



Fisika (bahasa Yunani: *physis*, "alamiah" atau *lysis*, "alam") adalah ilmu tentang alam dalam makna yang luas.

SUHU DAN KALOR

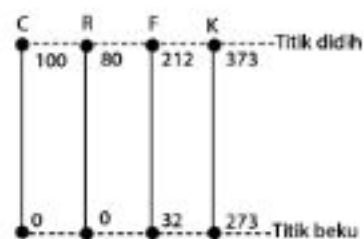
10

A. SUHU DAN PENGUKURANNYA

Sebuah ketel yang berisi air dingin dan diletakkan di atas kompor, maka suhu air tersebut naik. **Suhu** adalah besaran yang menunjukkan ukuran derajat panas atau dinginnya suatu benda. Satuan suhu dalam SI adalah kelvin (K). Alat yang digunakan untuk mengukur suhu adalah termometer. Prinsip kerja dari termometer adalah dengan memanfaatkan perubahan fisik pada benda akibat terjadinya perubahan suhu.

a. Termometer

Skala yang digunakan dalam pengukuran suhu, antara lain Celsius ($^{\circ}\text{C}$), Reamur ($^{\circ}\text{R}$), Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$), dan Kelvin (K). Dari gambar di samping, diperoleh hubungan antarsatuan termometer, yaitu:



$$^{\circ}\text{C} = \frac{5}{4}^{\circ}\text{R} = \frac{5}{9}(^{\circ}\text{F} - 32) = \text{K} - 273$$

dengan,

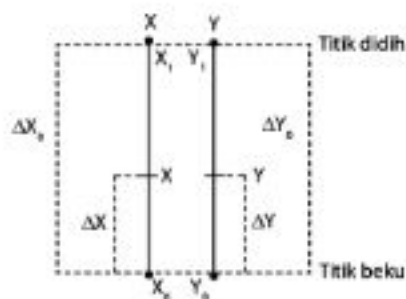
C = Celsius

R = Reamur

F = Fahrenheit

K = Kelvin

b. Hubungan Skala Subu antara Dua Duab Termometer



Perhatikan gambar di samping!

Pada termometer X dan Y berlaku perbandingan sebagai berikut.

$$\frac{\Delta X}{\Delta X_0} = \frac{\Delta Y}{\Delta Y_0}$$

X_1 = titik didih

X_0 = titik beku

B. KALOR PENGUBAH SUATU ZAT

Kalor (Q) adalah energi panas yang merambat dari benda yang bersuhu tinggi ke benda yang bersuhu rendah. Satuan kalor dalam SI adalah joule (J).

Besarnya kalor yang diserap/dilepaskan oleh suatu benda bergantung pada massa, kalor jenis, dan perubahan suhu benda tersebut.

$$Q = m c \Delta T = m c (T - T_0) = C \Delta T$$

dengan,

Q = kalor (J atau kalori)

m = massa benda (kg)

- c = kalor jenis benda (J/kg K atau kal/g °C)
 $\Delta T = T - T_0$ = perubahan suhu benda (°C atau K)
 T = suhu akhir sistem
 T_0 = suhu awal sistem
 C = kapasitas kalor benda (J/K atau kal/°C)

a. Kalor Laten

Banyaknya kalor yang diperlukan untuk mengubah wujud 1 gram zat disebut kalor laten (L).

$$Q = m L$$

dengan,

- Q = kalor (J atau kal)
 m = massa benda (kg atau g)
 L = kalor laten (J/kg atau kal/g)

Kalor laten ada dua macam, yaitu:

- kalor lebur : untuk mengubah dari padat ke cair, dan
- kalor uap : untuk mengubah dari cair ke uap.

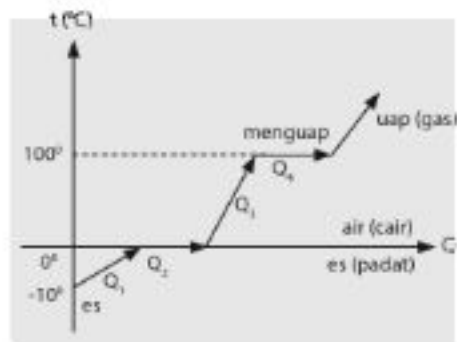
b. Perubahan Subu dan Wujud Benda

Berikut adalah grafik perubahan wujud zat akibat perubahan suhu. Keterangan gambar:

Q_1 = kaloryangdiperlukan untuk menaikkan suhu es dari -10°C menjadi 0°C

Q_2 = kaloryangdiperlukan untuk merubah wujud dari padat menjadi cair

Q_3 = kaloryangdiperlukan untuk menaikkan suhu air dari 0°C menjadi 100°C



Q_4 = kalor yang diperlukan untuk merubah wujud dari cair menjadi uap.

Banyaknya kalor total yang diperlukan selama proses tersebut adalah:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4$$

C. ASAS BLACK DAN KEKALKAN ENERGI

Asas Black menyatakan: “Jika dua benda memiliki suhu yang berbeda bercampur akan terjadi proses kesetimbangan termal (suhu kedua benda sama)”, secara matematis dituliskan:

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

D. PERPINDAHAN KALOR

Kalor dapat menjalar dari suatu zat ke zat lainnya dengan cara konduksi, konveksi, dan radiasi.

a. Konduksi

Konduksi adalah proses perpindahan kalor tanpa disertai perpindahan partikel. Laju hantaran kalor dapat dirumuskan dengan persamaan berikut.

$$P_{\text{kon}} = \frac{Q}{t} = kA \frac{\Delta T}{L}$$

dengan,

P_{kon} = laju kalor konduksi (J/s)

k = konduktivitas termal zat ($\text{Js}^{-1}\text{m}^{-1}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)

A = luas penampang zat penghantar (m^2)

ΔT = perubahan suhu (K)

L = panjang penghantar (m)

Jika terdapat 2 jenis batang logam berbeda jenis yang disambungkan, maka persamaan laju hantaran kalor sebagai berikut.

$$P_{kon} = P_2 \Leftrightarrow k_1 A_1 \frac{\Delta T_1}{l_1} = k_2 A_2 \frac{\Delta T_2}{l_2}$$

b. Konveksi

Konveksi adalah perpindahan kalor yang disertai oleh perpindahan partikel zat atau perpindahan kalor yang dilakukan oleh pergerakan fluida akibat perbedaan massa jenis.

Laju hantaran kalor (H), secara matematis dinyatakan.

$$H = \frac{Q}{t} = h \cdot A \cdot \Delta T$$

dengan,

H = laju kalor konveksi (J/s)

k = koefisien konveksi termal zat ($J \cdot m^{-2} \cdot s^{-1} \cdot K^{-1}$)

A = luas penampang aliran (m^2)

ΔT = perubahan suhu (K)

c. Radiasi

Radiasi atau *pancaran* adalah perpindahan energi kalor dalam bentuk gelombang elektromagnetik. Berdasarkan hukum Stefan-Boltzmann, laju energi kalor radiasi dirumuskan sebagai berikut.

$$P = \frac{Q}{t} = \sigma \cdot A \cdot T^4 \rightarrow \text{untuk benda hitam sempurna}$$

$$P = \frac{Q}{t} = e \cdot \sigma \cdot A \cdot T^4 \rightarrow \text{untuk setiap benda}$$

dengan,

P = laju energi kalor radiasi (watt)

σ = tetapan Stefan-Boltzmann = $5,67 \times 10^{-8} W/m^2 K^4$

e = emisivitas $\rightarrow 0 \leq e \leq 1$

A = luas permukaan (m^2)

T = suhu benda (K)

E. PEMUAIAN

Pemuaian adalah bertambah besarnya ukuran suatu benda karena kenaikan suhu yang terjadi pada benda tersebut.

a. Pemuaian Zat Padat

Pemuaian zat padat terdiri atas pemuaian panjang, pemuaian luas, dan pemuaian volume/ruang yang dirumuskan sebagai berikut.

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

dengan,

L_0 = panjang benda mula-mula (m)

L = panjang benda setelah pemuaian (m)

ΔL = pertambahan panjang benda akibat pemuaian (m)

α = koefisien muai panjang ($^{\circ}C$ atau $/K$)

ΔT = perubahan (kenaikan) suhu ($^{\circ}C$ atau K)

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

dengan,

A_0 = luas benda mula-mula (m^2)

A = luas benda setelah pemuaian (m^2)

ΔA = pertambahan luas benda akibat pemuaian (m^2)

β = 2α = koefisien muai luas ($^{\circ}C$ atau $/K$)

ΔT = perubahan (kenaikan) suhu ($^{\circ}C$ atau K)

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

dengan,

V_0 = volume benda mula-mula (m^3)

- V = volume benda setelah pemuaian (m^3)
 ΔV = pertambahan volume benda akibat pemuaian (m^3)
 γ = 3α = koefisien muai volume ($^{\circ}C$ atau $/K$)
 ΔT = perubahan (kenaikan) suhu ($^{\circ}C$ atau K)

b. Pemuaian Zat Cair

Pada zat cair hanya terjadi pemuaian volume/ruang saja, yang dirumuskan sebagai berikut.

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

Pada zat cair, saat suhunya naik, volumenya bertambah sedangkan massanya tetap. Akibatnya, massa jenis zat berkurang. Massa jenis zat cair setelah pemuaian dinyatakan:

$$\rho = \frac{\rho_0}{(1 + \gamma \Delta T)}$$

dengan ρ = massa jenis zat mula-mula (kg/m^3 atau g/cm^3).

c. Pemuaian Gas

Besar koefisien muai volume untuk semua jenis dinyatakan dengan rumus:

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

Pemuaian gas pada suhu tetap/isotermis (Hukum Boyle)

$$p_1 V_1 = p_2 V_2 \text{ atau } pV = \text{konstan}$$

dengan,

- p = tekanan gas (N/m^2 atau Pa atau atm)
 V = volume gas (m^3 atau cm^3)

Pemuaian gas pada tekanan tetap/isobarik (Hukum Charles/Gay Lussac)

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \text{ atau } \frac{V}{T} = \text{konstan}$$

dengan,

T = suhu mutlak gas (K).

Pemuaian gas pada volume tetap/isokhorik, dirumuskan sebagai berikut.

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \text{ atau } \frac{P}{T} = \text{konstan}$$

CONTOH SOAL DAN PEMBAHASAN

1. Termometer Fahrenheit yang diletakkan pada sebuah mesin menunjukkan suhu 101°F . Suhu tersebut setara dengan ...

- | | |
|---------------------------|---------------------------|
| A. $18,3^{\circ}\text{C}$ | D. $48,3^{\circ}\text{C}$ |
| B. $28,3^{\circ}\text{C}$ | E. $58,3^{\circ}\text{C}$ |
| C. $38,3^{\circ}\text{C}$ | |

Jawaban: C

• suhu termometer = 101°F

$$^{\circ}\text{C} = \frac{5}{9} (^{\circ}\text{F} - 32)$$

$$= \frac{5}{9} (101 - 32)$$

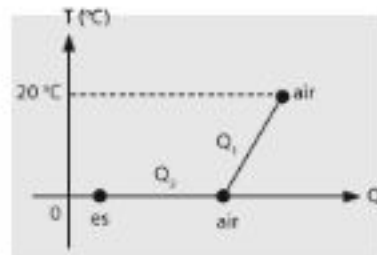
$$= \frac{5}{9} \times 69$$

$$= 38,3$$

Jadi, suhu 101°F setara dengan suhu $38,3^{\circ}\text{C}$.

2. Termometer X yang telah ditera menunjukkan angka -30 pada titik beku dan 90 pada titik didih air. Suhu 60°X sama dengan ...
- A. 20°C D. 75°C
B. 45°C E. 80°C
C. 50°C

sketsa kasus :



Banyak kalor yang dilepaskan oleh air pada proses tersebut adalah:

$$\begin{aligned}
 Q &= Q_1 + Q_2 \\
 &= m c \Delta T + m L \\
 &= (100 \text{ g}) (1 \text{ kal/g}^\circ\text{C})(20^\circ\text{C} - 0^\circ\text{C}) + (100 \text{ g})(80 \text{ kal/g}) \\
 &= 2000 \text{ kal} + 8000 \text{ kal} \\
 &= 10.000 \text{ kal} \\
 &= 10 \text{ kkal.}
 \end{aligned}$$

4. Ke dalam kalorimeter yang berisi 200 gram air bersuhu 20°C dimasukkan 220 gram air bersuhu 60°C , ternyata suhu campurannya 40°C . Kapasitas kalor alat kalorimeter sama dengan ...
- | | |
|--------------------------------------|------------------------------------|
| A. $1,01 \text{ kal/}^\circ\text{C}$ | D. $40 \text{ kal/}^\circ\text{C}$ |
| B. $20 \text{ kal/}^\circ\text{C}$ | E. $62 \text{ kal/}^\circ\text{C}$ |
| C. $22 \text{ kal/}^\circ\text{C}$ | |

Jawaban: B

- Sistem bersuhu tinggi (sistem yang melepas kalor):
 - massa air panas, $m_1 = 220 \text{ g}$
 - suhu mula-mula, $T_{o1} = 60^\circ\text{C}$
- Sistem bersuhu rendah (sistem yang menyerap kalor)
 - massa air dingin, $m_2 = 200 \text{ g}$
 - suhu mula-mula air dingin = suhu mula-mula kalorimeter, $T_{o2} = 20^\circ\text{C}$
 - massa kalorimeter = m_k
- suhu kesetimbangan, $T_s = 40^\circ\text{C}$
- kalor jenis air, $c = 1 \text{ kal/g}^\circ\text{C}$

Sistem/benda bersuhu rendah terdiri atas bejana kalorimeter dan air dingin dan sistem/benda bersuhu tinggi air panas, maka saat dicampur berlaku asas Black, yaitu:

$$\Delta Q_{\text{lepas}} = \Delta Q_{\text{terap}}$$

$$m_1 c \Delta T_1 = m_k c_k \Delta T_k + m_2 c \Delta T_2$$

$$m_1 c (T_{o1} - T_2) = m_k c_k (T_s - T_{o2}) + m_2 c (T_s - T_{o2})$$

$$(220 \text{ g})(1 \text{ kal/g}^\circ\text{C})(60^\circ\text{C} - 40^\circ\text{C}) = m_k c_k (40^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C}) + (200 \text{ g})(1 \text{ kal/g}^\circ\text{C})(40^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C})$$

$$(220 \text{ g})(1 \text{ kal/g}^\circ\text{C})(20^\circ\text{C}) = m_k c_k (20^\circ\text{C}) + (200 \text{ g})(1 \text{ kal/g}^\circ\text{C})(20^\circ\text{C})$$

$$4400 \text{ kal} = m_k c_k (20^\circ\text{C}) + 4000 \text{ kal}$$

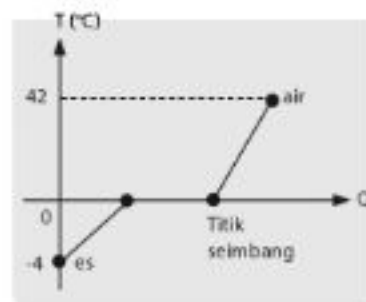
$$m_k c_k (20^\circ\text{C}) = 400 \text{ kal}$$

$$m_k c_k = 20 \text{ kal/}^\circ\text{C}$$

$$C_k = 20 \text{ kal/}^\circ\text{C}$$

Jadi, kapasitas kalor alat kalorimeter adalah 20 kal/°C.

5.



Dalam sebuah bejana yang massanya diabaikan terdapat a gram air 42°C dicampur dengan b gram es - 4°C. Setelah diaduk ternyata 50% es melebur. Jika titik lebur es = 0°C, kalor jenis es = 0,5 kal/g°C, kalor lebur es = 80 kal/g, maka perbandingan a dan b adalah ...

A. 1 : 4

D. 2 : 1

B. 1 : 2

E. 3 : 2

C. 1 : 1

Jawaban: C

- massa es, $m_e = b$
- massa air, $m_a = a$
- kalor jenis air, $c_a = 1 \text{ kal/g}^\circ\text{C}$
- kalor jenis es, $c_e = 0,5 \text{ kal/g}^\circ\text{C}$

- kalor lebur es, $L_e = 80 \text{ kal/g}$
- suhu awal es, $T_0 = -4^\circ\text{C}$
- suhu awal air, $T_1 = 42^\circ\text{C}$

Berdasarkan azas Black, maka saat kesetimbangan berlaku:

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

$$m_a c_a \Delta T_a = m_e c_e \Delta T_e + m_e L_e$$

$$(a \text{ g}) (1 \text{ kal/g}^\circ\text{C}) (42^\circ\text{C} - 0^\circ\text{C}) = (b \text{ g}) (0,5 \text{ kal/g}^\circ\text{C}) (0^\circ\text{C} - [-4^\circ\text{C}]) + (0,5 \text{ b g}) (80 \text{ kal/g})$$

$$42a \text{ kal} = 2b \text{ kal} + 40b \text{ kal}$$

$$42a = 42b$$

$$a : b = 42 : 42$$

$$= 1 : 1.$$

Jadi, perbandingan $a : b = 1 : 1$.

6. Sebuah ketel listrik berdaya 3 kW dan berisi 2 liter air 20°C dialiri arus selama 15 menit. Jika kalor jenis air $4,2 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$, kalor penguapan $2,3 \times 10^3 \text{ kJ/kg}$ dan dinding ketel tidak menyerap kalor, maka sisa air di dalam ketel adalah ...
- | | |
|--------------|--------------|
| A. 0,8 liter | D. 1,8 liter |
| B. 1,1 liter | E. 2,0 liter |
| C. 1,5 liter | |

Jawaban: B

- daya ketel listrik, $P = 3 \text{ kW} = 3 \times 10^3 \text{ W}$
- lama waktu ketel listrik bekerja, $t = 15 \text{ menit} = 900 \text{ s}$
- kalor jenis air, $c = 4,2 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$
- kalor penguapan, $L_u = 2,3 \times 10^3 \text{ kJ/kg}$
- volume air mula-mula, $V_1 = 2 \text{ liter} = 2 \text{ dm}^3 = 2 \times 10^{-3} \text{ m}^3$.
- suhu air mula-mula, $T_1 = 20^\circ\text{C}$
- suhu air mendidih, $T_2 = 100^\circ\text{C}$

Ingat:

massa jenis air, $\rho = 1 \text{ g/cm}^3 = 10^3 \text{ kg/m}^3$, maka:

$$\begin{aligned} m_1 &= \rho V_1 \\ &= (10^3 \text{ kg/m}^3) (2 \times 10^{-3} \text{ m}^3) \\ &= 2 \text{ kg.} \end{aligned}$$

Air dalam ketel menyerap energi/kalor dari ketel listrik, sehingga berlaku:

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

$$m_1 c \Delta T + m_u L_u = P t$$

$$(2 \text{ kg}) (4,2 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}) (100^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C}) + m_u (2300 \text{ kJ/kg}) = (3 \times 10^3 \text{ W}) (900 \text{ s})$$

$$672 \text{ kJ} + m_u (2300 \text{ kJ/kg}) = 2.700 \times 10^3 \text{ J}$$

$$672 \text{ kJ} + m_u (2300 \text{ kJ/kg}) = 2.700 \text{ kJ}$$

$$m_u (2300 \text{ kJ/kg}) = 2.700 \text{ kJ} - 672 \text{ kJ}$$

$$m_u = 0,9 \text{ kg}$$

Massa air yang telah menguap sekitar 0,9 kg, maka sisa air adalah:

$$m_s = m_1 - m_u = 2 \text{ kg} - 0,9 \text{ kg} = 1,1 \text{ kg}$$

Jika massa jenis air, $\rho = 1 \text{ g/cm}^3 = 10^3 \text{ kg/m}^3$, maka volume air yang tersisa dalam ketel adalah:

$$\begin{aligned} V_s &= \frac{m_s}{\rho} \\ &= \frac{(1,1 \text{ kg})}{(1000 \text{ kg/m}^3)} \times (1000 \ell / \text{m}^3) \\ &= 1,1 \ell \text{ liter.} \end{aligned}$$

7. Dua batang X dan Y mempunyai luas penampang sama. Kedua batang diletakkan seperti pada gambar berikut.



Ujung bebas batang X suhunya dipertahankan 100°C dan ujung

bebas Y suhunya dijaga 0°C . Jika pada saat kesetimbangan termal dicapai suhu di sambungan X dan Y adalah 25°C maka perbandingan konduktivitas termal logam X dan Y adalah ...

- | | |
|----------|------------|
| A. 1 : 6 | D. 6 : 1 |
| B. 3 : 2 | E. 25 : 24 |
| C. 2 : 3 | |

Jawaban: C

- luas penampang kedua batang sama, $A_x = A_y$
- suhu ujung bebas batang X, $T_x = 100^{\circ}\text{C}$
- suhu ujung bebas batang Y, $T_y = 0^{\circ}\text{C}$
- suhu kesetimbangan pada sambungan, $T_s = 25^{\circ}\text{C}$
- panjang logam X, $L_x = 60\text{ cm} = 0,6\text{ m} \rightarrow L_x = 2 L_y$
- panjang logam Y, $L_y = 30\text{ cm} = 0,3\text{ m}$

Laju hantaran kalor sambungan logam tersebut adalah:

$$P_x = P_y$$

$$k_x A_x \frac{\Delta T_x}{L_x} = k_y A_y \frac{\Delta T_y}{L_y}$$

$$k_x A_y \frac{\Delta T_x}{2L_y} = k_y A_y \frac{\Delta T_y}{L_y}$$

$$k_x \Delta T_x = 2k_y \Delta T_y$$

$$\begin{aligned} k_x : k_y &= 2\Delta T_y : \Delta T_x \\ &= 2(T_s - T_y) : (T_x - T_s) \\ &= 2(25 - 0) : (100 - 25) \\ &= 50 : 75 \\ &= 2 : 3. \end{aligned}$$

8. Perbandingan laju kalor yang dipancarkan oleh sebuah benda hitam bersuhu 4000K dan 2000K adalah ...

- | | |
|----------|-----------|
| A. 1 : 1 | D. 8 : 1 |
| B. 2 : 1 | E. 16 : 1 |
| C. 4 : 1 | |

Jawaban: E

- suhu mutlak pertama benda hitam, $T_1 = 4000\text{K}$
- suhu mutlak kedua benda hitam, $T_2 = 2000\text{K}$

Karena benda sama ($e_1 = e_2$ dan $A_1 = A_2$), maka perbandingan laju kalornya adalah:

$$\begin{aligned} P_1 : P_2 &= \left(\frac{T_1}{T_2} \right)^4 \\ &= \left(\frac{4000\text{K}}{2000\text{K}} \right)^4 \\ &= \frac{16}{1} \\ &= 16 : 1. \end{aligned}$$

9. Diketahui batang besi homogen yang salah satu ujungnya dipanaskan memiliki luas penampang 17 cm^2 . Konduktivitas termal besi $4 \times 10^5 \text{ J/msK}$. Jika panjang batang 1 meter dan perbedaan suhu kedua ujung 30°K , maka besarnya kalor yang merambat dalam 2 sekon adalah ...

- | | |
|---------------------------------|---------------------------------|
| A. $1,13 \times 10 \text{ J}$ | D. $4,08 \times 10^4 \text{ J}$ |
| B. $2,27 \times 10 \text{ J}$ | E. $8,02 \times 10^4 \text{ J}$ |
| C. $6,80 \times 10^2 \text{ J}$ | |

Jawaban: D.

- luas penampang batang besi homogen, $A = 17 \text{ cm}^2 = 17 \times 10^{-4} \text{ m}^2$.
- konduktivitas termal besi, $k = 4 \times 10^5 \text{ J/msK}$
- panjang batang besi homogen, $L = 1 \text{ m}$
- perbedaan suhu kedua ujung, $\Delta T = 30^\circ\text{K}$
- lama perambatan kalor, $t = 2 \text{ s}$.

Besarnya kalor yang merambat pada batang tersebut adalah:

$$\begin{aligned}
 Q &= \frac{k A \Delta T}{L} t \\
 &= \frac{(4 \times 10^5 \text{ J/msK})(17 \times 10^{-4} \text{ m}^2)(30 \text{ K})}{(1 \text{ m})} (2 \text{ s}) \\
 &= 40.800 \text{ J} \\
 &= 4,08 \times 10^4 \text{ J}
 \end{aligned}$$

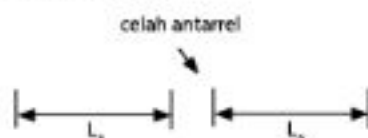
10. Panjang batang rel kereta api masing-masing 10 meter, dipasang pada suhu 20°C . Diharapkan pada suhu 30° rel tersebut saling bersentuhan. Koefisien muai panjang batang rel kereta api $12 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$. Jarak antara kedua batang yang diperlukan pada suhu 20°C adalah ...

- | | |
|-----------|-----------|
| A. 3,6 mm | D. 0,8 mm |
| B. 2,4 mm | E. 0,6 mm |
| C. 1,2 mm | |

Jawaban: B

- panjang batang rel mula-mula, $L_0 = 10 \text{ m}$
- suhu mula-mula batang rel, $T_1 = 20^\circ\text{C}$
- suhu akhir batang rel, $T_2 = 30^\circ\text{C}$
- koefisien muai panjang batang, $\alpha = 12 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$

Sketsa kasus :



Pertambahan panjang masing-masing batang rel adalah:

$$\begin{aligned}
 \Delta L &= \alpha L_0 \Delta T \\
 &= (12 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}) (10 \text{ m}) (30^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C}) \\
 &= (12 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}) (10 \text{ m}) (10^\circ\text{C}) \\
 &= 12 \times 10^{-4} \text{ m} \\
 &= 12 \times 10^{-1} \text{ mm} \\
 &= 1,2 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Karena masing-masing batang pertambahan panjangnya sama,
maka jarak antara kedua batang yang diperlukan pada suhu 20°C
adalah:

$$\begin{aligned} &= 2 \times \Delta L \\ &= 2 \times 1,2 \text{ mm} \\ &= 2,4 \text{ mm.} \end{aligned}$$

LATIHAN SOAL 10

- Sebuah termometer X saat digunakan untuk mengukur suhu air mendidih menunjukkan suhu pada skala termometer itu sebesar $140^{\circ}X$. Ketika termometer tersebut digunakan untuk mengukur suhu es mencair menunjukkan skala $20^{\circ}X$. Berapa besar konversi skala termometer X dengan termometer terhadap termometer Celcius adalah
 - $C = \frac{5}{9}(X - 20)$
 - $C = \frac{5}{9}(X + 20)$
 - $C = \frac{8}{5}(X - 20)$
 - $C = \frac{8}{5}(X + 20)$
 - $C = \frac{5}{6}X$
- Dua buah termometer A dan B , perbandingan besar skalanya adalah $A : (B + 16) = 2 : 3$. Termometer A digunakan untuk mengukur suhu air mendidih, ternyata menunjukkan hasil pengukuran $98^{\circ}A$. Jika diukur dengan termometer B menunjukkan skala ...
 - $100^{\circ}B$
 - $121^{\circ}B$
 - $131^{\circ}B$
 - $141^{\circ}B$
 - $151^{\circ}B$
- Sebuah termometer X setelah ditera dengan termometer Celsius didapat $40^{\circ}C = 80^{\circ}X$ dan $20^{\circ}C = 50^{\circ}X$. Jika suhu sebuah benda $80^{\circ}C$, maka termometer X menunjukkan skala ...
 - $100^{\circ}X$
 - $110^{\circ}X$
 - $120^{\circ}X$
 - $130^{\circ}X$
 - $140^{\circ}X$

4. Es bermassa M gram bersuhu 0°C , dimasukkan ke bejana khusus yang berisi air bermassa 340 gram suhu 20°C yang ditempatkan. Anggap bejana tidak menyerap/melepaskan kalor. Jika $L_{es} = 80 \text{ kal/g}$, $c_{air} = 1 \text{ kal/g}^{\circ}\text{C}$, semua es mencair dan kesetimbangan termal dicapai pada suhu 5°C , maka massa es (M) adalah ...
 - A. 60 gram
 - B. 68 gram
 - C. 75 gram
 - D. 80 gram
 - E. 170 gram

5. Air bermassa 100 g bersuhu 20°C berada dalam wadah. Wadah tersebut terbuat dari bahan yang memiliki kalor jenis $0,20 \text{ kal/g}^{\circ}\text{C}$ dan bermassa 200 g. Kemudian ke dalam wadah tersebut dituangkan air panas bersuhu 90°C sebanyak 800 g. Jika kalor jenis air adalah $1 \text{ kal/g}^{\circ}\text{C}$, maka suhu campuran sebesar ...
 - A. $70,57^{\circ}\text{C}$
 - B. $73,57^{\circ}\text{C}$
 - C. $75,57^{\circ}\text{C}$
 - D. $77,57^{\circ}\text{C}$
 - E. $79,57^{\circ}\text{C}$

6. Jika energi yang diradiasikan per sekon oleh benda hitam pada suhu T_1 besarnya 16 kali energi yang diradiasikan pers sekon pada suhu T_0 , maka T_1 adalah ...
 - A. $2T_0$
 - B. $2,5T_0$
 - C. $3T_0$
 - D. $4T_0$
 - E. $5T_0$

7. Karena suhu dinaikkan dari 0°C menjadi 100°C , suatu batang baja yang panjangnya 1 m mengalami pertambahan panjang sebesar 1 mm. Jika batang baja dengan jenis yang sama panjangnya 60 cm dipanaskan pada suhu yang sama, maka pertambahan panjang batang tersebut adalah
 - A. 0,6 mm
 - B. 0,72 mm
 - C. 1 mm
 - D. 1,2 mm
 - E. 2 mm

8. Panjang sebuah batang logam homogen adalah 100 cm pada suhu 25°C . Jika koefisien muai panjang batang adalah $1,33 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$,

A. 100,1 cm
B. 101 cm
C. 110 cm
D. 110,1 cm
E. 111 cm

-
- The diagram illustrates the transformation of a material. On the left, a white parallelogram represents the initial state with dimensions 15 cm (horizontal) and 10 cm (vertical), and is labeled A_s . A large arrow points to the right, where a gray parallelogram represents the final state at 80°C , labeled A . The gray parallelogram is wider and shorter than the white one, indicating thermal expansion.

Pertambahan luas pelat tersebut adalah ...

- A. $4,12 \times 10^{-1} \text{ cm}^2$
- B. $4,32 \times 10^{-1} \text{ cm}^2$
- C. $4,40 \times 10^{-1} \text{ cm}^2$
- D. $4,62 \times 10^{-1} \text{ cm}^2$
- E. $4,82 \times 10^{-1} \text{ cm}^2$

13. Sebuah bola berongga terbuat dari perunggu (koefisien muai linier $\alpha = 1,8 \times 10^{-6} \text{ m}^\circ\text{C}$) pada suhu 0°C jari-jarinya = 1 m. Jika bola tersebut dipanaskan sampai 80°C , maka pertambahan luas permukaan bola adalah sebesar ...

- A. $0,83 \times 10^{-2} \pi \text{ m}^2$
- B. $1,02 \times 10^{-2} \pi \text{ m}^2$
- C. $1,11 \times 10^{-2} \pi \text{ m}^2$
- D. $1,15 \times 10^{-2} \pi \text{ m}^2$
- E. $1,21 \times 10^{-2} \pi \text{ m}^2$

14. Sepotong tembaga dijatuhkan dari ketinggian 490 meter di atas lantai. Kalor yang terjadi pada proses tumbukan dengan lantai 60% nya diserap oleh tembaga untuk kenaikan suhu. Jika kalor jenis tembaga $420 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$, percepatan gravitasi bumi 10 m/s^2 , maka kenaikan suhu tembaga adalah ...

- A. 4°C
- B. 7°C
- C. 9°C
- D. 12°C
- E. 16°C

15. Seseorang bermaksud mendidihkan 1,2 kg air dari 28°C dalam suatu panci berkapasitas kalor $50 \text{ kalori}^\circ\text{C}$ dengan menggunakan kompor listrik 500 watt, 220 volt. Waktu yang diperlukan adalah

- A. 3,0 menit
- B. 7,5 menit
- C. 8,0 menit
- D. 12,0 menit
- E. 12,5 menit

16. Zat cair yang massanya 10 kg dipanaskan dari suhu 25°C menjadi 75°C , memerlukan panas sebesar $4 \times 10^5 \text{ joule}$. Kalor jenis zat cair tersebut adalah ...

- A. 200 J/kg K
- B. 400 J/kg K
- C. 600 J/kg K
- D. 800 J/kg K
- E. 1.000 J/kg K

17. Air terjun yang tingginya 12 m menerjunkan air $1000 \text{ m}^3/\text{s}$ dan dimanfaatkan oleh Pusat Listrik Tenaga Air (PLTA). Jika percepatan gravitasi $9,8 \text{ m/s}^2$ dan seluruh daya listrik terpakai untuk memanaskan 1000 m^3 air, maka kenaikan suhu air per sekon adalah
- A. $0,1 \times 10^{-2} ^\circ\text{C}$ D. $28,0 \times 10^{-2} ^\circ\text{C}$
 B. $2,8 \times 10^{-2} ^\circ\text{C}$ E. $42,0 \times 10^{-2} ^\circ\text{C}$
 C. $4,2 \times 10^{-2} ^\circ\text{C}$
18. Dua batang A dan B dengan ukuran yang sama tetapi jenis logam yang berbeda disambungkan seperti diperlihatkan pada gambar.

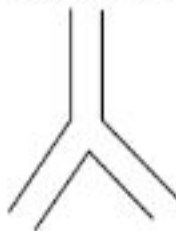


- Ujung kiri batang A bersuhu 80°C dan ujung kanan batang B bersuhu 5°C . Jika koefisien konduksi kalor batang B adalah dua kali koefisien konduksi kalor batang A, maka suhu pada bidang batas A dan batang B adalah
- A. 30°C D. 55°C
 B. 45°C E. 60°C
 C. 50°C
19. Sebuah balok es dengan massa 50 kg, pada 0°C , didorong diatas papan horizontal yang juga mempunyai suhu 0°C sejauh 21 m. Ternyata 25 gram es mencair karena gesekan. Jika kalor lebur es = 80 kal/g , maka besarnya koefisien gesek adalah . . .
- A. 0,5 D. 0,8
 B. 0,6 E. 0,9
 C. 0,7
20. Suatu kalorimeter berisi es sebanyak 36 g pada suhu -6°C . Kapasitas kalor kalorimeter sebesar 27 kal/K . Kemudian kalorimeter tersebut dituangkan alkohol (kalor jenis $0,58 \text{ kal/g.K}$) pada suhu 50°C yang menyebabkan suhu akhir menjadi 8°C . Massa alkohol yang dituangkan adalah . . . (kalor jenis es = $0,5 \text{ kal/g.K}$, kalor lebur es 80 kal/g)

- A. 108 gram
B. 150 gram
C. 200 gram
D. 288 gram
E. 300 gram
21. Sebuah jendela kaca yang memiliki ukuran $200 \text{ cm} \times 150 \text{ cm}$ dan tebal 6 mm, bersuhu 30°C pada permukaan luarnya. Jika suhu permukaan dalamnya sebesar 20°C dan koefisien konduksi kaca $p \text{ kal/m.s.K}$, maka jumlah kalor yang masuk tiap menit melalui jendela ini adalah ...
A. $5p \text{ kkal}$
B. $50p \text{ kkal}$
C. $100p \text{ kkal}$
D. $200p \text{ kkal}$
E. $300p \text{ kkal}$
22. Tenaga total suatu sumber radiasi benda hitam bersuhu mutlak T yang dikumpulkan selama 81 menit, digunakan untuk mendidihkan air dalam suatu bejana dari suhu awal yang sama dengan suhu kamar. Jika suhu benda hitam dinaikkan menjadi $1,5 T$, maka waktu yang diperlukan dalam menit untuk proses pendidihan jumlah air yang sama dari suhu kamar berkurang menjadi ...
A. 64
B. 54
C. 36
D. 24
E. 16
23. Sebuah kubus dengan volume V terbuat dari bahan yang koefisien muai panjangnya α . Jika suhu kubus dinaikkan sebesar ΔT , maka luasnya akan bertambah sebesar ...
A. $\alpha V \Delta T$
B. $6\alpha V \Delta T$
C. $12\alpha V \Delta T$
D. $6\alpha V^{2/3} \Delta T$
E. $12\alpha V^{2/3} \Delta T$
24. Alat pemanas celup digunakan untuk mendidihkan sejumlah air. Spesifikasi daya dan tegangan pada alat tersebut adalah 200 W dan 220 V. Jika alat tersebut dipasang pada tegangan 110 V dan digunakan untuk mendidihkan sejumlah air yang sama, maka waktu yang diperlukan ...
A. 2 kali lebih lama
B. 3 kali lebih lama
C. 4 kali lebih lama
D. 5 kali lebih lama
E. 6 kali lebih lama

25. Jika 1 kg es pada suhu 0°C dicampur dengan 0,5 kg air pada suhu 0°C , maka ...
- A. sebagian air membeku
 - B. sebagian es mencair
 - C. semua es mencair
 - D. semua air membeku
 - E. jumlah massa es dalam air tetap
26. Lima kilogram es bersuhu -22°C dipanaskan sampai seluruh es tersebut mencair dengan suhu 0°C . Jika kalor laten es 333 kJ/kg dan kalor jenis es $2.100 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$, maka jumlah kalor yang dibutuhkan adalah ...
- A. 1.496 kJ
 - B. 1.596 kJ
 - C. 1.696 kJ
 - D. 1.796 kJ
 - E. 1.896 kJ
27. Suatu benda hitam pada suhu 27°C memancarkan energi $R \text{ J/s}$. Benda hitam tersebut dipanasi hingga suhunya menjadi 327°C . Energi yang dipancarkan menjadi ...
- A. $2R \text{ J}$
 - B. $4R \text{ J}$
 - C. $6R \text{ J}$
 - D. $12R \text{ J}$
 - E. $16R \text{ J}$
28. Kalor jenis es $0,5 \text{ kal/g }^{\circ}\text{C}$, kalor lebur es 80 kal/g dan kalor jenis air $1 \text{ kal/g }^{\circ}\text{C}$. Setengah kilogram es bersuhu -20°C dicampur dengan sejumlah air bersuhu 20°C , sehingga mencapai keadaan akhir seluruhnya bersuhu 0°C . Massa air mula-mula adalah ...
- A. 1,50 kg
 - B. 2,25 kg
 - C. 3,75 kg
 - D. 4,50 kg
 - E. 6,00 kg

29. Tiga batang logam yang berbeda jenis dilas menjadi bentuk seperti gambar berikut.



Ujung bebas batang pertama bersuhu 100°C , sedangkan dua ujung batang lainnya bersuhu 0°C . Ketiga batang memiliki panjang dan luas penampang sama, sedangkan konduktivitas termal batang pertama, kedua dan ketiga berturut-turut k_1 , k_2 , k_3 . Jika hubungan antara ketiganya adalah $k_1 = 2$, $k_2 = 3k_3$, maka suhu di sambungan ketiga batang tersebut adalah mendekati ...

30. Dalam botol terdapat 230 gram kopi pada suhu 90°C . Ditambahkan susu sebanyak 20 gram bersuhu 5°C . Jika $c_a = c_k = c_s = 1,00 \text{ kal/g}^{\circ}\text{C}$ dan tidak ada kalor percampuran maupun kalor terserap botol termos, maka suhu campurannya adalah ...

