



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN ANAK USIA DINI,  
PENDIDIKAN DASAR DAN PENDIDIKAN MENENGAH  
DIREKTORAT SEKOLAH MENENGAH ATAS  
2020



Modul Pembelajaran SMA

# FISIKA



KELAS  
XI



**SUHU DAN KALOR**  
**FISIKA KELAS XI**

**PENYUSUN**  
**Kusrini, S.Pd, M.Pd**  
**SMA NEGERI 9 BEKASI**

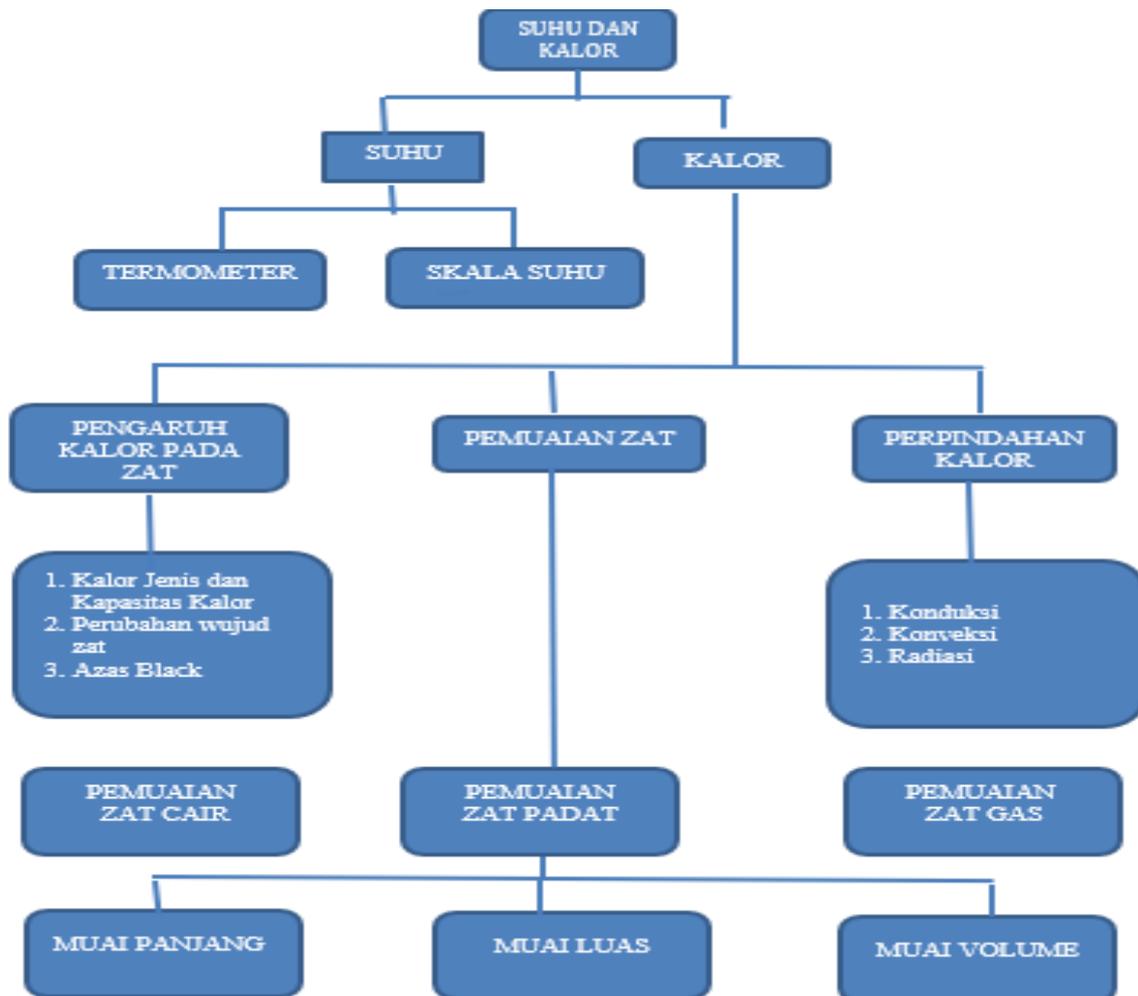
## DAFTAR ISI

PENYUSUN.....	1
DAFTAR ISI .....	2
GLOSARIUM.....	3
PETA KONSEP.....	4
PENDAHULUAN .....	5
A. Identitas Modul .....	5
B. Kompetensi Dasar .....	5
C. Deskripsi Singkat Materi .....	5
D. Petunjuk Penggunaan Modul .....	5
E. Materi Pembelajaran .....	6
KEGIATAN PEMBELAJARAN 1 .....	7
SUHU .....	7
A. Tujuan Pembelajaran .....	7
B. Uraian Materi .....	7
C. Rangkuman .....	12
D. Latihan Soal .....	13
E. Penilaian Diri .....	15
KEGIATAN PEMBELAJARAN 2 .....	16
KALOR .....	16
A. Tujuan Pembelajaran .....	16
B. Uraian Materi .....	16
C. Rangkuman .....	24
D. Penugasan Mandiri.....	25
E. Latihan Soal .....	25
G. Penilaian Diri .....	27
EVALUASI.....	28
DAFTAR PUSTAKA.....	32

## GLOSARIUM

<b>Suhu</b>	: derajat panas atau dingin yang dirasakan indera
<b>Kalor</b>	: proses transfer energi dari suatu zat ke zat lainnya dengan di ikuti perubahan suhu
<b>Kalor jenis</b>	: jumlah kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu 1 kg suatu zat sebesar 1 K
<b>Kalor Laten</b>	: kalor yang dibutuhkan benda untuk mengubah wujudnya per satuan massa
<b>Koefisien muai panjang</b>	: perbandingan antara pertambahan panjang zat dengan panjang mula-mula zat, untuk tiap kenaikan suhu sebesar satu satuan suhu
<b>Kapasitas Kalor</b>	: Jumlah kalor yang diperlukan atau dilepaskan jika suhu benda tersebut dinaikkan atau diturunkan 1K atau 1°C
<b>Azas Black</b>	: pada pencampuran dua zat, banyaknya kalor yang dilepas zat yang suhunya lebih tinggi sama dengan banyaknya kalor yang diterima zat yang suhunya lebih rendah
<b>Konduksi</b>	: peristiwa perpindahan kalor melalui suatu zat tanpa disertai dengan perpindahan partikel partikelnya
<b>Konveksi</b>	: perambatan kalor yang disertai perpindahan massa atau perpindahan partikel partikel zat perantaranya seperti partikel udara
<b>Radasi</b>	: perpindahan kalor pada suatu zat tanpa melalui zat antara

## PETA KONSEP



## PENDAHULUAN

### A. Identitas Modul

Mata Pelajaran	: FISIKA
Kelas	: XI
Alokasi Waktu	: 8 JP (2 X PERTEMUAN@4 JP)
Judul Modul	: SUHU DAN KALOR

### B. Kompetensi Dasar

- 3.5 Menganalisis pengaruh kalor dan perpindahan kalor yang meliputi karakteristik termal suatu bahan, kapasitas dan konduktivitas kalor pada kehidupan sehari - hari
- 4.5 Merancang dan melakukan percobaan tentang karakteristik termal suatu bahan, terutama terkait dengan kapasitas dan konduktivitas kalor, beserta presentasi hasil percobaan dan pemanfaatannya

### C. Deskripsi Singkat Materi

Salam semangat belajar...!!!!

Semoga kita semua dalam keadaan sehat agar dapat terus belajar dan belajar.

Dalam modul ini, kalian akan mempelajari tentang Suhu dan Kalor yang meliputi termometer dan skala suhu, pengaruh kalor pada zat, perpindahan kalor dan pemuai zat

Setelah mempelajari materi dalam modul ini diharapkan kalian dapat mengaplikasikan konsep konsep dan prinsip pada pokok bahasan suhu dan kalor ini dalam memecahkan permasalahan dalam kehidupan sehari hari

Sebagai prasyarat pengetahuan sebelum mempelajari materi ini, kalian diharapkan sudah mempelajari sifat sifat zat dan perubahan wujud.

### D. Petunjuk Penggunaan Modul

Mulailah sebelum mempelajari isi modul ini dengan berdoa, agar ilmu yang kita dapat membawa manfaat dan keberkahan dalam hidup kita.

Berikut petunjuk penggunaan modul ini :

1. Pahami setiap konsep yang disajikan pada uraian materi yang disajikan dan contoh soal pada tiap kegiatan belajar dengan baik dan cermat
2. Jawablah soal tes formatif yang disediakan pada tiap kegiatan belajar terlebih
3. Jika terdapat tugas untuk melakukan kegiatan praktek, maka bacalah terlebih dahulu petunjuknya, dan bila terdapat kesulitan tanyakan pada guru

## **E. Materi Pembelajaran**

Modul ini terbagi menjadi **2** kegiatan pembelajaran dan di dalamnya terdapat uraian materi, contoh soal, soal latihan dan soal evaluasi.

Pertama : Suhu, Pengaruh kalor pada zat dan Azas Black

Kedua : Pemuaian zat dan Perpindahan kalor secara konduksi, konveksi, dan radiasi

## KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

### SUHU

#### A. Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran 1 ini, diharapkan peserta didik dapat:

1. mengkonversi suhu dari skala yang satu ke skala termometer yang lain;
2. menganalisis perubahan suhu pada suatu benda terhadap kalor pada benda tersebut; dan
3. menganalisis jumlah kalor yang diterima dan jumlah kalor yang dilepas pada suatu benda memiliki besar yang sama.

#### B. Uraian Materi

##### 1. Suhu



Salah satu langkah antisipasi pencegahan terinfeksi virus corona adalah memeriksa suhu tubuh seperti terlihat pada gambar. Maka dari itu, di sejumlah tempat umum seperti pusat perbelanjaan hingga bandara selalu menerapkan pengecekan suhu tubuh. Dari suhu tubuh itulah, seseorang bisa mengetahui kondisi tubuhnya sedang sehat atau tidak. Upaya ini merupakan salah satu cara pencegahan penularan covid -19. Sehingga dapat kita simpulkan betapa pentingnya suhu dalam kehidupan kita sehari-hari. Suhu merupakan derajat panas atau dingin yang dirasakan indera. Alat yang biasa digunakan untuk mengukur suhu dinamakan termometer.

##### a. Termometer



Termometer merupakan alat yang sederhana dengan fungsi yang besar. Ada bermacam-macam termometer mulai dari yang analog sampai yang digital, mulai dari yang menggunakan air raksa sampai yang menggunakan infra merah.

b. Skala Suhu

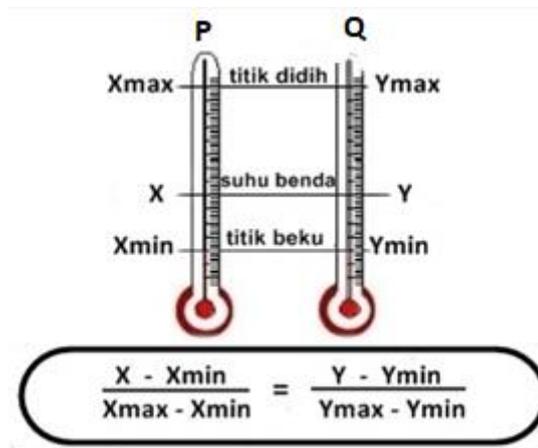
Terdapat 4 skala suhu yang digunakan pada termometer diantaranya Celcius (°C), Reamur (°R), Fahrenheit (°F) dan Kelvin (K)

No.	Termometer	Titik tetap bawah	Titik tetap atas	Jumlah skala
1	Celcius	0°C	100°C	100
2	Reamur	0°R	80°C	80
3	Fahrenheit	32°F	212°F	180
4	Kelvin	273 K	373 K	100

Konversi antara 4 skala tersebut ditunjukkan oleh tabel berikut :

	Celcius	Reamur	Kelvin	Fahrenheit
Celcius		$R = (4/5) C$	$K = C + 273$	$F = (9/5) C + 32$
Reamur	$C = (5/4) R$		$K = C + 273 = (5/4) R + 273$	$F = (9/4) R + 32$
Fahrenheit	$C = 5/9 (F - 32)$	$R = 4/9 (F - 32)$	$K = 5/9 (F - 32) + 273$	
Kelvin	$C = K - 273$	$R = 4/5 (K - 273)$		$F = 9/5 (K - 273) + 32$

Skala Celcius dan Fahrenheit banyak kita temukan di kehidupan sehari hari, sedangkan skala suhu yang ditetapkan sebagai Satuan Internasional adalah Kelvin. Berikut gambaran mengkonversi suhu pada 2 termometer yang berbeda secara umum dituliskan:



Contoh soal

Suhu udara dalam suatu ruangan 95°F. Nyatakan suhu tersebut dalam Kelvin!

Jawab

Konversi Fahrenheit ke kelvin

$$\begin{aligned}
 K &= \frac{5}{9} (F - 32) + 273 \\
 &= \frac{5}{9} (95 - 32) + 273 \\
 &= 35 + 273 \\
 &= 308 \text{ K}
 \end{aligned}$$

## 2. Kalor

### a. Pengaruh Kalor pada zat



Gambar diatas menunjukkan air yang sedang dipanaskan hingga mendidih. Saat air dipanaskan ada proses transfer energi dari satu zat ke zat lainnya yang disertai dengan perubahan suhu atau yang di sebut dengan kalor. Kalor yang diterima air ini digunakan untuk menaikkan suhunya sampai mencapai titik didih bahkan untuk merubah wujud dari cair menjadi gas.

#### 1) Kalor Jenis dan Kapasitas Kalor

Kalor jenis suatu benda didefinisikan sebagai jumlah kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu 1 kg suatu zat sebesar 1 K. Kalor jenis ini menunjukkan kemampuan suatu benda untuk menyerap kalor. Semakin besar kalor jenis suatu benda, semakin besar pula kemampuan benda tersebut dalam menyerap kalor.

Secara matematis

$$c = \frac{Q}{m \cdot \Delta T} \quad \text{atau} \quad Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

dengan

$c$  = kalor jenis suatu zat ( $\text{J kg}^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ )

$m$  = massa zat (kg)

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

$Q$  = banyak kalor yang diterima atau dilepas (J)

TABEL KALOR JENIS BEBERAPA ZAT

ZAT	KALOR JENIS ( $\text{J/kg}^\circ\text{C}$ )	ZAT	KALOR JENIS ( $\text{J/kg}^\circ\text{C}$ )
Air	4200	Besi	460
Alkohol	2400	Tembaga	390
Minyak tanah	220	Kuningan	380
Air Raksa	140	Perak	230
Es	2500	Emas	130
Aluminium	900	Timbal	130
Kaca	670	Udara	1000

Kapasitas kalor suatu benda adalah jumlah kalor yang diperlukan atau dilepaskan jika suhu benda tersebut dinaikkan atau diturunkan 1 K atau  $1^\circ\text{C}$ .

Secara matematis dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$C = \frac{Q}{\Delta T} \quad \text{atau} \quad C = m \cdot c$$

Dengan

$C$  = kapasitas kalor ( $\text{JK}^{-1}$ )

**Contoh Soal**

Air sebanyak 3 kg bersuhu 10°C dipanaskan hingga bersuhu 35°C. Jika kalor jenis 4.186 J kg<sup>-1</sup> °C<sup>-1</sup>, tentukan kalor yang diserap air tersebut!

Diketahui :

$$m = 3 \text{ kg}$$

$$\Delta T = 35 - 10 = 25 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$c = 4.186 \text{ J kg}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$$

Ditanyakan

$$Q = \dots?$$

Jawab

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

$$= 3 \cdot 4186 \cdot 25$$

$$= 313.950 \text{ J}$$

**2) Perubahan Wujud Zat**

Kalor yang diterima atau dilepaskan suatu zat dapat mengakibatkan pada perubahan wujud suatu zat. Penerimaan kalor akan meningkatkan suhu dan dapat mengubah wujud zat dari padat menjadi cair atau cair menjadi gas. Sedangkan pelepasan kalor dapat menurunkan suhu atau merubah wujud dari cair menjadi padat atau gas menjadi cair.

Ketika sedang berubah wujud, walaupun terdapat pelepasan atau penyerapan kalor tetapi tidak digunakan untuk menaikkan atau menurunkan suhu. Kalor ini disebut Kalor laten atau L. Kalor laten adalah kalor yang dibutuhkan benda untuk mengubah wujudnya per satuan massa. Secara matematis

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

Dengan

L = kalor laten ( Jkg<sup>-1</sup>)

Q = kalor yang dibutuhkan saat perubahan wujud (J)

m = massa zat (kg)

**Contoh soal**

Air sebanyak 100 gram bersuhu 70° C disiramkan pada balok es bersuhu 0° C hingga semua es melebur. Jika kalor lebur es 0,5 kkal/kg dan kalor jenis air 1 kkal kg<sup>-1</sup> °C<sup>-1</sup>, tentukan massa es yang melebur.

**Pembahasan**

Diketahui:

$$m_{\text{air}} = 100 \text{ g} = 0,1 \text{ kg}$$

$$T_{\text{air}} = 40 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$C_{\text{air}} = 1 \text{ kkal.kg}^{-1}$$

$$L_b = 0,5 \text{ kkal.kg}^{-1}$$

Ditanyakan:  $m_{\text{es}}$  ?

Jawab

Dalam kasus ini, air melepaskan kalor dan es menerima kalor, Suhu air sama dengan suhu es yakni 0 °C.

$$Q_{\text{air}} = Q_{\text{es}}$$

$$m_{\text{air}} c_{\text{air}} \Delta T = m_{\text{es}} L_b$$

$$0,1 \times 1 \times (40 - 0) = m_{\text{es}} \times 0,5$$

$$0,5m_{\text{es}} = 4$$

$$m_{\text{es}} = \frac{4}{0,5}$$

$$m_{\text{es}} = 8 \text{ kg}$$

### 3) Azas Black

Asas Black adalah suatu prinsip dalam termodinamika yang dikemukakan oleh Joseph Black. Bunyi Asas Black adalah sebagai berikut:

*“Pada pencampuran dua zat, banyaknya kalor yang dilepas zat yang suhunya lebih tinggi sama dengan banyaknya kalor yang diterima zat yang suhunya lebih rendah”.*

Energi selalu kekal sehingga benda yang memiliki temperatur lebih tinggi akan melepaskan energi sebesar  $Q_L$  dan benda yang memiliki temperatur lebih rendah akan menerima energi sebesar  $Q_T$  dengan besar yang sama.

Secara matematis, pernyataan tersebut dapat ditulis sebagai berikut.

$$Q \text{ lepas} = Q \text{ terima}$$

#### Keterangan:

$Q_{\text{Lepas}}$  = jumlah kalor yang dilepaskan oleh zat (Joule)

$Q_{\text{Terima}}$  = jumlah kalor yang diterima oleh zat (Joule)

Besarnya kalor dapat dihitung dengan menggunakan persamaan

$$Q = mc\Delta T.$$

Ketika menggunakan persamaan ini, perlu diingat bahwa temperatur naik berarti zat menerima kalor, dan temperatur turun berarti zat melepaskan kalor, maka

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

$$m_1 c_1 \Delta T_1 = m_2 c_2 \Delta T_2$$

dengan  $\Delta T_1 = T - T_{\text{akhir}}$  dan  $\Delta T_2 = T_{\text{akhir}} - T$  sehingga

$$m_1 c_1 (T_1 - T_c) = m_2 c_2 (T_c - T_2)$$

#### Keterangan:

$m_1$  = massa benda 1 yang suhunya tinggi (kg)

$m_2$  = massa benda 2 yang suhunya rendah (kg)

$c_1$  = kalor jenis benda 1 (J/kg°C)

$c_2$  = kalor jenis benda 2 (J/kg°C)

$T_1$  = suhu mula-mula benda 1 (°C atau K)

$T_2$  = suhu mula-mula benda 2 ( $^{\circ}\text{C}$  atau K)  
 $T_c$  = suhu akhir atau suhu campuran ( $^{\circ}\text{C}$  atau K)

Contoh soal

Air bermassa 200 gram bersuhu  $30^{\circ}\text{C}$  dicampur air mendidih bermassa 100 gram dan bersuhu  $90^{\circ}\text{C}$ . (Kalor jenis air =  $1 \text{ kal.gram}^{-1}\text{C}^{-1}$ ). Suhu air campuran pada saat keseimbangan termal adalah...

Pembahasan

Diketahui

$$m_1 = 200 \text{ gram} = 0,2 \text{ kg}$$

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

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

$$m_2 = 100 \text{ gram} = 0,1 \text{ kg}$$

$$c = 1 \text{ kal.gram}^{-1}\text{C}^{-1}$$

Ditanyakan

$$T_c = ?$$

Jawab

$$Q \text{ lepas} = Q \text{ terima}$$

$$m_2 \cdot c \cdot \Delta T = m_1 \cdot c \cdot \Delta T$$

$$0,1 \cdot (90 - T_c) = 0,2 \cdot (T_c - 30)$$

$$45 - 0,5 T_c = T_c - 30$$

$$75 = 1,5 T_c$$

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

## C. Rangkuman

1. Suhu merupakan derajat panas atau dingin yang dirasakan indera. Alat yang biasa digunakan untuk pengukur suhu dinamakan termometer.. Terdapat 4 skala suhu yang digunakan pada termometer diantaranya Celcius ( $^{\circ}\text{C}$ ), Reamur ( $^{\circ}\text{R}$ ), Fahrenheit ( $^{\circ}\text{H}$ ) dan Kelvin (K)
2. Kalor merupakan proses transfer energi dari suatu zat ke zat lainnya dengan di ikuti perubahan suhu
3. Kalor jenis suatu benda didefinisikan sebagai jumlah kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu 1 kg suatu zat sebesar 1 K. Kalor jenis ini menunjukkan kemampuan suatu benda untuk menyerap kalor.

Secara matematis

$$c = \frac{Q}{m \cdot \Delta T} \quad \text{atau} \quad Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

4. Kapasitas kalor suatu benda adalah jumlah kalor yang diperlukan atau dilepaskan jika suhu benda tersebut dinaikkan atau diturunkan 1 K atau  $1^{\circ}\text{C}$ .

Secara matematis dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$C = \frac{Q}{\Delta T} \quad \text{atau} \quad C = m \cdot c$$

5. Kalor laten merupakan kalor yang dibutuhkan benda untuk mengubah wujudnya per satuan massa.

Secara matematis

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

6. Bunyi Asas Black adalah sebagai berikut.

*"Pada pencampuran dua zat, banyaknya kalor yang dilepas zat yang suhunya lebih tinggi sama dengan banyaknya kalor yang diterima zat yang suhunya lebih rendah".*

$$Q \text{ lepas} = Q \text{ terima}$$

## D. Latihan Soal

1. Sebuah zat cair diukur suhunya menggunakan termometer celcius diperoleh angka  $40^{\circ}\text{C}$ . Berapakah jika zat cair tersebut diukur suhunya menggunakan termometer reamur?
2. Kalor yang dibutuhkan oleh 3 kg zat untuk menaikkan suhunya dari  $10^{\circ}\text{C}$  sampai  $80^{\circ}\text{C}$  adalah 9,45 kJ. Berapakah kalor jenis zat tersebut?
3. Sebongkah es dengan massa 100 gram memiliki suhu  $-10^{\circ}\text{C}$ . Jika Es tersebut ingin diubah menjadi air yang bersuhu  $10^{\circ}\text{C}$ , berapakah kalor yang harus diberikan? (kalor jenis air =  $4200 \text{ J/KgK}$ , kalor jenis es =  $2100 \text{ J/KgK}$ , kalor lebur es =  $336 \text{ KJ/Kg}$ )
4. Air sebanyak 0,5 kg yang bersuhu  $100^{\circ}\text{C}$  dituangkan ke dalam bejana dari aluminium yang memiliki massa 0,5 kg. Jika suhu awal bejana sebesar  $25^{\circ}\text{C}$ , kalor jenis aluminium  $900 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$ , dan kalor jenis air  $4.200 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$ , maka tentukan suhu kesetimbangan yang tercapai! (anggap tidak ada kalor yang mengalir ke lingkungan)

**Penyelesaian soal no 1**

Diketahui:

$$t_c = 40^\circ\text{C}$$

Ditanyakan:  $t_R$  ?**Jawab:**

Mengubah skala celcius ke reamur

perbandingan skala termometer reamur dan celcius adalah sebagai berikut.

$$\frac{t_R}{t_C} = \frac{4}{5}$$

Maka:

$$t_R = \frac{4}{5} \times t_C$$

$$t_R = \frac{4}{5} \times 40$$

$$t_R = 32$$

Jadi, ketika diukur dengan termometer reamur, suhunya adalah  $32^\circ\text{R}$ .**Penyelesaian soal no 2**

Diketahui:

$$m = 3 \text{ kg}$$

$$\Delta T = 80^\circ\text{C} - 10^\circ\text{C} = 70^\circ\text{C}$$

$$Q = 9,45 \text{ kJ} = 94.500 \text{ J}$$

Ditanyakan:  $c$ **Jawab:**

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

$$c = \frac{94.500 \text{ J}}{3 \text{ kg} \times 70^\circ\text{C}}$$

$$C = \frac{94.500 \text{ J}}{210 \text{ kg}^\circ\text{C}}$$

$$C = 450 \text{ J.kg}^{-1}\text{C}^{-1}$$

jadi kalor jenis zat tersebut adalah  $450 \text{ Jkg}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ **Penyelesaian soal no 3**

Diketahui

$$m_{\text{es}} = 100 \text{ gram} = 0,1 \text{ kg}$$

$$T_{\text{es}} = -10^\circ\text{C}$$

$$T_{\text{air}} = 10^\circ\text{C}$$

$$\text{kalor jenis air} = 4200 \text{ J Kg}^{-1} \text{ K}$$

$$\text{kalor jenis es} = 2100 \text{ J Kg}^{-1} \text{ K}$$

$$\text{kalor lebur es} = 336 \text{ KJ Kg}^{-1} = 336.000 \text{ J Kg}^{-1}$$

Ditanyakan

Q ?

Jawab

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

 $Q_1$  kalor yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu es dari -10 menjadi  $0^\circ\text{C}$ 

$$Q_1 = m_{\text{es}} \cdot c_{\text{es}} \cdot \Delta T$$

$$= 0,1 \cdot 2100 \cdot 10$$

$$= 2100 \text{ Joule}$$

$Q_2$ , kalor untuk merubah wujud dari es menjadi air  $0^\circ\text{C}$

$$\begin{aligned} Q_2 &= m \cdot L \\ &= 0,1 \cdot 336.000 \\ &= 33.600 \text{ J} \end{aligned}$$

$Q_3$ , kalor untuk menaikkan suhu dari  $0^\circ\text{C}$  air menjadi  $10^\circ\text{C}$  air

$$\begin{aligned} Q_3 &= m_{\text{air}} \cdot c_{\text{air}} \cdot \Delta T \\ &= 0,1 \cdot 4200 \cdot 10 \\ &= 4200 \text{ J} \end{aligned}$$

Kalor yang dibutuhkan untuk menaikan suhu es dari  $-10^\circ\text{C}$  menjadi  $0^\circ\text{C}$

$$\begin{aligned} Q &= 2100 + 33600 + 4200 \\ &= 39.900 \text{ J} \end{aligned}$$

### Penyelesaian soal no 4

Diketahui:

$$m_{\text{bjn}} = 0,5 \text{ kg}$$

$$m_{\text{air}} = 0,5 \text{ kg}$$

$$T_{\text{air}} = 100^\circ\text{C}$$

$$T_{\text{bjn}} = 25^\circ\text{C}$$

$$c_{\text{air}} = 4.200 \text{ J kg}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$$

$$c_{\text{bjn}} = 900 \text{ J kg}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$$

Ditanyakan:  $T_{\text{akhir}}/T_{\text{termal}} = \dots ?$

**Jawab:**

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

$$m_{\text{air}} \times c_{\text{air}} \times \Delta T_{\text{air}} = m_{\text{bjn}} \times c_{\text{bjn}} \times \Delta T_{\text{bjn}}$$

$$m_{\text{air}} \times c_{\text{air}} \times (T_{\text{air}} - T_{\text{termal}}) = m_{\text{bjn}} \times c_{\text{bjn}} \times (T_{\text{termal}} - T_{\text{bjn}})$$

$$0,5 \times 4.200 \times (100 - T_{\text{termal}}) = 0,5 \times 900 \times (T_{\text{termal}} - 25)$$

$$2.100 \times (100 - T_{\text{termal}}) = 450 \times (T_{\text{termal}} - 25)$$

$$210.000 - 2.100T_{\text{termal}} = 450T_{\text{termal}} - 11.250$$

$$450T_{\text{termal}} + 2.100T_{\text{termal}} = 210.000 + 11.250$$

$$2.550T_{\text{termal}} = 221.250$$

$$T_{\text{termal}} = \frac{221.250}{2550}$$

$$T_{\text{termal}} = 86,76^\circ\text{C}$$

Jadi, suhu kesetimbangannya adalah  $86,76^\circ\text{C}$ .

## E. Penilaian Diri

NO	PERNYATAAN	JAWABAN	
		YA	TIDAK
1	Saya sudah mampu mengkonversi suhu dari skala yang satu ke skala termometer yang lain		
2	Saya sudah mampu menganalisis perubahan suhu pada suatu benda terhadap kalor pada benda tersebut		
3	Saya sudah dapat menganalisis jumlah kalor yang diterima dan jumlah kalor yang dilepas pada suatu benda memiliki besar yang sama		

Apabila kalian menjawab pernyataan jawaban Ya, berarti telah memahami dan menerapkan semua materi. Bagi yang menjawab tidak silahkan mengulang materi yang terkait.

## KEGIATAN PEMBELAJARAN 2 KALOR

### A. Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran 2 ini, diharapkan peserta didik dapat:

1. menentukan panjang benda setelah mengalami muai panjang;
2. menentukan luas benda setelah mengalami muai luas;
3. menentukan volume benda setelah mengalami muai volume;
4. menentukan jumlah kalor yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu;
5. menentukan jumlah kalor yang digunakan untuk mengubah wujud zat; dan
6. menentukan laju aliran kalor secara konduksi, konveksi maupun radiasi.

### B. Uraian Materi

#### 1. Pemuaiian Zat

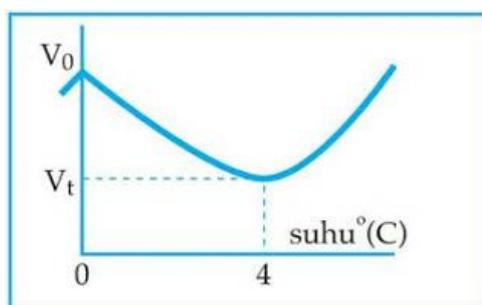


Gambar diatas menunjukkan gambar sambungan antar rel kereta api yang dibuat agak renggang untuk memberi ruang saat rel mengalami pemuaiian.

Pemuaiian zat umumnya terjadi ke segala arah, ke arah panjang, ke arah lebar dan ke arah tebal. Namun, pada pembahasan tertentu mungkin kita hanya memandang pemuaiian ke satu arah tertentu, misalnya ke arah panjang, sehingga kita hanya membahas pemuaiian panjang.

#### a. Pemuaiian Zat Cair

Pada umumnya setiap zat memuai jika dipanaskan, kecuali air jika dipanaskan dari  $0^{\circ}\text{C}$  sampai  $4^{\circ}\text{C}$  akan menyusut. Sifat keanehan air seperti itu disebut anomali air. Grafik anomali air seperti diperlihatkan pada gambar berikut ini.



**Keterangan:**

Pada suhu  $4^{\circ}\text{C}$  diperoleh:

- a) volume air terkecil  
b) massa jenis air terbesar

Karena pada zat cair hanya mengalami pemuaian volume, maka pada pemuaian zat cair hanya diperoleh persamaan berikut.

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

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

**Tabel Koefisien Muai Ruang Zat Cair untuk Beberapa Jenis Zat dalam Satuan K-**

1

No.	Jenis Zat Cair	Koefisien muai Panjang
1.	Alkohol	0,0012
2.	Air	0,0004
3.	Gliserin	0,0005
4.	Minyak parafin	0,0009
5.	Raksa	0,0002

## b. Pemuaian Zat Padat

### 1) Muai Panjang



Pemuaian panjang disebut juga dengan pemuaian linier. Pemuaian panjang zat padat berlaku jika zat padat itu hanya dipandang sebagai satu dimensi (berbentuk garis)

Untuk pemuaian panjang digunakan konsep koefisien muai panjang atau koefisien muai linier yang dapat didefinisikan sebagai perbandingan antara pertambahan panjang zat dengan panjang mula-mula zat, untuk tiap kenaikan suhu sebesar satu satuan suhu.

Jika koefisien muai panjang dilambangkan dengan  $\alpha$  dan pertambahan panjang  $\Delta L$ , panjang mula-mula  $L_0$  dan perubahan suhu  $\Delta T$  maka koefisien muai panjang dapat dinyatakan dengan persamaan:

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

Sehingga satuan dari  $\alpha$  adalah  $1/K$  atau  $K^{-1}$ . Dari persamaan di atas, diperoleh pula persamaan berikut.

$$\Delta L = \alpha L \Delta T$$

Dimana

$$\Delta L = L_t - L_0,$$

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

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

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

**Keterangan:**

$L_t$  = panjang benda saat dipanaskan (m)  
 $L_0$  = panjang benda mula-mula (m)  
 $\alpha$  = koefisien muai linear/panjang ( $^{\circ}\text{C}^{-1}$ )  
 $\Delta T$  = perubahan suhu ( $^{\circ}\text{C}$ )

**Tabel Koefisien Muai Panjang dari Beberapa Jenis Zat Padat**

Jenis Bahan	Koefisien muai Panjang (dalam $\text{K}^{-1}$ )
Kaca	0,000009
Baja/besi	0,000011
Aluminium	0,000026
Pirex ( <i>Pyrex</i> )	0,000003
Platina	0,000009
Tembaga	0,000017

**2) Muai Luas**

Jika zat padat tersebut mempunyai 2 dimensi (panjang dan lebar), kemudian dipanasi tentu baik panjang maupun lebarnya mengalami pemuaian atau dengan kata lain luas zat padat tersebut mengalami pemuaian. Koefisien muai pada pemuaian luas ini disebut dengan koefisien muai luas yang diberi lambang  $\beta$ . Analog dengan pemuaian panjang, maka jika luas mula-mula  $A_0$ , pertambahan luas  $\Delta A$  dan perubahan suhu  $\Delta T$ , maka koefisien muai luas dapat dinyatakan dengan persamaan:

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

Dari persamaan di atas, diperoleh pula persamaan berikut

$$\Delta A = \beta A \Delta T$$

Dimana  $\Delta A = A_t - A_0$ , sehingga persamaan menjadi:

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

$$A_t = A_0 + \beta A_0 \Delta T$$

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

Nilai  $\beta = 2\alpha$  sehingga persamaan diatas dapat juga ditulis sebagai berikut.

$$A_t = A_0(1 + 2\alpha\Delta T)$$

**Keterangan:**

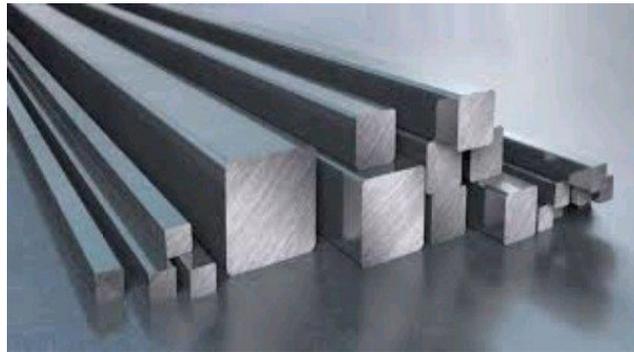
$A_t$  = luas benda saat dipanaskan ( $m^2$ )

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

$\beta = 2\alpha$  = koefisien muai luas ( $/^\circ C$ )

$\Delta T$  = perubahan suhu ( $^\circ C$ )

### 3) Muai Volume



Zat padat yang mempunyai bentuk ruang, jika dipanaskan mengalami pemuaian volum. Koefisien pemuaian pada pemuaian volum ini disebut dengan koefisien muai volum atau koefisien muai ruang yang diberi lambang  $\gamma$ . Jika volum mula-mula  $V_0$ , penambahan volum  $\Delta V$  dan perubahan suhu  $\Delta T$ , maka koefisien muai volum dapat dinyatakan dengan persamaan:

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

Dari persamaan di atas, diperoleh pula persamaan berikut.

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

Dimana  $\Delta V = V_t - V_0$ , sehingga menjadi:

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

$$V_t = V_0 + \gamma V_0 \Delta T$$

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

nilai  $\gamma = 3\alpha$  sehingga persamaan diatas dapat juga ditulis sebagai berikut.

$$V_t = V_0(1 + 3\alpha\Delta T)$$

**Keterangan:**

$V_t$  = luas benda saat dipanaskan ( $m^3$ )

$V_0$  = luas benda mula-mula ( $m^3$ )

$\gamma = 3\alpha$  = koefisien muai volume ( $/^\circ C$ )

$\Delta T$  = perubahan suhu ( $^\circ C$ )

### c. Pemuaian Zat Gas

Jika gas dipanaskan, maka dapat mengalami pemuaian volume dan dapat juga terjadi pemuaian tekanan. Dengan demikian pada pemuaian gas terdapat beberapa persamaan, sesuai dengan proses pemanasannya.

#### 1) Pemuaian Volume pada Tekanan Tetap (Isobarik)

Jika gas dipanaskan pada tekanan tetap maka volume gas sebanding dengan suhu mutlak gas itu.. Secara matematik dapat dinyatakan:

$$V \sim T$$

Atau secara lengkap dapat ditulis dalam bentuk persamaan berikut

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

#### 2) Pemuaian Tekanan Gas pada Volume Tetap (Isokhorik)

Jika pemanasan terus dilakukan pada gas dalam ruang tertutup, maka tekanan gas sebanding dengan suhu mutlak gas tersebut. Secara matematik dapat dinyatakan sebagai berikut.

$$P \sim T$$

Atau secara lengkap dapat ditulis dalam bentuk persamaan berikut.

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

#### 3) Pemuaian Volume Gas pada Suhu Tetap (Isotermis)

Jika gas dipanaskan dengan suhu tetap, tekanan gas berbanding terbalik dengan volume gas.

$$P = \frac{1}{V}$$

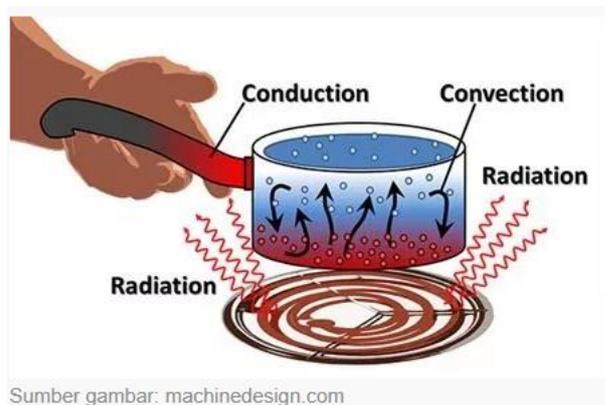
diperoleh:

$$P.V = \text{tetap} \quad \text{atau} \quad P_1V_1 = P_2V_2$$

Jika pada proses pemuaian gas terjadi tekanan berubah, volum berubah dan suhu berubah maka dapat diselesaikan dengan persamaan **hukum Boyle - Gay Lussac**

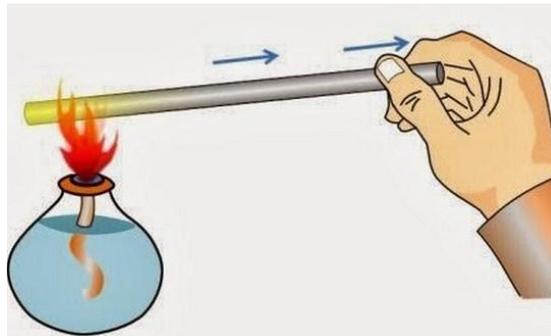
$$\frac{P.V}{T} = \text{tetap} \quad \text{atau} \quad \frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$$

### c. Perpindahan Kalor



Perpindahan kalor (panas) dapat dibagi menjadi tiga jenis berdasarkan medium perantaranya. Tiga jenis perpindahan kalor tersebut adalah konduksi, konveksi, dan radiasi. Gambar diatas dapat menjelaskan 3 jenis perpindahan panas secara konduksi, konveksi dan radiasi secara sekaligus. Rambatan kalor api dari kompor ke panci adalah proses radiasi, kemudian air yang panas di bagian bawah panci akan bergerak ke atas bertukar posisi dengan air ddingin i bagian atas menghasilkan transfer kalor melalui konveksi, dan panas yang terdapat di pemegang panci yang terbuat dari logam dapat dihantarkan ke tangan melalui proses konduksi.

### 1. Konduksi



Gambar diatas menunjukkan sebuah batang logam yang salah satu ujungny dipanaskan diatas api sementara ujung yang satu lagi dipegang tangan. Panas yang terjadi di ujung logam yang dipanaskan di atas api dirasakan juga oleh tangan yang memegang ujung logam yang lainnya. Ini membuktikan adanya aliran kalor (panas) pada logam.

Peristiwa perpindahan kalor melalui suatu zat tanpa disertai dengan perpindahan partikel partikelnya disebut konduksi. Jumlah kalor yang dipindahkan per satuan waktu, secara matematis dituliskan:

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

Dengan

H = jumlah kalor yang merambat tiap satuan waktu

= laju aliran kalor ( $\text{J s}^{-1}$ )

k = koefisien konduksi termal ( $\text{J m}^{-1}\text{s}^{-1}\text{K}^{-1}$ )

A = luas penampang batang ( $\text{m}^2$ )

L = panjang batang (m)

$\Delta T$  = perbedaan suhu antara kedua ujung batang (K)

#### Contoh Soal

Batang logam dengan panjang 2 meter memiliki luas penampang  $20 \text{ cm}^2$  dan perbedaan suhu kedua ujungnya  $50^\circ\text{C}$ . Jika koefisien konduksi termal  $0,2 \text{ kal m}^{-1} \text{ s}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$  tentukan laju aliran kalor !

Pembahasan

Diketahui :

L = 2 m

A =  $20 \text{ cm}^2 = 20 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$

k =  $0,2 \text{ kal m}^{-1} \text{ s}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$

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

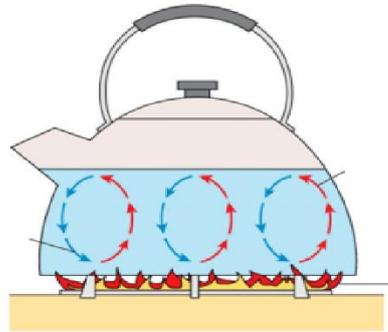
Ditanyakan

H = ...?

Jawab

$$\begin{aligned} H &= kA \frac{\Delta T}{L} \\ &= 0,2 \cdot 20 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{50}{2} \\ &= 0,01 \text{ kal s}^{-1} \end{aligned}$$

## 2. Konveksi



Saat kalian merebus air maka akan terjadi aliran (perpindahan ) kalor dari air yang panas dibagian bawah dengan air yang dingin dibagian atas wadah. Peristiwa perpindahan kalor yang disertai perpindahan massa atau perpindahan partikel partikel zat perantaranya disebut dengan aliran kalor secara konveksi. Laju kalor secara konveksi , secara matematis dapat dirumuskan:

$$H = h A \Delta T$$

Dengan

$H$  = laju perpindahan kalor ( $\text{J s}^{-1}$ )

$h$  = koefisien konveksi termal ( $\text{J s}^{-1} \text{ m}^{-2} \text{ K}^{-1}$ )

$A$  = luas permukaan ( $\text{m}^2$ )

$\Delta T$  = perbedaan suhu (K)

Contoh Soal

Suatu fluida dengan koefisien konveksi termal  $0,01 \text{ kal m}^{-1} \text{ s}^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ , memiliki luas penampang aliran  $20 \text{ cm}^2$ . Jika fluida tersebut mengalir dari dinding yang bersuhu  $100^\circ\text{C}$  ke dinding lainnya yang bersuhu  $20^\circ\text{C}$  dan kedua dinding sejajar, berapakah besar kalor yang dirambatkan ?

Pembahasan

Diketahui :

$$h = 0,01 \text{ kal m}^{-1} \text{ s}^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

$$A = 20 \text{ cm}^2 = 20 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\Delta T = 100 - 20 = 80 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Ditanyakan

$$H = \dots ?$$

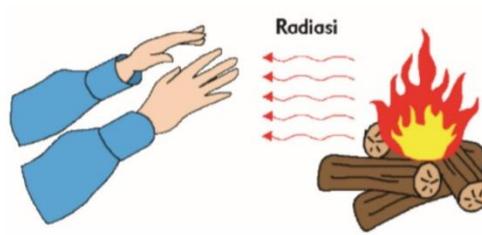
Jawab

$$H = hA \Delta T$$

$$= 0,01 \cdot 20 \cdot 10^{-4} \cdot 80$$

$$= 1,6 \cdot 10^{-3} \text{ kal s}^{-1}$$

### 3. Radiasi



Saat kalian berkumpul di sekitar api unggun, akan dirasakan panas dari api yang menyala. Peristiwa perpindahan kalor tanpa zat perantara disebut dengan radiasi. Besar laju aliran kalor secara matematis dirumuskan :

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = e\sigma A T^4$$

Dengan

Q = Kalor yang dipancarkan (J)

T = suhu mutlak (K)

e = emisivitas bahan

$\sigma$  = tetapan Boltzman

$$= 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-4}$$

A = luas penampang benda ( $\text{m}^2$ )

Contoh soal

Sebuah lampu pijar menggunakan kawat wolfram dengan luas  $10^{-6} \text{ m}^2$  dan emisivitasnya 0,5. Bila bola lampu tersebut berpijar pada suhu 1000K selama 5 sekon ( $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-4}$ ). Hitunglah jumlah energi radiasi yang dipancarkan!

Pembahasan

Diketahui

$$A = 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$e = 0,5$$

$$T = 1000 \text{ K}$$

$$t = 5 \text{ sekon}$$

$$\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-4}$$

Ditanyakan

$$\Delta Q = \dots?$$

$$\begin{aligned} \frac{\Delta Q}{\Delta t} &= e\sigma A T^4 \\ \Delta Q &= e\sigma A T^4 \Delta t \\ &= 0,5 \cdot 5,67 \cdot 10^{-8} \cdot 10^{-6} \cdot 1000^4 \cdot 5 \\ &= 14,175 \cdot 10^{-2} \text{ J} \end{aligned}$$

## C. Rangkuman

### 1. Pemuaiian Zat Cair

Pada zat cair hanya mengalami pemuaiian volume, dengan persamaan berikut.

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

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

### 2. Pemuaiian zat padat

#### a. Muai panjang

Pemuaiian panjang disebut juga dengan pemuaiian linier. Pemuaiian panjang zat padat berlaku jika zat padat itu hanya dipandang sebagai satu dimensi (berbentuk garis)

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

#### b. Muai Luas

Jika zat padat tersebut mempunyai 2 dimensi (panjang dan lebar), kemudian dipanasi tentu baik panjang maupun lebarnya mengalami pemuaiian

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

#### c. Muai Volume

Zat padat yang mempunyai bentuk ruang, jika dipanaskan mengalami pemuaiian volume

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

### 3. Pemuaiian zat gas

#### a. Isobarik

Jadi pada tekanan tetap, volume gas sebanding dengan suhu mutlak gas itu.

Pernyataan itu disebut **Hukum Gay-Lussac**. Secara matematik dapat dinyatakan:

$$V \sim T$$

Atau secara lengkap dapat ditulis dalam bentuk persamaan berikut

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

#### b. Isokhorik

Pada volume tetap tekanan gas sebanding dengan suhu mutlak gas. Pernyataan itu disebut juga dengan **hukum Gay-Lussac**. Secara matematik dapat dinyatakan sebagai berikut.

$$P \sim T$$

Atau secara lengkap dapat ditulis dalam bentuk persamaan berikut.

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

#### c. Isotermis

Pada suhu tetap, tekanan gas berbanding terbalik dengan volume gas. Pernyataan itu disebut **hukum Boyle**. Salah satu penerapan hukum Boyle yaitu pada pompa sepeda. Dari hukum Boyle tersebut, diperoleh:

$$P \cdot V = \text{tetap} \quad \text{atau} \quad P_1 V_1 = P_2 V_2$$

Jika pada proses pemuaiian gas apabila terjadi dengan tekanan berubah, volum berubah

dan suhu berubah maka dapat diselesaikan

#### 7. Perpindahan kalor secara konduksi

Peristiwa perpindahan kalor melalui suatu zat tanpa disertai dengan perpindahan partikel partikelnya disebut konduksi. Jumlah kalor yang dipindahkan per satuan waktu, secara matematis dituliskan:

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

#### 8. Perpindahan kalor secara konveksi

Peristiwa perpindahan kalor yang disertai perpindahan massa atau perpindahan partikel partikel zat perantaranya. Laju kalor secara konveksi, secara matematis dapat dirumuskan:

$$H = h A \Delta T$$

#### 9. Perpindahan kalor secara radiasi

Peristiwa perpindahan kalor tanpa zat perantara disebut dengan radiasi. Besar laju aliran kalor secara matematis dirumuskan :

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = e\sigma A T^4$$

## D. Penugasan Mandiri

Judul : Konduksi

Tujuan : Mengamati gejala aliran kalor secara konduksi

Alat dan Bahan:

- 1) Lilin
- 2) Korek api
- 3) Sendok besi
- 4) Margarin
- 5) Penjepit kayu

Cara Kerja

- 1) Bakarlah sebatang lilin
- 2) Letakkan margarin di ujung sendok
- 3) Bakarlah batang sendok diatas lilin sambul dijepit
- 4) Amati apa yang terjadi

Pertanyaan

1. Apakah margarin di ujung sendok akan meleleh? Mengapa?
2. Buatlah suatu kesimpulan dari hasil pengamatan kalian!

## E. Latihan Soal

1. Sebatang besi yang panjangnya 80 cm, dipanasi sampai 50°C ternyata bertambah panjang 5 mm. Berapa pertambahan panjang besi tersebut jika panjangnya 50 cm dipanasi sampai 60°C?
2. Sebuah bejana tembaga dengan volume 100 cm<sup>3</sup> diisi penuh dengan air pada suhu 30°C. Kemudian keduanya dipanasi hingga suhunya 100°C. Jika  $\alpha$  tembaga =  $1,8 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$  dan  $\gamma$  air =  $4,4 \times 10^{-4}/^{\circ}\text{C}$ . Berapa volume air yang tumpah saat itu?
3. Gas dalam ruang tertutup mempunyai tekanan 1 cmHg. Jika kemudian gas tersebut ditekan pada suhu tetap sehingga volum gas menjadi  $\frac{1}{4}$  volum mula-mula, berapa tekanan gas yang terjadi?

**Penyelesaian Latihan Soal****Penyelesaian soal no 1**

Diketahui:

$L_{01} = 80 \text{ cm}$

$L_{02} = 50 \text{ cm}$

$\Delta T_1 = 50^\circ\text{C}$

$\Delta T_2 = 60^\circ\text{C}$

$\Delta L_1 = 5 \text{ mm}$

Ditanyakan:  $\Delta L_2 = \dots?$ **Jawab:**

Karena jenis bahan sama (besi), maka:

$$\alpha_1 = \alpha_2$$

$$\frac{\Delta L_1}{L_{01}\Delta T_1} = \frac{\Delta L_2}{L_{02}\Delta T_2}$$

$$\frac{5}{80 \times 50} = \frac{\Delta L_2}{50 \times 60}$$

$$\frac{5}{4000} = \frac{\Delta L_2}{3000}$$

$$4000\Delta L_2 = 5 \times 3000$$

$$4000\Delta L_2 = 15000$$

$$\Delta L_2 = 15000/4000$$

$$\Delta L_2 = 3,75 \text{ mm}$$

**Penyelesaian soal no 2**

Diketahui:

$V_0 \text{ tembaga} = V_0 \text{ air} = 100 \text{ cm}^3$

$\Delta T = 100^\circ\text{C} - 30^\circ\text{C} = 70^\circ\text{C}$

$\alpha \text{ tembaga} = 1,8 \times 10^{-5}/^\circ\text{C}$

$\gamma \text{ tembaga} = 3\alpha = 3 \times 1,8 \times 10^{-5} = 5,4 \times 10^{-5}/^\circ\text{C}$

$\gamma \text{ air} = 4,4 \times 10^{-4}/^\circ\text{C}$

Ditanyakan:  $V \text{ air yang tumpah} = \dots?$ **Jawab:**Untuk tembaga:

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

$V_t = 100(1 + 5,4 \times 10^{-5} \times 70)$

$V_t = 100(1 + 3,78 \times 10^{-3})$

$V_t = 100(1 + 0,00378)$

$V_t = 100(1,00378)$

$V_t = 100,378 \text{ cm}^3$

Untuk air:

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

$V_t = 100(1 + 4,4 \times 10^{-4} \times 70)$

$V_t = 100(1 + 3,08 \times 10^{-2})$

$V_t = 100(1 + 0,0308)$

$V_t = 100(1,0308)$

$V_t = 103,08 \text{ cm}^3$

Jadi, volume air yang tumpah adalah sebagai berikut.

$V \text{ air tumpah} = V_t \text{ air} - V_t \text{ tembaga}$

$V \text{ air tumpah} = 103,08 - 100,378$

$V \text{ air tumpah} = 2,702 \text{ cm}^3$

**Penyelesaian soal no 3**

Diketahui:

$$P_1 = 1 \text{ atm}$$

$$V_2 = \frac{1}{4} V_1$$

Ditanyakan:  $P_2 = \dots?$ **Jawab:**

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$1 V_1 = P_2 (\frac{1}{4} V_1)$$

$$V_1 = \frac{1}{4} V_1 P_2$$

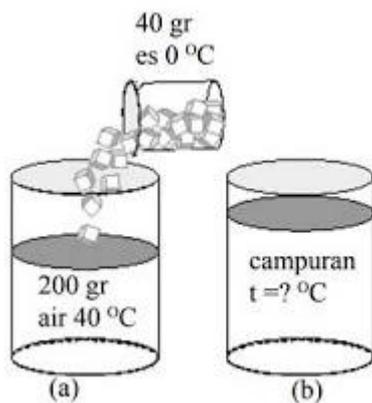
$$P_2 = 4 \text{ atm}$$

**G. Penilaian Diri**

NO	PERNYATAAN	JAWABAN	
		YA	TIDAK
1	Saya sudah mampu menentukan panjang benda setelah mengalami pemuaian panjang		
2	Saya sudah mampu menentukan luas benda setelah mengalami pemuaian luas		
3	Saya sudah dapat menentukan volume benda setelah mengalami pemuaian volume		
4	Saya sudah dapat menentukan jumlah kalor untuk menaikkan suhu tertentu		
5	Saya sudah dapat menentukan jumlah kalor yang digunakan untuk mengubah wujud zat		
6	Saya sudah dapat menentukan laju aliran kalor secara konduksi, konvesi maupun radiasi		

## EVALUASI

1. Sebuah termometer X memiliki titik beku  $40^{\circ}\text{X}$  dan titik didih  $240^{\circ}\text{X}$ . Jika sebuah benda di ukur suhunya dengan menggunakan termometer Celcius menunjukkan angka  $40^{\circ}\text{C}$ , maka bila diukur dengan menggunakan termometer X suhunya adalah ... .
  - A.  $60^{\circ}\text{X}$
  - B.  $90^{\circ}\text{X}$
  - C.  $110^{\circ}\text{X}$
  - D.  $120^{\circ}\text{X}$
  - E.  $160^{\circ}\text{X}$
2. Sebuah kalorimeter beisi es sebanyak 36 gram pada suhu  $-6^{\circ}\text{C}$ . Kapasitas kalor kalorimeter adalah 27 kal/K. Kemudian ke dalam kalorimeter dituang zat cair dengan kalor jenis 0,58 kal/gram K dengan suhu  $50^{\circ}\text{C}$  yang menyebabkan suhu akhir  $8^{\circ}\text{C}$ . Massa zat cair yang ditungkan adalah ... gram (kalor jenis es = 0,5 kal/gram.K, kalor lebur es = 80 kal/gram)
  - A. 108
  - B. 150
  - C. 200
  - D. 288
  - E. 300
3. Es sebanyak 3 kg pada suhu  $0^{\circ}\text{C}$  dibiarkan pada suhu ruang hingga seluruhnya mencair. Kalor yang diperlukan untuk mencairkan es tersebut adalah ... . (kalor lebur es =  $3,33 \cdot 10^{-5}$  J/kg)
  - A.  $10^{-2}$  J
  - B.  $10^{-3}$  J
  - C.  $10^{-4}$  J
  - D.  $10^{-5}$  J
  - E.  $10^{-6}$  J
4. Perhatikan gambar berikut!



Dalam gelas berisi 200 cc air  $40^{\circ}\text{C}$  kemudian dimasukkan 40 gram es  $0^{\circ}\text{C}$ . Jika kapasitas kalor gelas 20 kal/ $^{\circ}\text{C}$ , kalor lebur es adalah 80 kal/g, dan kalor jenis air 1 kal/gram $^{\circ}\text{C}$ , maka berapakah suhu seimbangya?

- A.  $21,54^{\circ}\text{C}$
- B.  $32,44^{\circ}\text{C}$
- C.  $64,00^{\circ}\text{C}$
- D.  $84,00^{\circ}\text{C}$
- E.  $96,56^{\circ}\text{C}$

5. Sebanyak 0,5 kg balok es dengan suhu  $-40^{\circ}\text{C}$  dicampur dengan air 1 kg yang suhunya  $80^{\circ}\text{C}$ . Jika kalor jenis air  $1 \text{ kal/gram}^{\circ}\text{C}$ , kalor jenis es  $0,5 \text{ kal/gram}^{\circ}\text{C}$  dan kalor lebur es  $80 \text{ kal/gram}$ , maka suhu akhir campuran adalah ... .
  - A.  $10^{\circ}\text{C}$
  - B.  $20^{\circ}\text{C}$
  - C.  $30^{\circ}\text{C}$
  - D.  $40^{\circ}\text{C}$
  - E.  $50^{\circ}\text{C}$
6. Sebuah gelas kaca memiliki volume  $500 \text{ cm}^3$  di isi penuh dengan alkohol pada suhu  $0^{\circ}\text{C}$ . Koefisien muai linier gelas  $9 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$  dan koefisien muai volume alkohol  $1,2 \cdot 10^{-3}/^{\circ}\text{C}$ . Jika gelas dan alkohol dipanaskan sampai dengan suhu  $22^{\circ}\text{C}$ , maka banyaknya alkohol yang tumpah adalah ... .
  - A.  $15,0 \text{ m}^3$
  - B.  $14,5 \text{ m}^3$
  - C.  $14,0 \text{ m}^3$
  - D.  $13,5 \text{ m}^3$
  - E.  $12,9 \text{ m}^3$
7. Sebuah batang tembaga yang memiliki koefisien muai linier  $17 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$  pada suhu  $300 \text{ K}$  memiliki panjang  $12 \text{ cm}$ . Jika suhu batang dijadikan  $400 \text{ K}$ , maka panjang batang bertambah sebesar ... .
  - A.  $0,0204 \text{ cm}$
  - B.  $0,204 \text{ cm}$
  - C.  $2,04 \text{ cm}$
  - D.  $0,324 \text{ cm}$
  - E.  $3,24 \text{ cm}$
8. Gas dalam ruang tertutup mempunyai tekanan  $1 \text{ atm}$ . Jika kemudian gas tersebut ditekan pada suhu tetap sehingga volum gas menjadi  $\frac{1}{4}$  volum mula-mula, berapa tekanan gas yang terjadi?
  - A.  $1 \text{ atm}$
  - B.  $2 \text{ atm}$
  - C.  $3 \text{ atm}$
  - D.  $4 \text{ atm}$
  - E.  $5 \text{ atm}$
9. Perhatikan sambungan 2 batang logam P dan Q berikut!



Bila panjang dan luas penampang kedua logam sama, tetapi konduktivitas logam P dua kali konduktivitas logam Q, maka suhu tepat pada sambungan di B adalah ... .

- A.  $20^{\circ}\text{C}$
- B.  $30^{\circ}\text{C}$
- C.  $40^{\circ}\text{C}$
- D.  $50^{\circ}\text{C}$
- E.  $80^{\circ}\text{C}$

10. Sebuah plat tipis memiliki luas permukaan  $0,02 \text{ m}^2$ . Plat tersebut dipanaskan dengan sebuah tungku hingga suhunya mencapai  $1000 \text{ K}$ . Jika emisivitas plat  $0,6$ , maka laju radiasi yang dipancarkan plat tersebut adalah ... . ( $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W/mK}^4$ )
- A.  $680,4 \text{ W}$
  - B.  $752,0 \text{ W}$
  - C.  $850,0 \text{ W}$
  - D.  $892,0 \text{ W}$
  - E.  $982,0 \text{ W}$

**Kunci Jawaban Evaluasi**

1. D
2. B
3. C
4. A
5. B
6. E
7. A
8. D
9. D
10. A

## DAFTAR PUSTAKA

Sufi ani Rufaida, Sarwanto, 2013, Fisika Peminatan dan Ilmu Alam untuk SMA kelas X, Jakarta, Mediatama

Foster, Bob, 2014, Akselerasi Fisika untuk SMA/MA kelas X, Bandung, Duta

<https://www.fisikabc.com/2018/05/pemuaian-volume-pada-zat-padat-cair-gas.html>

<https://www.studiobelajar.com/suhu-dan-kalor/>

<https://images.app.goo.gl/nTg8By6KSgbrCGps7>