi suhu mutlak selalu tetap, yang dinyatakan dengan rumus :

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

atau

$$\frac{PV}{T} = \text{konstan}$$

Keterangan :

$P_1$  = tekanan awal gas

$V_1$  = volume awal gas

$T_1$  = suhu awal gas (K)

$P_2$  = tekanan akhir gas

$V_2$  = volume akhir gas

$T_2$  = suhu akhir gas (K)



Sebuah bejana memiliki volume 1 liter pada suhu  $25^{\circ}\text{C}$ . Jika koefisien muai panjang bejana  $2 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ , maka tentukan volume bejana pada suhu  $75^{\circ}\text{C}$  !

**Penyelesaian:**

Diketahui:

$$\gamma = 3\alpha = 3 \times 2 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C} = 6 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta T = 75^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C} = 50^{\circ}\text{C}$$

$$V_0 = 1 \text{ L}$$

Ditanyakan:  $V_t = \dots?$

**Jawab:**

$$V_t = V_0(1 + \gamma \times \Delta T)$$

$$V_t = 1(1 + 6 \times 10^{-5} \times 50)$$

$$V_t = 1(1 + 3 \times 10^{-3})$$

$$V_t = 1(1 + 0,003)$$

$$V_t = 1 \times 1,003$$

$$V_t = 1,003 \text{ liter}$$

Jadi, volume bejana setelah dipanaskan adalah 1,003 liter.

Sebuah besi bervolume  $1 \text{ m}^3$  dipanaskan dari  $0^\circ\text{C}$  sampai  $1.000^\circ\text{C}$ . Jika massa besi pada suhu  $0^\circ\text{C}$  adalah  $7.200 \text{ kg}$  dan koefisien muai panjangnya  $1,1 \times 10^{-5}/^\circ\text{C}$ , hitunglah massa jenis besi pada suhu  $1.000^\circ\text{C}$ .

**Penyelesaian:**

Diketahui:

$$V_0 = 1 \text{ m}^3$$

$$\gamma = 3\alpha = 3(1,1 \times 10^{-5}) = 3,3 \times 10^{-5}/^\circ\text{C}$$

$$\rho = 7.200 \text{ kg/m}^3$$

$$\Delta T = 1000^\circ\text{C} - 0^\circ\text{C} = 1000^\circ\text{C}$$

Ditanyakan: massa jenis besi setelah dipanaskan

**Jawab:**

Volume besi setelah dipanaskan adalah:

$$V = V_0(1 + \gamma\Delta T)$$

$$V = 1[1 + (3,3 \times 10^{-5})(1000)]$$

$$V = 1(1 + 3,3 \times 10^{-2})$$

$$V = 1(1 + 0,033)$$

$$V = 1(1,033)$$

$$V = 1,033 \text{ m}^3$$

Setelah dipanaskan, volume benda berubah tetapi massanya tetap.

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$\rho = \frac{7200 \text{ kg}}{1,033 \text{ m}^3}$$

$$\rho = 6.969,99 \text{ kg/m}^3$$

Gelas kaca yang berisi penuh dengan air bersuhu  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$  dipanaskan hingga suhunya naik menjadi  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Jika koefisien muai linear gelas  $2 \times 10^{-5}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$  dan koefisien muai volume air  $\gamma$  adalah  $2,1 \times 10^{-4}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$  maka volume air yang tumpah adalah ....



- A.  $1,125\text{ cm}^3$
- B.  $4,50\text{ cm}^3$
- C.  $11,25\text{ cm}^3$
- D.  $15,75\text{ cm}^3$
- E.  $112,5\text{ cm}^3$

## Pembahasan

Volume air yang tumpah :

$V_{\text{air yang tumpah}}$

$$= \Delta V_{\text{air}} - \Delta V_{\text{gelas kaca}}$$

$$= V_0 \cdot \gamma \cdot \Delta T - V_0 \cdot 3\alpha \cdot \Delta T$$

$$= V_0 \cdot (\gamma - 3\alpha) \cdot \Delta T$$

$$= 1000 \cdot (2,1 \times 10^{-4} - 3 \cdot 2 \times 10^{-5}) \cdot (100 - 25)$$

$$= 1000 \cdot (2,1 \times 10^{-4} - 0,6 \times 10^{-4}) (75)$$

$$= 1000 \cdot (1,5 \times 10^{-4} \times 75)$$

$$= 11,25 \text{cm}^3$$

Pada suhu  $20^{\circ}\text{C}$  sebuah botol berisi penuh cairan yang volumenya 500 cc. Jika koefisien muai volume botol dan cairan berturut-turut  $0,00004/^{\circ}\text{C}$  dan  $0,0004/^{\circ}\text{C}$ , berapakah volume cairan yang tumpah jika dipanaskan sampai  $70^{\circ}\text{C}$  ?

*Penyelesaian:*

Diketahui:

$$T_1 = 20^{\circ}\text{C}$$

Volume mula-mula botol dan cairan adalah sama

$$V_{0b} = V_{0c} = 500 \text{ cc} \quad (\text{cc} = \text{cubic centimeter} = 1 \text{ cm}^3)$$

$$\gamma_b = 0,00004/^{\circ}\text{C}$$

$$\gamma_c = 0,0004/^{\circ}\text{C}$$

$$T_2 = 70^{\circ}\text{C}$$

Ditanyakan:  $V$  cairan tumpah = ?

Jawab:

$$\Delta T = T_2 - T_1$$

$$\Delta T = 70^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C}$$

$$\Delta T = 50^\circ\text{C}$$

$$\Delta V_b = \gamma_b \cdot V_{0b} \cdot \Delta T$$

$$\Delta V_b = 0,00004/^\circ\text{C} \cdot 500 \text{ cc} \cdot 50^\circ\text{C}$$

$$\Delta V_b = 1 \text{ cc}$$

$$\Delta V_a = \gamma_a \cdot V_{0a} \cdot \Delta T$$

$$\Delta V_a = 0,0004/^\circ\text{C} \cdot 500 \text{ cc} \cdot 50^\circ\text{C}$$

$$\Delta V_a = 10 \text{ cc}$$

$$V \text{ tumpah} = \Delta V_a - \Delta V_b$$

$$V \text{ tumpah} = 10 \text{ cc} - 1 \text{ cc}$$

$$V \text{ tumpah} = 9 \text{ cc}$$

Sebuah wadah yang terbuat dari kaca dan volumenya 2 liter diisi penuh alkohol. Jika kemudian wadah itu dipanaskan hingga suhunya naik sebesar  $10^{\circ}\text{C}$ , banyak alkohol yang tumpah adalah ... (koefisien muai panjang kaca =  $9 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$  dan koefisien muai volume alkohol =  $1 \times 10^{-4}/^{\circ}\text{C}$ )

Diketahui :  $V_0 = 2 \text{ liter}$   
 $= 2000 \text{ mL}$   
 $\Delta T = 10^{\circ}\text{C}$

$\alpha_{\text{kaca}} = 9 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$   
 $\gamma_{\text{kaca}} = 3\alpha = 27 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$   
 $\gamma_{\text{alkohol}} = 1 \times 10^{-4}/^{\circ}\text{C}$

Ditanya :  $V_{\text{TUMPAH}} = \dots ?$

Jawab :

$$\begin{aligned} V_{\text{TUMPAH}} &= \Delta V_{\text{alkohol}} - \Delta V_{\text{wadah kaca}} &= 2 \cdot 10^4 \cdot (100 \cdot 10^{-6} - 27 \cdot 10^{-6}) \\ &= V_0 \cdot \gamma_{\text{alkohol}} \cdot \Delta T - V_0 \cdot \gamma_{\text{kaca}} \cdot \Delta T &= 2 \cdot 10^4 \cdot 73 \cdot 10^{-6} \\ &= V_0 \cdot \Delta T \cdot (\gamma_{\text{alkohol}} - \gamma_{\text{kaca}}) &= 146 \cdot 10^{-2} \\ &= 2000 \cdot 10 \cdot (1 \cdot 10^{-4} - 27 \cdot 10^{-6}) &= 1,46 \text{ mL} \end{aligned}$$

Jadi banyaknya alkohol yang tumpah adalah 1,46 mL

Suatu gas pada tangki tertutup yang suhunya  $27^{\circ}\text{C}$  mempunyai tekanan 20 atm. Jika tangki dipanaskan sampai suhunya  $87^{\circ}\text{C}$ , maka tekanannya menjadi ...

Diketahui :

$$\begin{aligned}T_1 &= 27^{\circ}\text{C} \\ &= (27 + 273) \text{ K} \\ &= 300 \text{ K} \\ P_1 &= 20 \text{ atm} \\ T_2 &= 87^{\circ}\text{C} \\ &= (87 + 273) \text{ K} \\ &= 360 \text{ K}\end{aligned}$$

Ditanya :  $P_2 = \dots ?$

Jawab :

$$\begin{aligned}\frac{P_1 V_1}{T_1} &= \frac{P_2 V_2}{T_2} \\ \frac{P_1}{T_1} &= \frac{P_2}{T_2} \\ \frac{\cancel{20}^4}{\cancel{300}^5 \cancel{1}} &= \frac{P_2}{\cancel{360}^6} \\ P_2 &= 24 \text{ atm}\end{aligned}$$

Jadi tekanannya menjadi 24 atm

Ke dalam sebuah gelas yang bervolume  $50 \text{ cm}^3$  dimasukkan air sebanyak  $49 \text{ cm}^3$  pada suhu  $25^\circ\text{C}$ , kemudian bersama-sama air dipanaskan. Pada suhu berapakah air akan mulai tumpah jika koefisien linier gelas  $= 4 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$  dan koefisien muai volume air  $= 5 \times 10^{-4}/^\circ\text{C}$ .

*Penyelesaian:*

$$V_{0g} = 50 \text{ cm}^3$$

$$V_{0a} = 49 \text{ cm}^3$$

$$T_0 = 25^\circ\text{C}$$

$$\alpha_g = 4 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$$

$$\gamma_a = 5 \times 10^{-4}/^\circ\text{C}$$

Ditanya =  $T = ?$

Jawab:

Perubahan volume gelas:

$$V_g = V_{0g} + V_{0g} \cdot 3\alpha_g \cdot (T - T_0)$$

$$V_g = 50 + 50 \cdot 3 \times 4 \times 10^{-6} \cdot \Delta T$$

$$V_g = 50 + 0,0006\Delta T$$

Perubahan volume air:

$$V_a = V_{0a} + V_{0a} \cdot \gamma_a \cdot \Delta T$$

$$V_a = 49 + 49 \cdot 5 \times 10^{-4} \cdot \Delta T$$

$$V_a = 49 + 0,245\Delta T$$

Air tepat akan tumpah jika volume gelas sama dengan volume air, maka:

$$V_g = V_a$$

$$50 + 0,0006\Delta T = 49 + 0,245\Delta T$$

$$50 - 49 = 0,245\Delta T - 0,0006\Delta T$$

$$1 = 0,239\Delta T$$

$$\Delta T = 1/0,239$$

$$\Delta T = 41,8^\circ\text{C}$$

$$\Delta T = T - T_0$$

$$T = T_0 + \Delta T$$

$$T = 25^\circ\text{C} + 41,8^\circ\text{C}$$

$$T = 66,8^\circ\text{C}$$

Jadi, air tepat akan tumpah pada saat suhunya mencapai  $66,8^\circ\text{C}$

### 3. KALOR

Kalor merupakan bentuk energi yang pindah karena adanya perbedaan suhu. Secara alamiah, kalor berpindah dari benda bersuhu tinggi ke benda bersuhu rendah

Jika kalor diberikan pada suatu benda/ benda menerima kalor , maka kemungkinannya adalah :

- Suhu Benda Berubah, tetapi Wujud Benda Tetap , atau
- Wujud Benda Berubah, tetapi Suhu Benda Tetap

Kalor Untuk Mengubah Suhu Benda :

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

$$Q = C \cdot \Delta T$$

$$C = m \cdot c$$

dengan : Q = kalor (J) atau (kal)  
m = massa (kg) atau (gram)  
c = kalor jenis (J/kg °C) atau (kal/g °C)  
C = kapasitas kalor (J/°C) atau (kal/°C)  
 $\Delta T$  = perubahan suhu (°C)

Konversi satuan kalor :

$$\begin{aligned} 1 \text{ Joule} &= 0,24 \text{ kalori} \\ 1 \text{ kalori} &= 4,2 \text{ Joule} \end{aligned}$$

## Kalor Untuk Mengubah Wujud Benda :

$$Q = m \cdot L$$

$$Q = m \cdot U$$

Keterangan :

$L$  = kalor lebur/kalor laten lebur (J/kg atau kal/gr)

$U$  = kalor uap /kalor laten uap (J/kg atau kal/gr)

Keterangan	Satuan SI	Satuan CGS
$Q$ = kalor	Joule (J)	kalori (kal)
$m$ = massa	Kilogram (kg)	gram (g)
$c$ = kalor jenis	J/kg <sup>0</sup> C atau J/kgK	kal/g <sup>0</sup> C atau kal/gK
$\Delta T$ = perubahan suhu	<sup>0</sup> C atau K	<sup>0</sup> C atau K
$c$ = kapasitas kalor	J/ <sup>0</sup> C atau J/K	kal/ <sup>0</sup> C atau kal/K
$L$ = kalor lebur	J/kg	kal/g
$U$ = kalor uap	J/kg	kal/g

# Perubahan Wujud Zat

## ❖ *Perubahan Fisika*

Perubahan fisika adalah perubahan zat yang tidak menyebabkan terjadinya zat jenis baru.

Contoh:

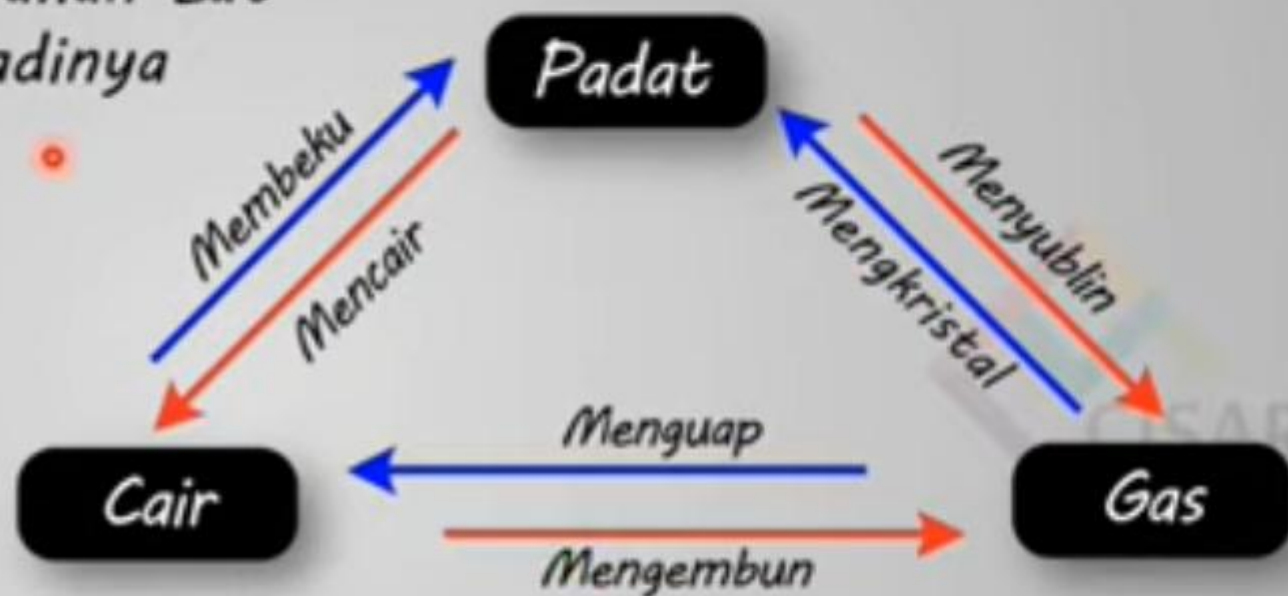
Es mencair



air

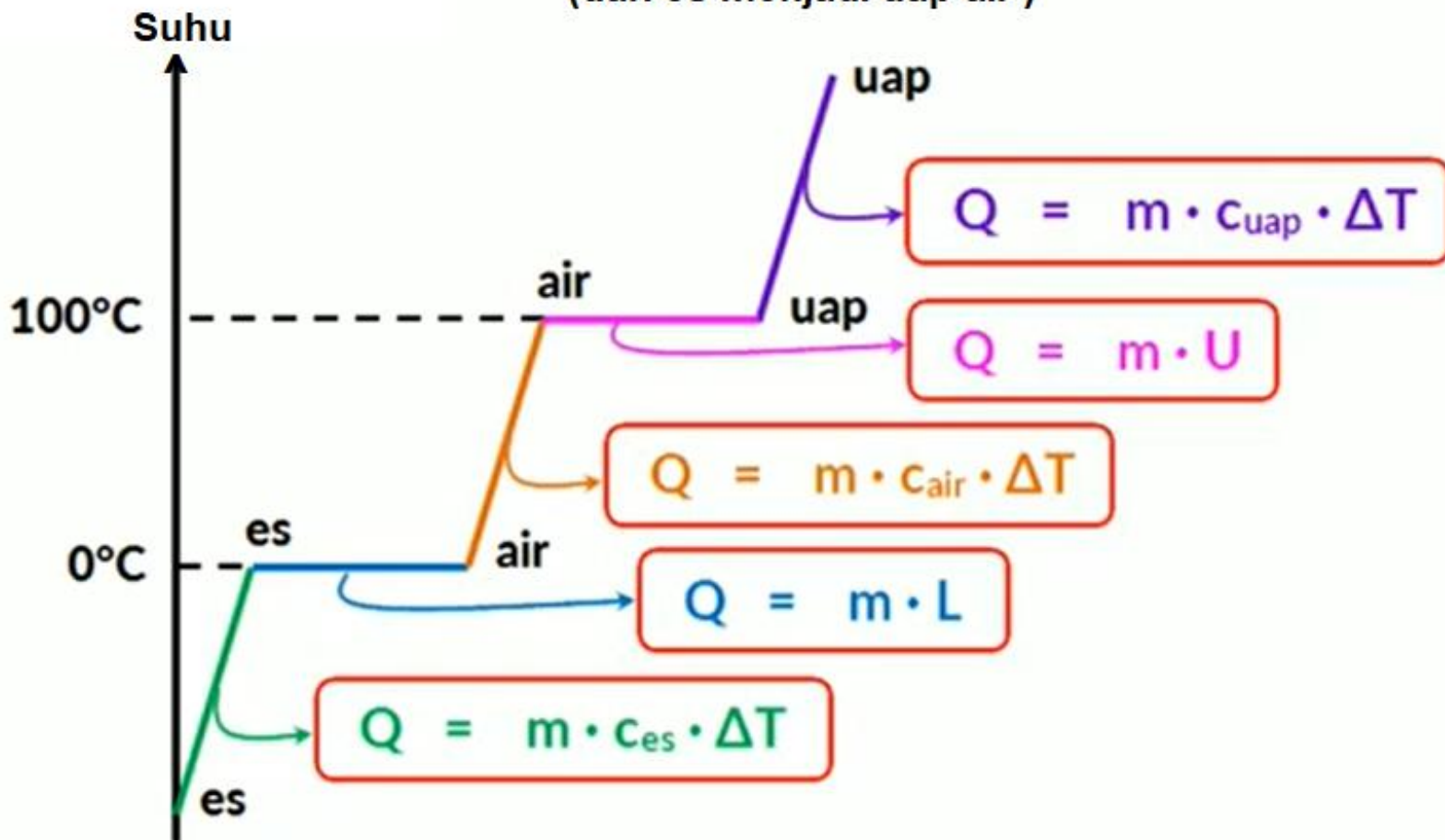


uap



Memerlukan Kalor	Melepaskan Kalor
Padat menjadi cair	Cair menjadi padat
Cair menjadi gas	Gas menjadi cair
Padat menjadi gas	Gas menjadi padat

Grafik Suhu terhadap Kalor  
(dari es menjadi uap air)



$$c_{es} = c_{uap} = 0,5 \text{ kal/g } ^\circ\text{C}$$

$$= 2100 \text{ J/kg } ^\circ\text{C}$$

$$c_{air} = 1 \text{ kal/g } ^\circ\text{C}$$

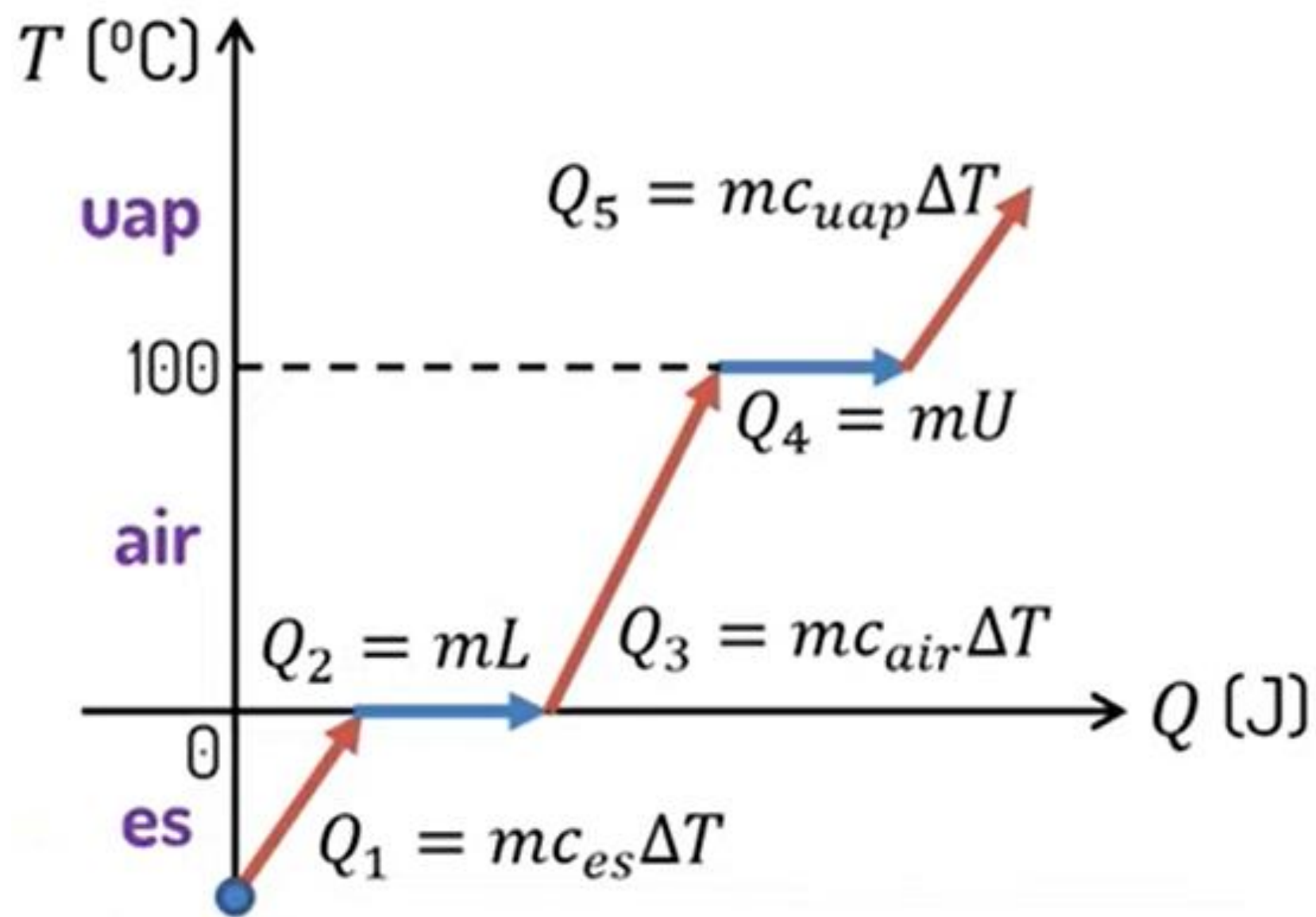
$$= 4200 \text{ J/kg } ^\circ\text{C}$$

$$L = 80 \text{ kal/g}$$

$$= 336000 \text{ J/kg}$$

$$U = 540 \text{ kal/g}$$

$$= 2268000 \text{ J/kg}$$



Suatu benda mempunyai massa 800 gram dan suhunya 20°C.

Benda tersebut dipanaskan dan memerlukan kalor sebesar 60 kJ.

Jika kalor jenis benda tersebut 1 500 J/kg K, suhu akhir pemanasan adalah ...

Diketahui :

$$Q = 60 \text{ kJ}$$
$$= 60\,000 \text{ J}$$
$$m = 800 \text{ gram}$$
$$= 0,8 \text{ kg}$$
$$c = 1\,500 \text{ J/kg K}$$
$$T_1 = 20^\circ\text{C}$$

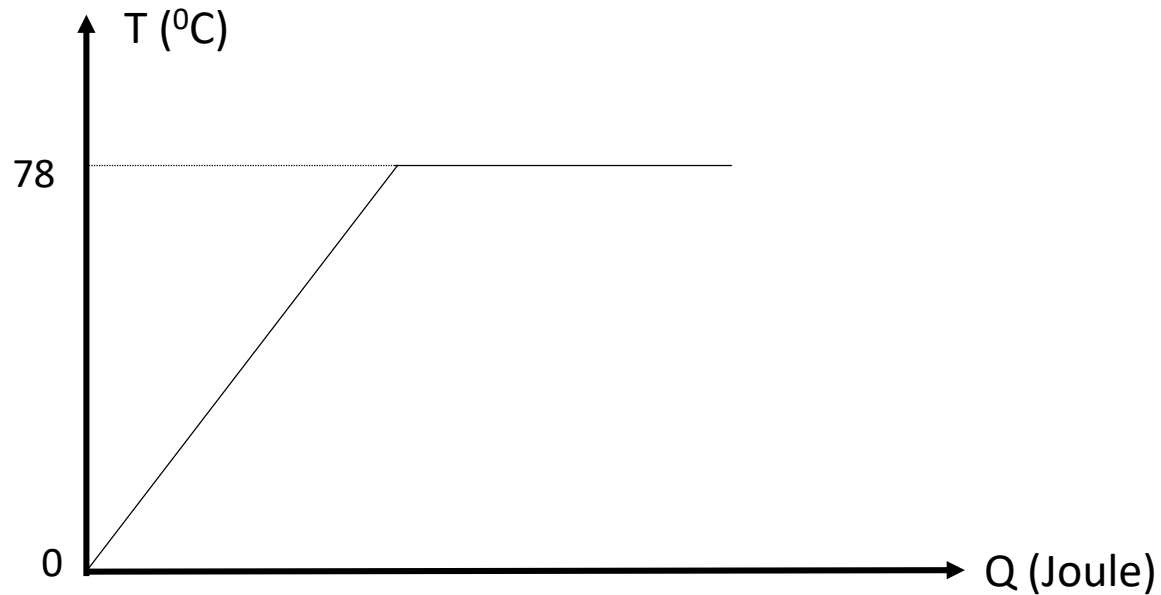
Ditanya :  $T_2 = \dots ?$

Jawab :

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$
$$40 \cdot 60\,000 = 0,8 \cdot 1\,500 \cdot \Delta T$$
$$\Delta T = \frac{40}{0,8}$$
$$\Delta T = 50$$
$$T_2 - T_1 = 50$$
$$T_2 - 20 = 50$$
$$T_2 = 70^\circ\text{C}$$

Jadi suhu akhir pemanasan adalah 70°C

Alkohol yang suhunya  $0^{\circ}\text{C}$  bermassa 1 kg dipanaskan pada suatu pemanas .  
Grafik perubahan suhu terhadap klor diberikan pada gambar dibawah ini.

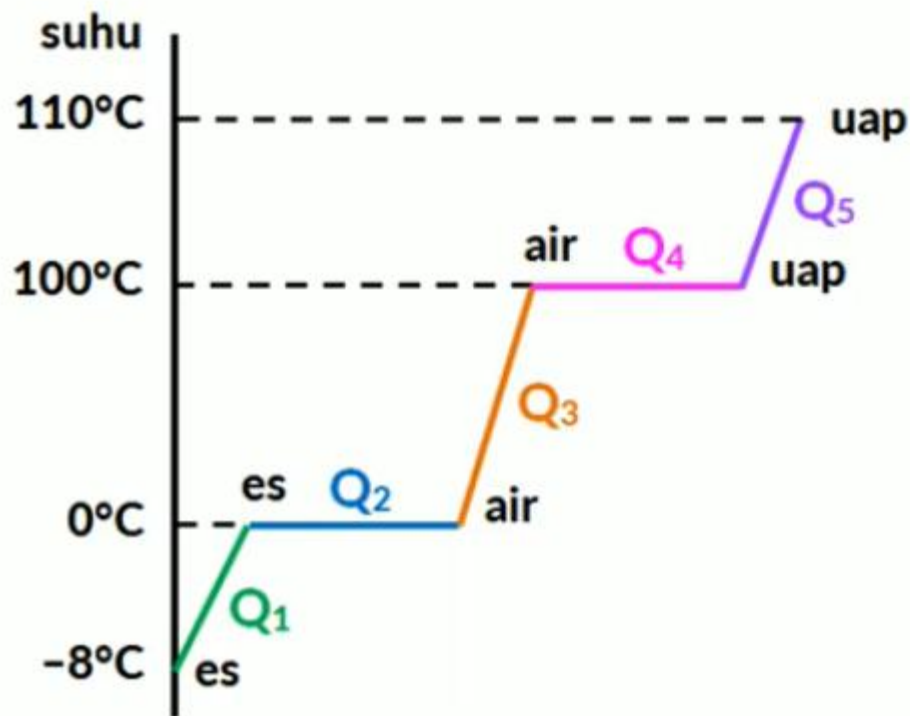


Jika kalor jenis alkohol =  $2400 \text{ J/Kg}^{\circ}\text{C}$  ,kalor uap alkohol =  $2,1 \times 10^5 \text{ J/Kg}$  ,tentukan kalor yang dibutuhkan alkohol dari keadaan suhu  $0^{\circ}\text{C}$  sampai menjadi suhu  $78^{\circ}\text{C}$  dan seluruhnya telah berubah wujud .

Kalor yang diperlukan untuk mengubah es 0,1 kg yang suhunya  $-8^{\circ}\text{C}$  supaya menjadi uap air yang suhunya  $110^{\circ}\text{C}$  adalah ....

( $c_{\text{es}} = c_{\text{uap}} = 0,5 \text{ kal/g } ^{\circ}\text{C}$ ,  $c_{\text{air}} = 1 \text{ kal/g } ^{\circ}\text{C}$ ,  $L = 80 \text{ kal/g}$  dan  $U = 540 \text{ kal/g}$ )

Jawab :



$$\begin{aligned} Q_1 &= m \cdot c_{\text{es}} \cdot \Delta T \\ &= 100 \cdot 0,5 \cdot 8 \\ &= 400 \text{ kal} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_4 &= m \cdot U \\ &= 100 \cdot 540 \\ &= 54\,000 \text{ kal} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_2 &= m \cdot L \\ &= 100 \cdot 80 \\ &= 8\,000 \text{ kal} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_5 &= m \cdot c_{\text{uap}} \cdot \Delta T \\ &= 100 \cdot 0,5 \cdot 10 \\ &= 500 \text{ kal} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_3 &= m \cdot c_{\text{air}} \cdot \Delta T \\ &= 100 \cdot 1 \cdot 100 \\ &= 10\,000 \text{ kal} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q &= Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 \\ &= 400 + 8\,000 + 10\,000 + 54\,000 + 500 \\ &= 72\,900 \text{ kalori} \end{aligned}$$

Jadi kalor yang diperlukan adalah 72 900 kalori

## Pembahasan

Langkah 1: hitung jumlah kalor yang diperlukan dari suhu  $0^{\circ}\text{C}$  sampai  $78^{\circ}\text{C}$

$$Q_1 = mc\Delta T$$

$$Q_1 = 1(2400)(78 - 0)$$

$$Q_1 = 187200 \text{ J}$$

Langkah 2: hitung jumlah kalor sampai alkohol menguap

$$Q_2 = mU$$

$$Q_2 = (1)(2,1 \times 10^5)$$

$$Q_2 = 210000 \text{ J}$$

Jadi Kalor yang dibutuhkan adalah:

$$Q = Q_1 + Q_2$$

$$Q = 187200 + 210000$$

$$Q = 397200 \text{ J}$$

$$Q = 397,2 \text{ kJ}$$

## 4. AZAS BLACK

Menurut **Yoseph Black** ,jika dua benda yang berbeda suhunya digabung/dicampur , maka benda bersuhu tinggi akan **melepaskan kalor** sedangkan benda yang bersuhu rendah akan **menyerap kalor**, dengan menganggap **tidak terjadi kehilangan kalor** maka setelah tercapai keseimbangan suhu kedua benda akan menjadi sama .Suhu setelah tercapai keseimbangan disebut **suhu akhir campuran**.

**Azas Black** merupakan hukum kekekalan energi kalor.

Contoh penerapan azas Black misalnya :

- Proses pembuatan teh manis dingin /teh es
- Proses pencampuran air panas dengan air dingin
- Balok besi yang panas dimasukkan ke dalam wadah berisi air dingin

## PRINSIP

- Terjadi aliran/perpindahan kalor, **dari benda bersuhu lebih tinggi ke benda bersuhu lebih rendah.**
- Benda **bersuhu lebih tinggi melepaskan kalor**, sedangkan benda **bersuhu lebih rendah menerima kalor.**
- Perpindahan kalor berhenti jika terjadi **keseimbangan termal**, yaitu **suhu kedua benda sama.**

Persamaan Azas Black :

$$Q_{lepas} = Q_{serap}$$

$$m_1 \cdot c_1 \cdot (\Delta T)_{lepas} = m_2 \cdot c_2 \cdot (\Delta T)_{serap}$$

$Q_{lepas}$  : kalor yang dilepas benda bersuhu tinggi  
(kal atau joule)

$Q_{serap}$  : kalor yang diserap benda bersuhu rendah  
(kal atau joule)

$(\Delta T)_{lepas} = (T_1 - T_2)$  : suhu awal lebih tinggi

$(\Delta T)_{serap} = (T_2 - T_1)$  : suhu akhir lebih tinggi

## ASAS BLACK

$$Q_{LEPAS} = Q_{TERIMA}$$

### NOTE :

- Benda yang melepas kalor adalah benda yang mengalami penurunan suhu.
- Benda yang menerima kalor adalah benda yang mengalami kenaikan suhu.

### TIPS UNTUK SOAL CAMPURAN ES 0°C DAN AIR X°C :

Andaikan suhu campurannya di air 0°C, hitung  $Q_{LEPAS}$  dan  $Q_{TERIMA}$ .

- Jika :
- $Q_{LEPAS} < Q_{TERIMA}$ , maka suhu campuran 0°C, es melebur sebagian menjadi air.
  - $Q_{LEPAS} = Q_{TERIMA}$ , maka suhu campuran 0°C, es melebur semua menjadi air.
  - $Q_{LEPAS} > Q_{TERIMA}$ , maka suhu campuran diatas 0°C.

Sebanyak 75 gram air bersuhu  $10^{\circ}\text{C}$  dicampur dengan 50 gram air bersuhu  $90^{\circ}\text{C}$  . Tentukan suhu akhir campuran.

Penyelesaian :

Benda yang melepaskan kalor :

$$m_2 = 50 \text{ gram}$$

$$T_1 = 90^{\circ}\text{C}$$

Benda yang menyerap kalor :

$$m_1 = 75 \text{ gram}$$

$$T_1 = 10^{\circ}\text{C}$$

Ditanya :  $T_2$

$$Q_{\text{serap}} = Q_{\text{lepas}}$$

$$m_1 \cdot c_{\text{air}} \cdot (\Delta T)_{\text{serap}} = m_2 \cdot c_{\text{air}} \cdot (\Delta T)_{\text{lepas}}$$

$$m_1 \cdot (\Delta T)_{\text{serap}} = m_2 \cdot (\Delta T)_{\text{lepas}}$$

$$m_1 \cdot (T_2 - T_1) = m_2 \cdot (T_1 - T_2)$$

$$75 \cdot (T_2 - 10) = 50 \cdot (90 - T_2)$$

$$3 \cdot (T_2 - 10) = 2 \cdot (90 - T_2)$$

$$3 T_2 - 30 = 180 - 2 T_2$$

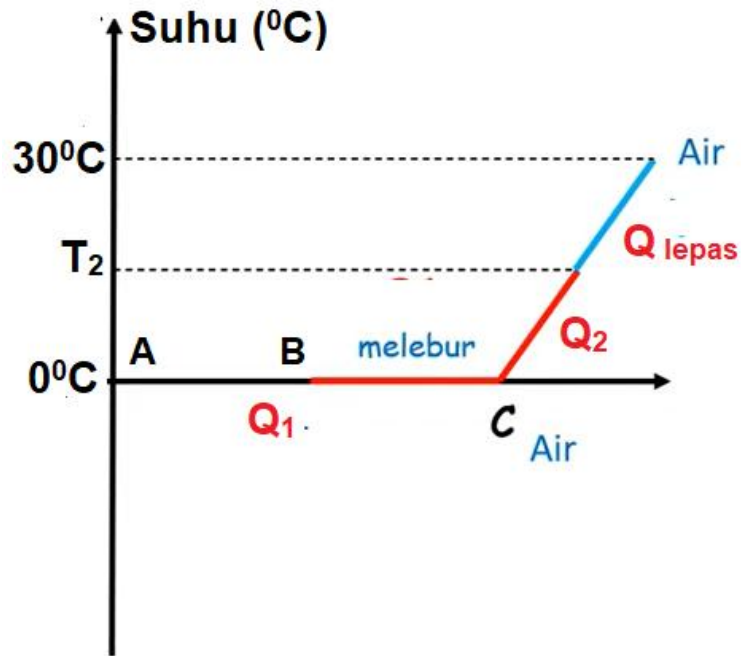
$$3 T_2 + 2 T_2 = 180 + 30$$

$$5 T_2 = 210$$

$$T_2 = \frac{210}{5}$$

$$T_2 = 42^{\circ}\text{C}$$

Balok es bermassa 50 gram bersuhu  $0^{\circ}\text{C}$  dicelupkan pada 200 gram air bersuhu  $30^{\circ}\text{C}$  yang berada dalam wadah khusus. anggap wadah tidak menyerap kalor. Jika kalor jenis air  $1 \text{ kal/gr } ^{\circ}\text{C}$  dan kalor lebur es  $80 \text{ kal/gr}$ , tentukan suhu akhir campuran.



Jawab :

$$Q_{\text{serap}} = Q_{\text{lepas}}$$

$$Q_1 + Q_2 = Q_{\text{lepas}}$$

$$m_{\text{es}} \cdot L + m_{\text{es}} \cdot c_{\text{air}} \cdot (\Delta T)_{\text{serap}} = m_{\text{air}} \cdot c_{\text{air}} \cdot (\Delta T)_{\text{lepas}}$$

$$m_{\text{es}} \cdot L + m_{\text{es}} \cdot c_{\text{air}} \cdot (T_2 - T_1) = m_{\text{air}} \cdot c_{\text{air}} \cdot (T_1 - T_2)$$

$$(50) \cdot (80) + (50)(1)(T_2 - 0) = (200) \cdot (1)(30 - T_2)$$

$$4000 + 50T_2 = 6000 - 200T_2$$

$$50T_2 + 200T_2 = 6000 - 4000$$

$$250T_2 = 2000$$

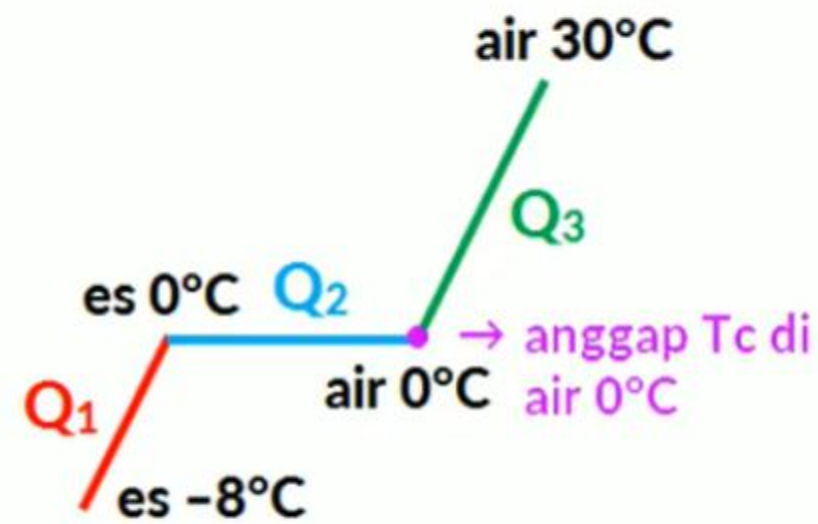
$$T_2 = \frac{2000}{250}$$

$$T_2 = 8^{\circ}\text{C}$$

Sebanyak 50 gram es  $-8^{\circ}\text{C}$  dicampur dengan 100 gram air  $30^{\circ}\text{C}$ .

Suhu akhir campuran adalah ... ( $c_{\text{es}} = 0,5 \text{ kal/g } ^{\circ}\text{C}$ ,  $L = 80 \text{ kal/g}$  dan  $c_{\text{air}} = 1 \text{ kal/g } ^{\circ}\text{C}$ )

Jawab :



$$\begin{aligned} Q_1 &= m_{\text{es}} \cdot c_{\text{es}} \cdot \Delta T \\ &= 50 \cdot 0,5 \cdot 8 \\ &= 200 \text{ kal} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_2 &= m_{\text{es}} \cdot L \\ &= 50 \cdot 80 \\ &= 4\,000 \text{ kal} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_3 &= m_{\text{air}} \cdot c_{\text{air}} \cdot \Delta T \\ &= 100 \cdot 1 \cdot 30 \\ &= 3\,000 \text{ kal} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{TERIMA}} &= Q_1 + Q_2 \\ &= 200 + 4\,000 \\ &= 4\,200 \text{ kal} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{LEPAS}} &= Q_3 \\ &= 3\,000 \text{ kal} \end{aligned}$$

$Q_{\text{LEPAS}} < Q_{\text{TERIMA}}$   
artinya suhu campuran  $0^{\circ}\text{C}$ ,  
es melebur sebagian

$$Q_{\text{LEPAS}} = Q_3 = 3\,000 \text{ kalori}$$

dipakai untuk menaikkan es dari  $-8^{\circ}\text{C}$  ke  $0^{\circ}\text{C}$

sebanyak  $Q_1 = 200$  kalori

jadi ada sisa sebesar  $3\,000 - 200 = 2\,800$  kalori

sisa  $2\,800$  kalori dipakai untuk meleburkan es

$$Q = m_{\text{es}} \cdot L$$

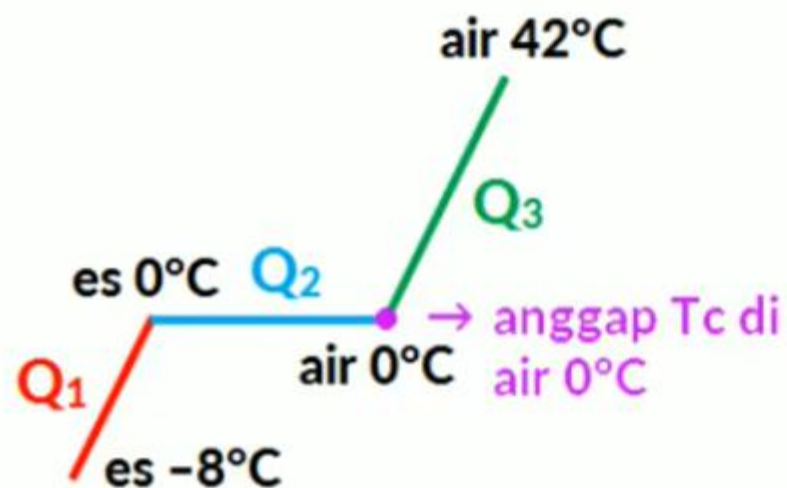
$$2\,800 = m \cdot 80$$

$$m = 35 \text{ gram}$$

Jadi suhu akhir campuran adalah  $0^{\circ}\text{C}$  dengan es melebur sebanyak  $35$  gram

Sebanyak 50 gram es  $-8^{\circ}\text{C}$  dicampur dengan 100 gram air  $42^{\circ}\text{C}$ .  
 Suhu akhir campuran adalah ... ( $c_{\text{es}} = 0,5 \text{ kal/g } ^{\circ}\text{C}$ ,  $L = 80 \text{ kal/g}$  dan  $c_{\text{air}} = 1 \text{ kal/g } ^{\circ}\text{C}$ )

Jawab :



$$\begin{aligned} Q_1 &= m_{\text{es}} \cdot c_{\text{es}} \cdot \Delta T \\ &= 50 \cdot 0,5 \cdot 8 \\ &= 200 \text{ kal} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_2 &= m_{\text{es}} \cdot L \\ &= 50 \cdot 80 \\ &= 4\,000 \text{ kal} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_3 &= m_{\text{air}} \cdot c_{\text{air}} \cdot \Delta T \\ &= 100 \cdot 1 \cdot 42 \\ &= 4\,200 \text{ kal} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{TERIMA}} &= Q_1 + Q_2 \\ &= 200 + 4\,000 \\ &= 4\,200 \text{ kal} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{LEPAS}} &= Q_3 \\ &= 4\,200 \text{ kal} \end{aligned}$$

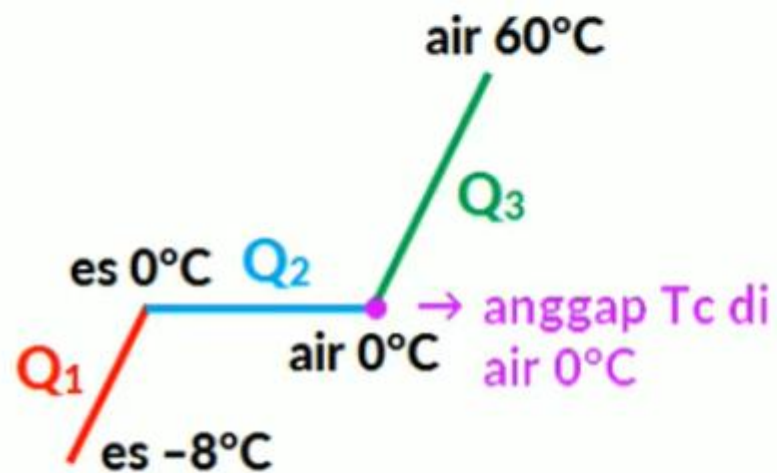
$Q_{\text{LEPAS}} = Q_{\text{TERIMA}}$   
 artinya suhu campuran  $0^{\circ}\text{C}$ ,  
 es melebur semua

Jadi suhu akhir campuran adalah  $0^{\circ}\text{C}$ , wujudnya semua air

Sebanyak 50 gram es  $-8^{\circ}\text{C}$  dicampur dengan 100 gram air  $60^{\circ}\text{C}$ .

Suhu akhir campuran adalah ... ( $c_{\text{es}} = 0,5 \text{ kal/g } ^{\circ}\text{C}$ ,  $L = 80 \text{ kal/g}$  dan  $c_{\text{air}} = 1 \text{ kal/g } ^{\circ}\text{C}$ )

Jawab :



$$\begin{aligned} Q_1 &= m_{\text{es}} \cdot c_{\text{es}} \cdot \Delta T \\ &= 50 \cdot 0,5 \cdot 8 \\ &= 200 \text{ kal} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_2 &= m_{\text{es}} \cdot L \\ &= 50 \cdot 80 \\ &= 4\,000 \text{ kal} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_3 &= m_{\text{air}} \cdot c_{\text{air}} \cdot \Delta T \\ &= 100 \cdot 1 \cdot 60 \\ &= 6\,000 \text{ kal} \end{aligned}$$

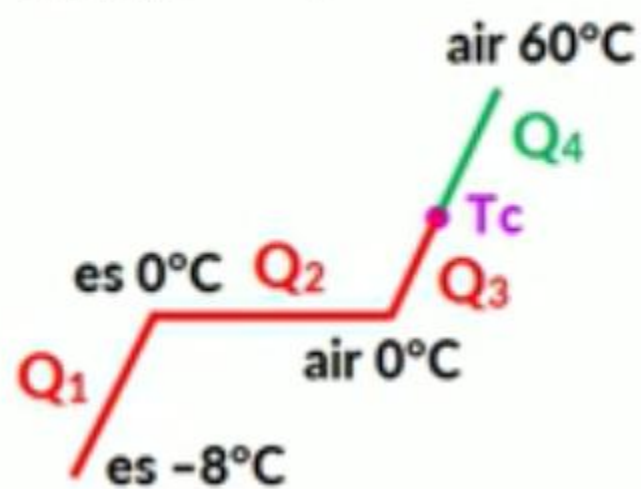
$$\begin{aligned} Q_{\text{TERIMA}} &= Q_1 + Q_2 \\ &= 200 + 4\,000 \\ &= 4\,200 \text{ kal} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{LEPAS}} &= Q_3 \\ &= 6\,000 \text{ kal} \end{aligned}$$

$$Q_{\text{LEPAS}} > Q_{\text{TERIMA}}$$

artinya suhu campuran di atas  $0^{\circ}\text{C}$

Jawab :



$$\begin{aligned}Q_{LEPAS} &= Q_{TERIMA} \\Q_4 &= Q_1 + Q_2 + Q_3 \\m_{\text{air}} c_{\text{air}} \Delta T &= m_{\text{es}} c_{\text{es}} \Delta T + m_{\text{es}} L + m_{\text{air}} c_{\text{air}} \Delta T \\2 \cdot 100 \cdot 1 \cdot (60 - T_c) &= 50 \cdot 0,5 \cdot 8 + 50 \cdot 80 + 50 \cdot 1 \cdot (T_c - 0) \\120 - 2T_c &= 4 + 80 + T_c \\36 &= 3T_c \\T_c &= 12^\circ\text{C}\end{aligned}$$

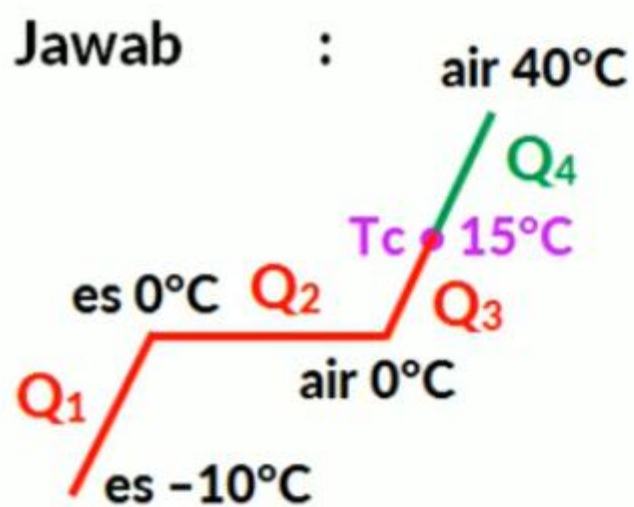
Jadi suhu akhir campuran adalah  $12^\circ\text{C}$

Sebanyak a gram es  $-10^{\circ}\text{C}$  dicampur dengan b gram air  $40^{\circ}\text{C}$ .  
Jika suhu akhir campuran  $15^{\circ}\text{C}$ , maka perbandingan a dan b adalah ...  
( $c_{\text{es}} = 0,5 \text{ kal/g } ^{\circ}\text{C}$ ,  $L = 80 \text{ kal/g}$  dan  $c_{\text{air}} = 1 \text{ kal/g } ^{\circ}\text{C}$ )

Diketahui :	<u>Es</u>	<u>Air</u>
m	= a gram	= b gram
T	= $-10^{\circ}\text{C}$	= $40^{\circ}\text{C}$
	$T_c = 15^{\circ}\text{C}$	

Ditanya : a : b = ... ?

Sebanyak a gram es  $-10^{\circ}\text{C}$  dicampur dengan b gram air  $40^{\circ}\text{C}$ .  
 Jika suhu akhir campuran  $15^{\circ}\text{C}$ , maka perbandingan a dan b adalah ...  
 ( $c_{\text{es}} = 0,5 \text{ kal/g } ^{\circ}\text{C}$ ,  $L = 80 \text{ kal/g}$  dan  $c_{\text{air}} = 1 \text{ kal/g } ^{\circ}\text{C}$ )



$$\begin{aligned}
 Q_{\text{LEPAS}} &= Q_{\text{TERIMA}} \\
 Q_4 &= Q_1 + Q_2 + Q_3 \\
 m_{\text{air}} c_{\text{air}} \Delta T &= m_{\text{es}} c_{\text{es}} \Delta T + m_{\text{es}} L + m_{\text{air}} c_{\text{air}} \Delta T \\
 b \cdot 1 \cdot (40 - 15) &= a \cdot 0,5 \cdot (0 - (-10)) + a \cdot 80 + a \cdot 1 \cdot (15 - 0) \\
 25b &= 5a + 80a + 15a \\
 25b &= 100a \\
 \frac{a}{b} &= \frac{25}{100} = \frac{1}{4}
 \end{aligned}$$

Jadi perbandingan a dan b adalah **1 : 4**

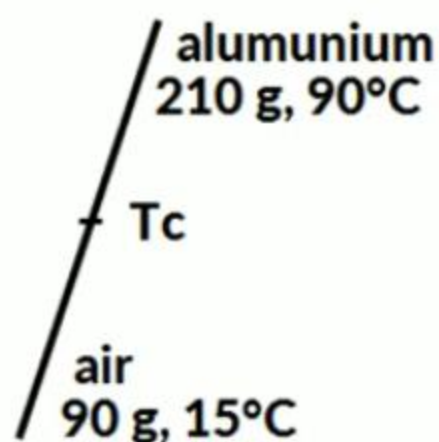
Sepotong alumunium yang massanya 210 gram dan suhunya  $90^{\circ}\text{C}$  dimasukkan ke dalam air yang massanya 90 gram dan suhunya  $15^{\circ}\text{C}$ . Tentukan suhu akhir campuran. ( $c_{\text{air}} = 4\,200 \text{ J/kg K}$  dan  $c_{\text{alumunium}} = 900 \text{ J/kg K}$ )

Diketahui : Alumunium  
 $m = 210 \text{ gram}$   
 $T = 90^{\circ}\text{C}$   
 $c = 900 \text{ J/kg K}$

Air  
 $m = 90 \text{ gram}$   
 $T = 15^{\circ}\text{C}$   
 $c = 4\,200 \text{ J/kg K}$

Ditanya :  $T_c = \dots ?$

Jawab :



$$\begin{aligned}
 Q_{\text{Lepas}} &= Q_{\text{Terima}} \\
 (m \cdot c \cdot \Delta T)_{\text{alumunium}} &= (m \cdot c \cdot \Delta T)_{\text{air}} \\
 1 \cdot 210 \cdot 900 \cdot (90 - T_c) &= 90 \cdot 4\,200 \cdot (T_c - 15) \\
 90 - T_c &= 2T_c - 30 \\
 120 &= 3T_c \\
 T_c &= 40^{\circ}\text{C}
 \end{aligned}$$

Jadi suhu akhir campuran adalah  $40^{\circ}\text{C}$

Sebuah kalorimeter dengan kapasitas kalor tertentu, diisi 100 gram air yang suhunya 20°C. Ke dalam kalorimeter tersebut dimasukkan 200 gram aluminium yang suhunya 90°C. Jika suhu akhir campuran 30°C, kalor jenis air dan aluminium masing-masing 4 200 J/kg K dan 900 J/kg K, maka kapasitas kalor kalorimeter adalah ...

Diketahui :

Aluminium

$$m = 200 \text{ gram}$$

$$= 0,2 \text{ kg}$$

$$T = 90^\circ\text{C}$$

$$c = 900 \text{ J/kg K}$$

$$T_c = 30^\circ\text{C}$$

Air

$$m = 100 \text{ gram}$$

$$= 0,1 \text{ kg}$$

$$T = 20^\circ\text{C}$$

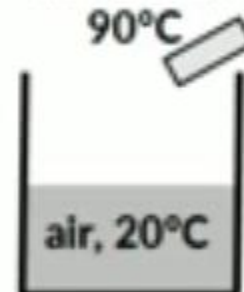
$$c = 4\,200 \text{ J/kg K}$$

Ditanya :

$$C_{\text{kalorimeter}} = \dots ?$$

Jawab :

aluminium



kalorimeter

$$Q_{\text{Lepas}} = Q_{\text{Terima}}$$

$$(m \cdot c \cdot \Delta T)_{\text{aluminium}} = (m \cdot c \cdot \Delta T)_{\text{air}} + (C \cdot \Delta T)_{\text{kalorimeter}}$$

$$0,2 \cdot 900 \cdot (90 - 30) = 0,1 \cdot 4\,200 \cdot (30 - 20) + C \cdot (30 - 20)$$

$$180 \cdot 60 = 420 \cdot 10 + C \cdot 10$$

$$1\,080 = 420 + C$$

$$C = 660 \text{ J/kg}$$

Jadi kapasitas kalor kalorimeter adalah 660 J/kg

Kalorimeter yang terbuat dari logam X yang massanya 150 gram diisi 100 gram air yang suhunya 15°C. Ke dalam kalorimeter tersebut dimasukkan 200 gram logam X yang suhunya 100°C. Jika suhu akhir campuran 35°C dan kalor jenis air 1 kal/g °C, maka kalor jenis logam X adalah ...

Diketahui :	<u>Kalorimeter X</u>	<u>Air</u>	<u>Logam X</u>
	m = 150 gram	m = 100 gram	m = 200 gram
	T = 15°C	T = 15°C	T = 100°C
		c = 1 kal/g °C	

$$T_c = 35^\circ\text{C}$$

Ditanya :  $c_X = \dots ?$

Jawab :

$$Q_{\text{Lepas}} = Q_{\text{Terima}}$$

$$(m \cdot c \cdot \Delta T)_{\text{logam X}} = (m \cdot c \cdot \Delta T)_{\text{air}} + (m \cdot c \cdot \Delta T)_{\text{kalorimeter X}}$$

$$200 \cdot c_X \cdot (100 - 35) = 100 \cdot 1 \cdot (35 - 15) + 150 \cdot c_X \cdot (35 - 15)$$

$$4 \cdot 200 \cdot c_X \cdot 65 = 2 \cdot 100 \cdot 20 + 3 \cdot 150 \cdot c_X \cdot 20$$

$$260 \cdot c_X = 40 + 60 \cdot c_X$$

$$200 \cdot c_X = 40$$

$$c_X = 0,2 \text{ kal/g } ^\circ\text{C}$$

Jadi kalor jenis logam X adalah 0,2 kal/g °C

Sebuah pemanas listrik digunakan untuk memanaskan 500 gram air dari suhu  $25^{\circ}\text{C}$  menjadi  $75^{\circ}\text{C}$ . Jika waktu yang dibutuhkan 10 menit, maka daya pemanas listrik tersebut adalah ... ( $c_{\text{air}} = 4\,200 \text{ J/kg K}$ )

Diketahui :  $m = 500 \text{ gram}$   
 $= 0,5 \text{ kg}$   
 $c = 4\,200 \text{ J/kg K}$   
 $\Delta T = 75 - 25$   
 $= 50^{\circ}\text{C}$   
 $t = 10 \text{ menit}$   
 $= 600 \text{ sekon}$

Ditanya :  $P = \dots ?$

Jawab :

$$W = Q$$

$$P \cdot t = m \cdot c \cdot \Delta T$$

$$P \cdot \cancel{600} \cdot \cancel{1} = 0,5 \cdot \cancel{4\,200} \cdot \cancel{7} \cdot 50$$

$$P = 175 \text{ Watt}$$

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

$$T_2 = 75^{\circ}\text{C} = 348 \text{ K}$$

$$\Delta T = 348 - 298 = 50 \text{ K}$$

Jadi daya pemanas listrik adalah 175 watt

# 5. Perpindahan Kalor

**Kalor dapat berpindah dengan 3 (tiga) cara ,yaitu :**

- A. Konduksi (Hantaran)
- B. Konveksi (Aliran)
- C. Radiasi (Pancaran)

## A. KONDUKSI ( Hantaran)

**Konduksi** adalah perpindahan kalor yang tidak disertai dengan perpindahan zat perantaranya. Konduksi merupakan perpindahan kalor yang terjadi pada logam (konduktor). Contoh : perpindahan kalor pada logam yang dipanaskan.

Laju perpindahan kalor atau **besar kalor yang mengalir tiap satuan waktu** dinyatakan dengan persamaan :

$$H = \frac{Q}{t} = kA \frac{\Delta T}{L}$$

$H = \frac{Q}{t}$  = jumlah kalor yang berpindah tiap satuan waktu (J/s)

Q = kalor (joule)

k = koefisien konduktivitas thermal (W/m.K)

A = luas penampang (m<sup>2</sup>)

$\Delta T$  = perbedaan suhu (K)

L = panjang konduktor/penghantar (m)

## B. KONVEKSI ( Aliran)

**Konveksi** adalah perpindahan kalor yang disertai dengan perpindahan partikel-partikel zat perantaranya. Konveksi merupakan perpindahan kalor yang terjadi pada fluida (zat cair atau gas ). Contoh : perpindahan kalor pada air yang dipanaskan.

Laju perpindahan kalor atau **besar kalor yang mengalir tiap satuan waktu secara konveksi** dinyatakan dengan persamaan :

$$H = \frac{Q}{t} = hA\Delta T$$

$H = \frac{Q}{t}$  = jumlah kalor yang berpindah tiap satuan waktu (J/s)

$h$  = koefisien konveksi (W/m<sup>2</sup>.K)

$A$  = luas permukaan (m<sup>2</sup>)

$\Delta T$  = perbedaan suhu (K)

## C. RADIASI ( Pancaran)

**Radiasi** adalah perpindahan kalor dengan cara benda memancarkan panas dalam bentuk gelombang elektromagnetik. Perpindahan kalor secara radiasi **tanpa memerlukan medium / zat perantara**. Laju perpindahan kalor atau **besar kalor yang mengalir tiap satuan waktu secara radiasi** dinyatakan dengan persamaan :

$$H = \frac{Q}{t} = e\sigma AT^4$$

H = laju perpindahan kalor (J/s)

Q = kalor (joule)

t = waktu (s)

$\sigma$  = konstanta Stefan-Boltzman ( W/m<sup>2</sup>.K<sup>4</sup>)

A = luas permukaan (m<sup>2</sup>)

T = suhu (K)

e = emisivitas benda ( $0 \leq e \leq 1$ )

e = 1 (benda hitam sempurna)

Emisivitas (e) adalah kemampuan benda hitam dalam hal memancarkan atau menyerap energi radiasi.



Sebatang baja luas permukaannya  $150 \text{ cm}^2$  dan tebalnya  $10 \text{ cm}$ . Beda suhu antara kedua permukaan baja  $2^\circ\text{C}$ . Jika koefisien konduktivitas termal baja  $50 \text{ W/m K}$ , maka banyak kalor yang dapat dihantarkan oleh baja tiap detik adalah ...

Diketahui :

$A$	$=$	$150 \text{ cm}^2$	$\Delta T$	$=$	$2^\circ\text{C}$
	$=$	$15 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$		$=$	$2 \text{ K}$
$L$	$=$	$10 \text{ cm}$	$k$	$=$	$50 \text{ W/m K}$
	$=$	$10^{-1} \text{ m}$	$t$	$=$	$1 \text{ sekon}$

Ditanya :  $Q = \dots ?$

Jawab :

$$Q = \frac{k A \Delta T t}{L}$$
$$= \frac{50 \cdot 15 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot 1}{10^{-1}}$$
$$= 15 \text{ Joule}$$

Jadi banyak kalor yang dapat dihantarkan oleh baja tiap detik adalah 15 Joule

Dua batang logam P dan Q mempunyai luas penampang sama disambung menjadi satu pada salah satu ujungnya seperti gambar. Jika panjang logam Q dua kali panjang logam P dan konduktivitas termal logam P dua kali konduktivitas termal logam Q, maka suhu pada sambungan kedua logam saat terjadi kesetimbangan termal adalah ...



Jawab : 
$$\left(\frac{kA\Delta T}{L}\right)_P = \left(\frac{kA\Delta T}{L}\right)_Q$$

Diketahui :  $T_P = 25^\circ\text{C}$

$T_Q = 150^\circ\text{C}$

$A_P = A_Q$

$L_Q = 2L_P$

$k_P = 2k_Q$

Ditanya :  $T_c = \dots ?$

$$\frac{k_P (T_c - 25)}{L_P} = \frac{k_Q (150 - T_c)}{L_Q}$$

$$\frac{2k_Q (T_c - 25)}{L_P} = \frac{k_Q (150 - T_c)}{2L_P}$$

$$4(T_c - 25) = 150 - T_c$$

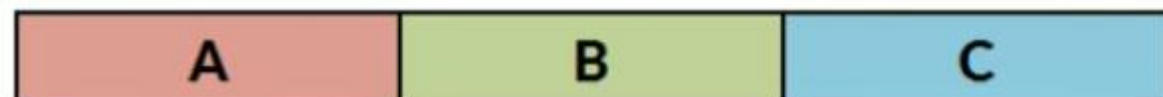
$$4T_c - 100 = 150 - T_c$$

$$5T_c = 250$$

$$T_c = 50^\circ\text{C}$$

Jadi suhu kedua logam saat terjadi kesetimbangan termal adalah  $50^\circ\text{C}$

Tiga batang konduktor A, B dan C dari jenis berbeda memiliki panjang dan luas penampang yang sama disambungkan seperti pada gambar berikut :



$$T_1 = 30^\circ\text{C} \quad T_2 \quad T_3 \quad T_4 = 100^\circ\text{C}$$

Jika suhu  $T_1 = 30^\circ\text{C}$  dan  $T_4 = 100^\circ\text{C}$  serta koefisien konduksi  $k_A = 2 k_B = 4k_C$ , maka suhu  $T_2$  dan  $T_3$  adalah ...

Jawab :  $T_1 < T_2 < T_3 < T_4 \rightarrow 30 < T_2 < T_3 < 100$

Sambungan logam A dan B

$$k_A = 2 k_B$$

$$\left(\frac{kA\Delta T}{L}\right)_A = \left(\frac{kA\Delta T}{L}\right)_B$$

$$2k_B(T_2 - 30) = k_B(T_3 - T_2)$$

$$2T_2 - 60 = T_3 - T_2$$

$$3T_2 - T_3 = 60 \quad \dots (1)$$

Sambungan logam B dan C

$$2k_B = 4k_C \rightarrow k_B = 2k_C$$

$$\left(\frac{kA\Delta T}{L}\right)_B = \left(\frac{kA\Delta T}{L}\right)_C$$

$$2k_C(T_3 - T_2) = k_C(100 - T_3)$$

$$2T_3 - 2T_2 = 100 - T_3$$

$$-2T_2 + 3T_3 = 100 \quad \dots (2)$$

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Jawab} & : & (1) \times 3 \quad 9T_2 - 3T_3 = 180 \\
 & & (2) \times 1 \quad -2T_2 + 3T_3 = 100 \\
 & & \hline
 & & 7T_2 = 280 \\
 & & T_2 = 40^\circ\text{C}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl}
 (1) & 3 \cdot 40 - T_3 & = 60 \\
 & 120 - T_3 & = 60 \\
 & T_3 & = 60^\circ\text{C}
 \end{array}$$

Jadi besar suhu  $T_2$  dan  $T_3$  adalah  $40^\circ\text{C}$  dan  $60^\circ\text{C}$

Suhu kulit seseorang tanpa pakaian  $33^{\circ}\text{C}$ . Jika luas permukaan tubuhnya  $5\text{ m}^2$  dan orang tersebut berada dalam ruangan yang bersuhu  $23^{\circ}\text{C}$ , banyak kalor yang dipindahkan selama 1 menit adalah ... ( $h = 7,1\text{ J/s m}^2\text{ K}$ )

Diketahui :

$A$	$=$	$5\text{ m}^2$	$t$	$=$	$1\text{ menit}$
$\Delta T$	$=$	$33 - 23$		$=$	$60\text{ sekon}$
	$=$	$10^{\circ}\text{C}$	$h$	$=$	$7,1\text{ J/s m}^2\text{ K}$

Ditanya :  $Q = \dots ?$

Jawab :

$$Q = h A \Delta T t$$
$$= 7,1 \cdot 5 \cdot 10 \cdot 60$$
$$= 21\,300\text{ Joule}$$

Jadi banyak kalor yang dipindahkan selama 1 menit adalah 21 300 Joule

Sebatang perunggu pada suhu  $27^{\circ}\text{C}$  meradiasikan kalor dengan laju  $162\text{ W}$ .  
Jika suhunya dinaikkan menjadi  $127^{\circ}\text{C}$ , maka laju radiasi kalor batang perunggu menjadi ...

Diketahui :

$$\begin{aligned} T_1 &= 27^{\circ}\text{C} & T_2 &= 127^{\circ}\text{C} \\ &= (27 + 273)\text{ K} & &= (127 + 273)\text{ K} \\ &= 300\text{ K} & &= 400\text{ K} \end{aligned}$$

$$H_1 = 162\text{ W}$$

Ditanya :  $H_2 = \dots ?$

Jawab :

$$H = e \sigma A T^4$$
$$\frac{H_1}{H_2} = \frac{e \sigma A T_1^4}{e \sigma A T_2^4}$$
$$\frac{162}{H_2} = \frac{300^4}{400^4}$$
$$\frac{162}{H_2} = \left(\frac{300}{400}\right)^4$$
$$\frac{162 \cdot 2}{H_2} = \frac{81}{256}$$
$$H_2 = 512\text{ W}$$

$$\frac{a^n}{b^n} = \left(\frac{a}{b}\right)^n$$

Jadi laju radiasi kalor batang perunggu menjadi  $512\text{ W}$





