

SUHU DAN KALOR

Standart Kompetensi

Menerapkan konsep dan prinsip kalor, prinsip konservasi energi pada berbagai perubahan energi

Kompetensi Dasar

- Menganalisis pengaruh kalor terhadap suatu zat
 - Menganalisis cara perpindahan kalor
- Menerapkan azas Black dalam pemecahan masalah

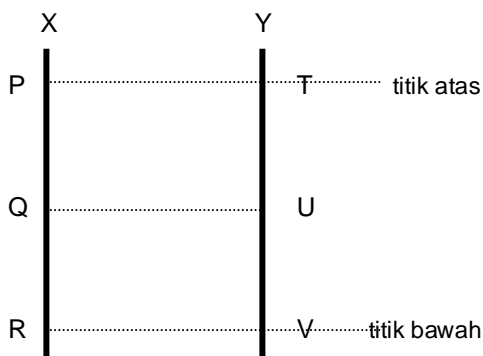
A. SUHU & TERMOMETER

Suhu atau temperatur merupakan ukuran atau derajat panas atau dingin suatu benda. Panas dan dinginnya benda dapat dirasakan lewat indera peraba, namun indera peraba tidak dapat mengukur derajat panas-dinginnya suatu benda. Derajat panas dan dinginnya benda diukur dengan termometer.

Perubahan sifat fisik zat karena perubahan suhu disebut sifat termometrik zat, misalnya perubahan volume zat cair, panjang logam, hambatan listrik logam, tekanan gas pada volume tetap, volume gas pada tekanan tetap dan warna kawat yang berpijar.

Termometer dibuat untuk mengukur suhu benda berdasarkan sifat termometrik zat. Pembuatan skala pada termometer memerlukan dua titik referensi, yaitu titik beku (titik tetap bawah) dan titik didih (titik tetap atas).

Perbandingan dua skala pada termometer X dan Y adalah sebagai berikut :



$$\frac{P - R}{Q - R} = \frac{T - V}{U - V}$$

P dan T = titik tetap atas termometer X dan Y
R dan V = titik tetap bawah termometer X dan Y
Q dan U = suhu yang ditunjuk termometer

Oleh karena pedoman titik atas dan titik bawah adalah sebagai acuan, maka dimungkinkan terdapat beberapa skala termometer. Andapun juga dapat menentukan atau membuat skala termometer

dengan nama kalian, hanya saja untuk mensosialisasikan agar dipakai banyak orang tidaklah mudah. Berikut ini adalah skala termometer yang lazim dipakai.

Skala pada termometer yang umum digunakan adalah :

1. Skala Celcius (C)
Titik didih air 100°C dan titik bekunya 0°C
2. Skala Reamur (R)
Titik didih air 80°R dan titik bekunya 0°R
3. Skala Fahrenheit (F)
Titik didih air 212°F dan titik bekunya 32°F
4. Skala Kelvin (K)
Titik didih air 373°K dan titik bekunya 273°K

Jadi perbandingan skala pada keempat skala termometer tersebut adalah :

$$\text{C} : \text{R} : \text{F} = 100 : 80 : 180 = 5 : 4 : 9$$

Hubungan antara skala termometer yang satu dengan termometer yang lain adalah sebagai berikut :

1. Hubungan termometer skala C dan R

$$\begin{aligned} \text{C} : \text{R} &= 5 : 4 \\ \text{C} &= \frac{5.R}{4} \text{ dan } \text{R} = \frac{4.C}{5} \end{aligned}$$

- 2.

$$\begin{aligned} \text{C} : (\text{F}-32) &= 5 : 9 \\ \text{C} &= \frac{5}{9}(\text{F}-32) \text{ dan } \text{F} = \frac{9}{5}\text{C} + 32 \end{aligned}$$

3. Hubungan termometer skala C dan K

$$\begin{aligned} \text{C} : (\text{K}-273) &= 5 : 5 \\ \text{C} &= \text{K}-273 \text{ dan } \text{K} = \text{C}+273 \end{aligned}$$

Contoh Soal

1. Suhu dalam skala termometer derajat Celcius menunjukkan angka 25°C . Berapa angka yang ditunjukkan oleh skala termometer :
 - a. Reamur
 - b. Fahrenheit
 - c. Kelvin

Jawab :

$$\text{a. } \text{R} = \frac{4.C}{5} = \frac{4.25}{5} = 20^{\circ}\text{R}$$

$$\text{b. } \text{F} = \frac{9}{5}\text{C} + 32 = \frac{9}{5}25 + 32 = 77^{\circ}\text{F}$$

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

2. Sebuah termometer X memiliki titik beku air $-15^{\circ}X$ dan titik didih air $135^{\circ}X$. Jika suatu benda diukur dengan termometer Celcius menunjukkan $80^{\circ}C$, beapa skala yang ditunjukkan oleh termometer X ?

Jawab :
$$\frac{P - R}{Q - R} = \frac{T - V}{U - V}$$

$$\frac{135 - (-15)}{X - (-15)} = \frac{100 - 0}{80 - 0}$$

$$\frac{150}{(X + 15)} = \frac{100}{80}$$

Jadi $X = \frac{150 \cdot 80}{100} - 15 = 105^{\circ} X$

Aktivitas 1 (Bila ada bahan)

PENENTUAN DUA TITIK SKALA SUHU

Tujuan :

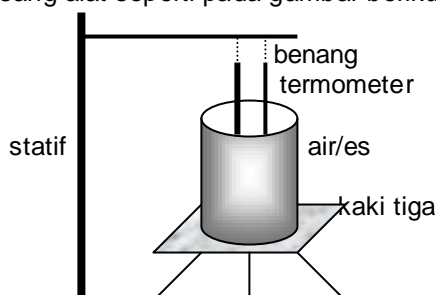
1. menyimpulkan hasil pengamatan pemahaman dua titik tetap skala suhu
2. menjelaskan konversi hubungan antara termometer celcius dengan termometer lain.

Alat dan bahan :

1. termometer tak berskala
2. termometer celcius
3. bejana kaca pyrex (tahan panas)
4. statif lengkap dengan penjepit
5. es dan air murni (aquades)
6. Bunsen
7. benang
8. kaki tiga dan kasa

Kegiatan

1. pasang alat seperti pada gambar berikut :



2. Masukkan es (sebagian sudah mencair) ke dalam bejana, tunggu air raksa dalam kedua termometer berhenti (setimbang). Beri tanda pada pada kedua termometer sebagai titik tetap bawah.
3. Ganti es dengan air secukupnya. Panaskan air hingga mendidih dan beri tanda pada kedua termometer sebagai titik tetap atas.
4. Tuliskan hasil pengamatanmu pada tabel berikut :

NO	TITIK SKALA	TERM. C	TERM. X
1	tetap atas		
2	tetap bawah		

Pertanyaan

1. Apa acuan (patokan) skala tetap atas pada umumnya ?
2. Apa acuan (patokan) skala tetap bawah pada umumnya ?
3. Jika suhu benda diukur dengan termometer Celcius menunjukkan angka 50°C , berapa suhu benda tersebut jika diukur dengan termometer X yang kalian buat skalanya tadi ?

Uji Kompetensi 1

1. Lengkapi isian kolom berikut !

C	R	F	K
25°C}	.....	.....	.....
.....	60°R}	.....	.....
.....	.....	113°F}	.....
.....	.....	.....	323°K

2. Pada suhu berapakah skala F dan C menunjukkan angka yang sama ?
3. Termometer A memiliki titik beku dan titik didih air 50°A dan 125°A . Termometer B memiliki titik beku dan titik didih air -25°B dan 125°B . Jika sebuah benda diukur dengan termometer A menunjukkan angka 100°A , maka jika benda diukur dengan termometer B menunjukkan angka berapa ?
4. Pada sebuah termometer A, es membeku pada suhu -50°A dan air mendidih pada suhu 25°A . Jika suhu sebuah benda 25°C , berapa suhu benda jika diukur oleh termometer A ?
5. Suhu benda yang ditunjukkan oleh termometer F = lima kali suhu yang ditunjukkan oleh termometer C. Berapa suhu benda tersebut dalam skala Reamur ?
6. Suatu zat cair diukur dengan 3 buah termometer sekaligus yaitu termometer C, R dan F. Jika jumlah suhu ketiga termometer 158, berapa suhu yang ditunjukkan oleh termometer R dan F ?

B. PEMUAIAN ZAT

Pada umumnya zat akan memuai jika dipanaskan. Masalah yang muncul akibat pemuaian adalah misalnya rel kereta dan jembatan beton melengkung, kaca jendela dan mobil retak, pipa minyak bengkok, kawat telepon dibiarkan kendur agar tidak putus saat menyusut. Manfaat pemuaian antara lain pengelangan plat logam pada pembuatan badan kapal, keping bimetal yang dimanfaatkan pada sklar termal, termostat bimetal, termometer bimetal, lampu sen mobil dan sebagainya.

1. Pemuaian Zat Padat

Zat padat akan mengalami tiga buah pemuaian jika dipanaskan, yaitu pemuaian panjang, pemuaian luas dan pemuaian volume.

Benda mula-mula panjangnya L_0 , luasnya A_0 dan volumenya V_0 dipanaskan dari suhu T_1 ke T_2 akan bertambah panjang sebesar ΔL , bertambah luas sebesar ΔA dan volumenya bertambah sebesar :

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

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

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

Pertambahan panjang, luas dan volume tersebut, menyebabkan panjang, luas dan volume benda menjadi :

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

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

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

ΔL = pertambahan panjang benda (m)
 ΔA = pertambahan luas (m^2)
 ΔV = pertambahan volume (m^3)
 L_0 = panjang benda mula-mula (m)
 A_0 = luas benda mula-mula (m^2)
 V_0 = volume benda mula-mula (m^3)
 α = koefisien muai panjang benda ($^{\circ}C$)
 $\beta = 2\alpha$ = koefisien muai luas ($^{\circ}C$)
 $\gamma = 3\alpha$ = koefisien muai volume ($^{\circ}C$)
 ΔT = perubahan suhu ($T_2 - T_1$) $^{\circ}C$

2. Pemuai Zat Cair

Zat cair akan mengalami pemuai volume saja. Pada umumnya zat cair akan mengalami pemuai jika dipanaskan, kecuali air. Khusus untuk air jika dipanaskan dari suhu $0^{\circ}C$ sampai $4^{\circ}C$ volumenya justru menyusut. Sifat inilah yang disebut dengan anomali air. Di atas suhu $4^{\circ}C$ air akan mengalami pemuai.

Zat cair yang mula-mula volumenya V_0 jika dipanaskan volumenya bertambah sebesar

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

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

3. Pemuai Zat Gas

Zat gas yang suhunya dinaikkan juga mengalami pemuai. Jika gas yang tekanannya P_1 , volumenya V_1 dan suhunya dinaikkan menjadi T_2 , maka tekanannya menjadi P_2 dan volumenya menjadi V_2 . Hubungan tersebut dinyatakan dalam hukum Boyle-Gay Lussac.

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

Besarnya koefisien muai gas pada tekanan yang sama (proses isobar) adalah $\gamma = \frac{1}{273}$.

Pertambahan volume gas pada tekanan tetap adalah :

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

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

Contoh Soal

Sebatang aluminium pada suhu $30^{\circ}C$ panjangnya 2 m. Jika koefisien muai panjang aluminium $25 \cdot 10^{-6} / ^{\circ}C$, hitunglah pertambahan panjang aluminium jika suhunya dinaikkan menjadi $50^{\circ}C$!

Diketahui : $T_1 = 30^{\circ}C$
 $T_2 = 50^{\circ}C$
 $\alpha = 25 \cdot 10^{-6} / ^{\circ}C$

Ditanya : ΔL

Jawab : $\Delta L = L_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T$
 $= 2 \cdot 25 \cdot 10^{-6} \cdot 20$
 $= 10^{-3} \text{ m} = 0,1 \text{ cm}$

Uji Kompetensi 2

1. Batang logam pada suhu 0°C panjangnya 90 cm. Jika koefisien muai linier batang $10^{-5}/^{\circ}\text{C}$, tentukan panjang batang pada suhu 100°C !
2. Sebatang baja memiliki koefisien muai panjang $10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ pada suhu 20°C panjangnya 100 cm. Tentukan suhu akhir baja agar panjangnya menjadi 100,1 cm !
3. Sebuah plat besi koefisien muai panjangnya $11 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ luasnya 4 m^2 pada suhu 20°C . Hitunglah panjang plat besi tersebut jika suhunya dinaikkan menjadi 100°C ?
4. Jendela kaca pada siang hari bersuhu 32°C luasnya 6000 cm^2 . Pada malam hari luasnya ternyata menyusut $0,96 \text{ cm}^2$. Jika koefisien muai panjang kaca $8 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$, berapa suhu pada malam hari tersebut ?
5. Sebuah kelereng koefisien muai panjangnya $3 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ diameternya 2 cm pada suhu 0°C . Berapa volume kelereng pada suhu 100°C ?
6. Pada sebuah gelas kaca yang volumenya 500 ml penuh berisi alkohol pada suhu 10°C . Jika gelas tersebut dipanaskan hingga 50°C , berapakah banyakkah alkohol yang tumpah (jika koefisien muai panjang kaca $3 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ dan koefisien muai volume alkohol $11 \cdot 10^{-4}/^{\circ}\text{C}$).
7. Panjang batang rel kereta api masing-masing 10 m akan disambungkan berurutan pada suhu 20°C . Jika pada suhu 30°C kedua rel bersentuhan, berapakah jarak kedua batang rel pada suhu 20°C (jika α batang rel $12 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$).
8. Gas Oksigen pada suhu 0°C volumenya 4 liter dan tekanannya 100 kPa. Gas dimampatkan sehingga tekanannya 1600 kPa pada suhu 273°C . Berapa volume sekarang ?

C. KALOR

Kalor merupakan bentuk energi yang dapat dipindahkan karena perbedaan suhu. Kalor berpindah dari benda suhu tinggi ke benda bersuhu rendah. Benda yang menerima kalor, suhunya akan naik atau wujudnya akan berubah. Benda yang melepas kalor, suhunya turun atau wujudnya berubah. Alat untuk mengukur kapasitas kalor dan kalaor jenis disebut kalorimeter. Besarnya kalor yang dilepas atau diserap oleh suatu benda adalah :

Q = kalor yang diserap atau dilepas benda (J)
 m = massa benda (kg)
 c = kalor jenis ($\text{J}/\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C}$)
 ΔT = kenaikan suhu ($^{\circ}\text{C}$)
 C = kapasitas kalor ($\text{J}/^{\circ}\text{C}$)

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

$$m \cdot c = C,$$

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

Dalam satuan SI satuan kalor = Joule.

$$1 \text{ J} = 4,2 \text{ kalori}$$

$$1 \text{ kalori} = 0,24 \text{ J}$$

1 kalori adalah banyaknya kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu 1°C air murni yang bermassa 1 gram.

Kalor jenis suatu zat adalah adalah banyaknya kalor yang diserap atau dilepaskan tiap 1 kg massa zat itu sebesar 1°K .

Kapasitas kalor suatu benda adalah banyaknya kalor yang diserap atau dilepaskan oleh benda itu untuk menaikkan atau menurunkan suhunya sebesar 1°C atau 1°K .

AZAS BLACK

Jika dua buah zat yang suhunya berbeda dicampur hingga tercapai kesetimbangan termal pada suhu tertentu, maka zat yang bersuhu tinggi akan melepas kalor dan diserap oleh zat yang bersuhu lebih rendah. **Besarnya kalor yang dilepaskan oleh zat bersuhu tinggi sama dengan jumlah kalor yang diserap oleh zat bersuhu rendah. Prinsip tersebut disebut dengan azas Black.**

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

PERUBAHAN WUJUD ZAT

Zat yang melepas atau menyerap kalor maka suhu benda akan berubah atau wujudnya berubah. Zat yang mengalami perubahan wujud tidak akan mengalami perubahan suhu. Demikian sebaliknya, zat yang mengalami perubahan suhu wujudnya tetap. Kalor yang digunakan untuk mengubah wujud zat disebut kalor laten (L). Besarnya kalor laten adalah :

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

L = kalor laten (J/kg)

Q = kalor yang diserap atau dilepas benda (J)

M = massa zat/benda (kg)

Kalor laten ada beberapa jenis, yaitu

1. Kalor lebur (K_L), yaitu banyaknya kalor yang diperlukan oleh tiap 1 kg zat itu untuk melebur pada titik leburnya.
2. Kalor beku (K_b), yaitu banyaknya kalor yang diperlukan oleh tiap 1 kg zat itu untuk membeku pada titik bekunya.
3. Kalor uap (K_U), yaitu banyaknya kalor yang diperlukan oleh tiap 1 kg zat itu untuk menguap pada titik didihnya.
4. Kalor embun.

Untuk suatu zat pada tekanan yang tetap :

Kalor lebur (K_L) = kalor beku (K_b)

Kalor uap (K_U) = kalor embun (K_E)

Perubahan wujud zat ada 6 jenis, yaitu :

1. Melebur, yaitu perubahan wujud zat dari padat menjadi cair
2. Membeku, yaitu perubahan wujud zat dari cair menjadi padat
3. Menguap, yaitu perubahan wujud zat dari cair menjadi gas
4. Mengembun, yaitu perubahan wujud zat dari gas menjadi cair
5. Menyublim, yaitu perubahan wujud zat dari padat menjadi gas atau sebaliknya.

Aktivitas 2

KAPASITAS KALOR KALORIMETER

Tujuan :

Menentukan nilai kapasitas kalor kalorimeter

Alat dan bahan :

1. kalorimeter
2. termometer
3. stop watch
4. gelas ukur
5. pemanas
6. neraca

Kegiatan

1. Isikan air bermassa m_1 bersuhu t_1 ke dalam kalorimeter . (Tentukan massa air dengan ditimbang)
2. Isikan air bermassa m_2 bersuhu t_2 (setelah dipanaskan) ke dalam kalorimeter
3. Aduklah kedua massa air sehingga tercapai kesetimbangan dan bersuhu t_c .
4. Lakukan percobaan tersebut dengan suhu $t_1 < t_2$ dan $t_1 > t_2$.
5. Isikan hasil pengamatanmu pada tabel berikut :

Perc.	t_1	t_2	t_c
1			
2			

Bila Azas Black kita terapkan maka diperoleh :

$$C \cdot (t_c - t_1) + m_1 \cdot c_{air} \cdot (t_c - t_1) = m_2 \cdot c_{air} \cdot (t_2 - t_c) \quad \text{untuk } t_2 > t_1; c_{air} = 1 \text{ kal/gram} \cdot ^\circ\text{C}; C = m_{kal} \cdot c_{kal}$$

Susunlah persamaannya bila $t_2 < t_1$!

Pertanyaan dan tugas

1. Tentukan besarnya kapasitas kalor kalorimeter yang kalian pakai untuk percobaan 1 dan 2 dengan menggunakan persamaan Azas Black!
2. Adakah perbedaan nilai kapasitas kalor kalorimeter hasil kedua percobaan ?

Contoh Soal

1. Sepotong tembaga bermassa 5 kg kalor jenisnya $3,85 \cdot 10^2$ J/kg.K suhunya 20°C dipanaskan hingga 100°C . Tentukan :

- a. kalor untuk menaikkan suhu tersebut
- b. kapasitas kalor tembaga tersebut

Diketahui : $T_1 = 20^\circ\text{C}$
 $T_2 = 100^\circ\text{C}$

$$m = 5 \text{ kg}$$
$$c = 3,85 \cdot 10^2 \text{ J/kg.K}$$

Ditanya : a. Q
b. C

Jawab :

a. $Q = m \cdot c \cdot \Delta T = 5 \cdot 3,85 \cdot 10^2 \cdot (100 - 20)$

$$Q = 154.000 \text{ J}$$

b. $C = m \cdot c = 5 \cdot 3,85 \cdot 10^2 = 1.925 \text{ J/K}$

2. Kalorimeter dengan kapasitas kalor 1000 J/K berisi 200 gram air yang suhunya 20°C (kalor jenis air = 4200 J/kg.K) Ke dalam karimeter tersebut dimasukkan 300 gram besi bersuhu 90°C (kalor jenis besi = 500 J/kg.K). Tentukan suhu campuran !

Diketahui : $C_k = 1000 \text{ J/K}$

$$\Delta T_k = (T_c - 20)$$

$$m_b = 300 \text{ gram} = 0,3 \text{ kg}$$

$$c_b = 500 \text{ J/kg.K}$$

$$\Delta T_b = (90 - T_c)$$

$$m_a = 200 \text{ gram} = 0,2 \text{ kg}$$

$$c_a = 4200 \text{ J/kg.K}$$

$$\Delta T_a = (T_x - 20)$$

Ditanya : T_c ...?

Jawab :

$$Q_{lepas} = Q_{terima}$$

$$Q_{besi} = Q_{kalorimeter} + Q_{air}$$

$$m_b \cdot c_b \cdot \Delta T_b = C_k \cdot \Delta T_k + m_a \cdot c_a \cdot \Delta T_a$$
$$0,3 \cdot 500 \cdot (90 - T_c) = 1000 \cdot (T_c - 20) + 0,2 \cdot 4200 \cdot (T_c - 20)$$

$$150(90 - T_c) = 1000 \cdot (T_c - 20) + 840(T_c - 20)$$

$$150(90 - T_c) = 1840 \cdot (T_c - 20)$$

$$T_c = 25,28^\circ\text{C}$$

3. Berapa kalor yang diperlukan untuk mengubah 10 gram es bersuhu -40°C menjadi air mendidih (jika kalor jenis es 0,5 kal/gram $^\circ\text{C}$, kalor lebur es 80 kal/gram dan kalor jenis air 1 kal/gram $^\circ\text{C}$) ?
Penyelesaian :

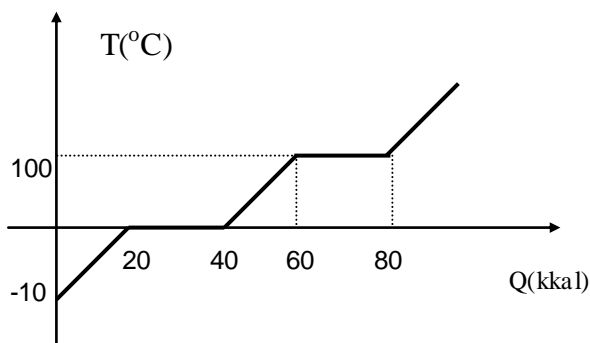
Proses yang dialami es -40°C menjadi air mendidih (100°C) adalah :

- es -40°C berubah menjadi es 0°C (perubahan suhu)
 $Q = m_{es} \cdot c_{es} \cdot \Delta T = 10 \cdot 0,5 \cdot (0 - (-40)) = 200$ kalori
- es 0°C berubah menjadi air 0°C (perubahan wujud)
 $Q = m_{es} \cdot K_L = 10 \cdot 80 = 800$ kalori
- suhu air 0°C berubah menjadi 100°C (perubahan suhu)
 $Q = m_{air} \cdot c_{air} \cdot \Delta T = 10 \cdot 1 \cdot (100 - 0) = 1000$ kalori

Jadi kalor total = $200 + 800 + 1000 = 2000$ kalori.

Uji Kompetensi 3

1. Bila kalor jenis air 4200 J/kg.K, berapa kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu 10 kg air dari 10°C menjadi 30°C ?
2. Untuk memanaskan 100 gram air dari 10°C menjadi 40°C, sebuah heater membutuhkan kalori 9000 J selama 1 menit. Hitunglah :
 - a. daya heater
 - b. kapasitas kalor air
 - c. kalor jenis air
3. Air sebanyak 200 gram pada suhu 25°C dipanaskan dengan energi sebesar 1000 kalori. Bila kalor jenis air 1 kal/gram.°C, tentukan suhu air setelah pemanasan !
4. Kapasitas kalor suatu kalorimeter adalah 100 J/K. Berapa perubahan suhunya bila kalorimeter ini menyerap kalor sebanyak 840 J ?
5. Dalam botol termos terdapat 230 gram kopi bersuhu 90°C, ditambahkan susu sebanyak 20 gram bersuhu 5°C. Jika dianggap tidak ada kalor yang diserap termos, berapa suhu campurannya ! (jika $c_{air} = c_{susu} = c_{campuran} = 1 \text{ kal/g}^\circ\text{C}$).
6. Ke dalam 50 gram air yang bersuhu 40°C dimasukkan es sebanyak 10 gram bersuhu 0°C. Tentukan suhu akhir campuran! (jika kalor jenis es = 0,5 kal/gram°C, kalor jenis air = 1 kal/gram°C, kalor lebur es = 80 kal/gram)
7. Logam bermassa 1 kg bersuhu 80°C dimasukkan ke dalam 2 kg air bersuhu 20°C. Setelah keimbang suhu campuran menjadi 23°C. Jika $c_{air} = 1 \text{ kal/g}^\circ\text{C}$, tentukan kalor jenis logam !
8. Sebuah kalorimeter berisi 50 gram air bersuhu 35°C. Ke dalam kalorimeter dimasukkan besi bermassa 100 gram bersuhu 55°C , sehingga setelah terjadi kesetimbangan suhu campurannya 40°C. Tentukan kapasitas kalor kalorimeter tersebut ! ($c_{besi} = 1000 \text{ J/kg}^\circ\text{K}$ dan $c_{air} = 4200 \text{ J/Kg}^\circ\text{K}$)
9. Sebuah kalorimeter kapasitas kalornya 210 J/K diisi es 30 gram bersuhu -5°C. Ke dalam kalorimeter dituangkan air bersuhu 25°C hingga es melebur semua pada suhu 5°C. Berapa massa air yang dituangkan ? (jika $c_{es} = 2100 \text{ J/kg}^\circ\text{K}$, $c_{air} = 4200 \text{ J/kg}^\circ\text{K}$)
10. Berapa besarnya kalor yang dibutuhkan untuk mencairkan es sebanyak 100 gram pada suhu 0°C menjadi air seluruhnya bersuhu 10°C ? (jika $K_L \text{ es} = 80 \text{ kal/gram}$)
11. Suatu bahan memiliki titik lebur 700°C, kalor lebur $4 \cdot 10^5 \text{ J/Kg}$ dan kalor jenis 1000 J/Kg°C. Hitung banyak kalor yang diperlukan untuk meleburkan 600 gram bahan bersuhu 30°C !
12. Berapa besarnya kalor yang dibutuhkan untuk mengubah es sebanyak 100 g pada suhu -10°C menjadi uap seluruhnya bersuhu 100°C ? (jika $K_L \text{ es} = 80 \text{ kal/gram}$, kalor uap air 539 kal/gram)
13. Perhatikan grafik berikut :



Grafik di atas adalah grafik pemanasan es dari -10°C menjadi uap 100°C. Tentukan :

- a. Kalor untuk meleburkan es menjadi air 0°C
- b. Kalor untuk mengubah es 0°C menjadi air 100°C
- c. massa benda (m)
- d. kalor lebur es (K_L)
- e. kalor uap air (K_U)

E = energi yang dipancarkan atau di serap (J)
 e = emisivitas permukaan (koefisien pancaran serapan benda).
 σ = tetapan stefan = $5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$
 A = luas penampang (m^2)
 s = waktu (s)
 T = suhu ($^{\circ}\text{K}$)

Emisivitas benda merupakan ukuran seberapa besar pemancaran radiasi kalor suatu benda disbanding dengan benda hitam sempurna. Nilai e antara 0 dan 1. Untuk benda hitam sempurna nilai $e = 1$.

Aktivitas 3 (mandiri)

PERPINDAHAN KALOR

Tujuan :

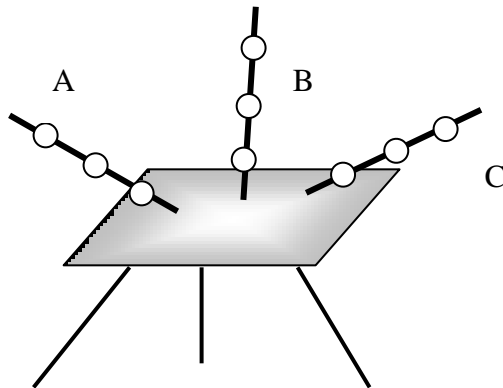
Mendiskripsikan cara perpindahan kalor

Alat dan bahan :

1. macam-macam logam (misal tembaga, aluminium, besi dsb.)
2. logam sejenis dengan luas penampang berbeda
7. lilin
8. bunsen (api lilin)
9. statif
10. plastisin

Kegiatan I

1. Susunlah alat-alat seperti gambar berikut :



A = batang besi
 B = batang aluminium
 C = batang tembaga

Tiap batang logam di beri tiga buah plastisin yang dibentuk kecil bulat.

2. Berapa lama tiap plastisin meleleh pada masing-masing batang? Tulis hasil pengamatanmu pada tabel berikut :

No	Logam	t_1 (s)	t_2 (s)	t_3 (s)
1	Besi			
2	Aluminium			
3	Tembaga			

3. Ulangi percobaan di atas dengan menggunakan logam sejenis dengan luas penampang berbeda
4. Ulangi percobaan di atas untuk tiga logam sejenis dengan ukuran sama, namun dipanasi dengan panas yang berbeda (1 lilin, 2 lilin dan 3 lilin)
5. Simpulkan hasil percobaanmu dan presentasikan di depan kelas !

Contoh Soal

Sebuah benda memiliki permukaan hitam sempurna bersuhu 27°C . Berapa besarnya energi yang dipancarkan tiap satuan dan tiap waktu tiap satuan luas ?

Diketahui :

$$e = 1$$

$$T = 27^{\circ}\text{C} = 300^{\circ}\text{K}$$

$$A = 1 \text{ m}^2$$

$$s = 1 \text{ s}$$

Ditanya : $E \dots ?$

Jawab :

$$E = e \cdot \sigma \cdot A \cdot t \cdot T^4 = 1 \cdot 5,67 \cdot 10^{-8} \cdot 1 \cdot 1 \cdot 300^4$$

$$E = 459,27 \text{ W/m.s}$$

Uji Kompetensi 4

1. Pelat besi tebalnya 4 cm luas permukaannya 10.000 cm^3 , salah satu permukaannya bersuhu 120°C dan permukaan lainnya bersuhu 110°C . Jika konduktivitas termal pleat besi $4,82 \text{ J/m.s.K}$, berapa besarnya kalor yang mengalir melalui pelat besi tiap sekonnnya ?
2. Sebuah batang tembaga panjangnya 150 cm dan luas penampangnya 30 cm^2 , salah satu ujungnya menempel pada air es bersuhu 0°C dan ujung yang lain menempel pada air panas mendidih. Jika koefisien konduksi termal baja $0,9 \text{ kal/s.cm}^{\circ}\text{C}$, berapa kalori kalor yang merambat pada baja selama 10 sekon ?
3. Batang baja dan kuningan luas penampang dan panjangnya sama dan salah satu ujungnya disambungkan. Suhu ujung-ujung baja dan kuningan yang bebas (yang tidak bersentuhan) 250°C dan 100°C . Jika koefisien konduksi termal baja dan kuningan $0,12$ dan $0,24 \text{ kal/s.cm}^2.\text{C}$, hitunglah suhu pada titik sambungan kedua logam !
4. Udara dalam sebuah kamar bersuhu 25°C , sedangkan suhu pada permukaan jendela kaca kamar 15°C . Berapa laju kalor yang diterima jendela kaca seluas $0,6 \text{ m}^2$, bila koefisien konveksi pada suhu itu $7,5 \cdot 10^{-5} \text{ kal/s.cm}^2.\text{C}$?
5. Sebuah bola luasnya 20 cm^2 dipanaskan hingga berpijar pada suhu 127°C . Jika $e = 0,4$, hitunglah energi radiasinya selama 1 sekon !
6. Sebuah kotak hitam bersuhu 127°C memancarkan energi per satuan waktu sebesar 29 J/s . Berapa luas permukaan benda tersebut ?
7. Sebuah bola besi berjari-jari 20 cm dipanaskan sampai 500 K. Jika benda-benda disekitarnya 300 K dan emisivitas permukaan bola = $\frac{1}{2}$, berapa daya yang diperlukan untuk mempertahankan suhu bola ?
8. Pada malam yang cerah, permukaan bumi melepaskan panas secara radiasi. Andaikan suhu tanah 10°C dan tanah meradiasikan panas seperti benda hitam, berapa laju hilangnya panas tiap m^2 ?

EVALUASI

SOAL PILIHAN GANDA

1. Suhu badan normal manusia adalah 37°C . Jika dinyatakan dalam skala Fahrenheit suhu badan tersebut adalah ... $^{\circ}\text{F}$.
 - a. 90,4
 - b. 98,6
 - c. 99,3
 - d. 101,5
 - e. 180,1

2. Tabel berikut adalah hasil percobaan dua termometer dengan tiga fluida yang suhunya berbeda.

NO	Termometer A	Termometer B
1	125°	100°
2	100°	75°
3	50°	x

Nilai x adalah ...°

- 50
 - 40
 - 30
 - 25
 - 20
3. Pada suhu 300 K batang tembaga yang koefisien muai liniernya $17 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ memiliki panjang 12 cm. Jika suhu batang dijadikan 400 K, maka panjang batang bertambah ... cm
- 0,0204
 - 0,204
 - 2,04
 - 0,324
 - 3,24
4. Pelat tipis dari logam dengan lebar 30 cm dan panjang 40 cm berada pada suhu 20°C. Jika koefisien muai panjang pelat $1,2 \cdot 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ dan pelat dipanasi hingga 100°C, maka luasnya menjadi cm²
- 1201,5
 - 1202,3
 - 1203,25
 - 1204,0
 - 1205,23
5. Gelas kaca volumenya 750 cm³ penuh berisi raksa pada suhu 0°C. Jika koefisien muai volume gelas $18 \cdot 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$, dan gelas dipanaskan ternyata raksa yang tumpah 7,02 cm³, suhu akhir pemanasan tersebut adalah ...°C
- 20
 - 30
 - 40
 - 50
 - 60
6. Suatu gas dalam ruang tertutup volumenya 5 liter, tekanannya 1 atm dan suhu 87°C. Jika volumenya dijadikan setengahnya dan suhu diturunkan menjadi 27°C, tekanannya menjadi ... kali
- 5/3
 - 3/2
 - 3/4
 - 2/3
 - 3/5
7. Kalor jenis aluminium 0,21 kal/gr.°C. Besarnya kenaikan suhu dari 0,5 kg aluminium yang diberi kalor 420 kalori adalah ... °C
- 25
 - 21
 - 20
 - 16
 - 4
8. Dua buah bola logam tembaga masing-masing bermassa 200 gram dan 500 gram (c tembaga 0,09 kal/gr°C) bersuhu sama 25°C. Kedua logam dimasukkan ke dalam air panas dan setelah setimbang suhunya 75°C. Jika 1 kalori = 4,2 J, maka selisih kalor yang diserap oleh masing-masing bola adalah ... J
- 3780
 - 4200
 - 5670
 - 9450
 - 13320

9. Es bermassa x gram bersuhu -10°C dicampur dengan y gram air bersuhu 55°C . Jika suhu akhir 15°C , kalor lebur es 80 kal/gr , kalor jenis es $0,5 \text{ kal/gr}^{\circ}\text{C}$, maka perbandingan x dan y adalah ...
- $9/4$
 - $5/2$
 - $2/5$
 - $4/9$
 - $4/11$
10. Sepotong logam bersuhu 20 gram bersuhu 100°C dimasukkan ke dalam zat cair 50 gram bersuhu 25°C dan mencapai keseimbangan pada suhu 50°C . Jika kalor jenis zat cair $20 \text{ kal/g}^{\circ}\text{C}$, kalor jenis logam adalah ... $\text{kal/g}^{\circ}\text{C}$
- 20
 - 25
 - 30
 - 40
 - 50
11. Ke dalam sebuah bejana yang berisi A gram air 30°C dimasukkan B gram es bersuhu -2°C . Setelah isi bejana diaduk, ternyata semua es melebur. Jika massa bejana diabaikan dan kalor jenis es $0,5 \text{ kal/gr}^{\circ}\text{C}$ dan kalor lebur es 80 kal/gr , maka perbandingan A dan B adalah ...
- $27:10$
 - $8:3$
 - $10:27$
 - $3:8$
 - $1:30$
12. Dua logam X dan Y memiliki panjang dan luas penampang sama. Jika selisih suhu kedua ujung logam $X = 80^{\circ}\text{C}$, maka hantara kalor 600 kal/s . Jika selisih suhu kedua ujung logam $Y = 100^{\circ}\text{C}$, maka hantara kalornya 300 kal/s . Perbandingan konduktivitas termal antara logam X dan Y adalah ...
- $4:3$
 - $5:2$
 - $3:4$
 - $2:5$
 - $10:6$
13. Dua benda hitam yang sejenis masing-masing bersuhu 327°C dan 27°C . Jika kedua benda memancarkan energi dalam bentuk radiasi, maka perbandingan jumlah energi per sekon yang dipancarkan kedua benda adalah
- $1:4$
 - $4:1$
 - $1:16$
 - $16:1$
 - $8:3$
14. Batang A dan B luas penampangnya sama. Jika koefisien konduksi batang $A = \frac{1}{4}$ kali koefisien konduksi batang B , kemudian keduanya dipanaskan pada ujung yang sama sehingga perubahan suhunya sama, berarti perbandingan kelajuan hantaran kalor batang A dan B adalah ...
- $1:4$
 - $1:2$
 - $1:1$
 - $2:1$
 - $4:1$
15. Batang besi homogen luas penampangnya 17 cm^2 , konduktivitas termalnya $4 \cdot 10^5 \text{ J/m.s.}^{\circ}\text{C}$ dan panjangnya 1 m . Salah satu ujungnya dipanaskan sehingga perbedaan suhu kedua ujung 30°C . Besarnya kalor yang merambat dalam 2 sekon adalah J
- 113
 - 227
 - 680
 - 40800
 - 80200

SOAL URAIAN

1. Suhu Reamur menunjukkan angka $\frac{1}{2}$ kali suhu Fahrenheit. Berapa suhu Reamur tersebut?
2. Sebuah ban besi pada suhu 25°C berjari-jari bagian dalam 50 cm akan dipasang pada roda kayu berjari-jari 50,2 cm. Jika koefisien muai linier besi $12 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$, sampai suhu berapa ban besi dipanaskan agar dapat terpasang?
3. Es batu -10°C dimasukkan kedalam segelas air bersuhu 0°C . Jika tidak ada panas yang hilang, berapa banyak air yang membeku pada es batu tersebut ? (jika kalor beku air = kalor lebur es = 80 kal/gram)
4. Dua batang logam P dan Q berukuran sama jenisnya berbeda disentuh. Jika suhu ujung-ujung batang logam yang tidak bersentuhan dari logam P dan Q adalah 90°C dan 0°C dan koefisien konduksi termal P = 2 kali koefisien konduksi termal Q, berapa suhu sambungan kedua batang logam ?