



SUHU DAN KALOR PERAMBATAN KALOR

OLEH :
Ir. ARIANTO

SUHU DAN KALOR



<u>PENGERTIAN SIFAT TERMAL ZAT</u>		<u>PEMUAIAN MASSA JENIS</u>
<u>PENGUKURAN SUHU</u>	<u>CONTOH SOAL 1</u>	<u>KALOR</u>
<u>MACAM TERMOMETER</u>	<u>CONTOH SOAL 2</u>	<u>KAPASITAS PANAS</u>
<u>JENIS TERMOMETER</u>	<u>CONTOH SOAL 3</u>	<u>KALOR JENIS</u>
<u>PEMUAIAN PANJANG</u>	<u>CONTOH SOAL 4</u>	<u>KALOR LATEN</u>
<u>PEMUAIAN LUAS</u>	<u>CONTOH SOAL 5</u>	<u>PERUBAHAN WUJUD</u>
<u>PEMUAIAN VOLUME</u>	<u>CONTOH SOAL 6</u>	<u>AZAZ BLACK</u>
<u>ANOMALI AIR</u>	<u>CONTOH SOAL 7</u>	<u>RAMBATAN PANAS</u>

Created by : Ir. Arianto, Guru Fisika SMAK. St. Louis 1

PENGERTIAN SIFAT TERMAL ZAT



Sifat termal zat ialah bahwa setiap zat yang menerima ataupun melepaskan kalor, maka zat tersebut akan mengalami :

- Perubahan suhu / temperatur / derajat panas.
- Perubahan panjang ataupun perubahan volume zat tersebut.
- Perubahan wujud.

Created by : Ir. Arianto, Guru Fisika SMAK. St. Louis 1

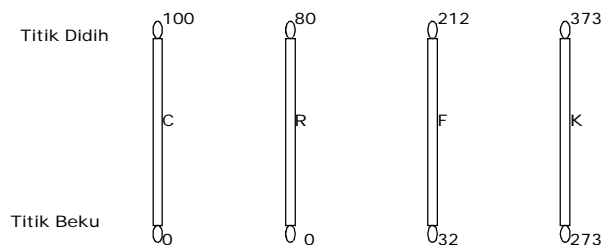
PENGUKURAN SUHU



Alat untuk mengukur suhu suatu zat disebut TERMOMETER.

Secara umum ada 3 jenis termometer, yaitu :

- Termometer celcius, mempunyai titik beku air 0°
titik didih air 100°
- Termometer reamur, mempunyai titik beku air 0°
titik didih air 80°
- Termometer Fahrenheit, mempunyai titik beku air 32°
titik didih air 212°



Created by : Ir. Arianto, Guru Fisika SMAK. St. Louis 1

LANJUTAN PENGUKURAN SUHU



Jadi 100 bagian C = 80 bagian R = 180 bagian F
 $^{\circ}\text{C}$ & $^{\circ}\text{R}$ dimulai pada angka nol dan $^{\circ}\text{F}$ dimulai pada angka 32
 Maka C : R : (F-32) = 100 : 80 : 180

$$\text{C} : \text{R} : (\text{F}-32) = 5 : 4 : 9$$

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

$$t_F = \frac{9}{5}t_C + 32$$

$$t_R = \frac{4}{9}(t_F - 32)$$

Selain 3 jenis termometer di atas, derajat panas sering dinyatakan dengan derajat mutlak atau derajat KELVIN ($^{\circ}\text{K}$)

$$t_K = t_C + 273$$

Created by : Ir. Arianto, Guru Fisika SMAK. St. Louis 1

MACAM TERMOMETER



Macam - macam termometer.

Termometer alkohol.

Karena air raksa membeku pada -400°C dan mendidih pada 3600°C , maka termometer air raksa hanya dapat dipakai untuk mengukur suhu-suhu diantara interval tersebut. Untuk suhu-suhu yang lebih rendah dapat dipakai alkohol (Titik beku -1300°C) dan pentana (Titik beku -2000°C) sebagai zat cairnya.

Termoelemen.

Alat ini bekerja atas dasar timbulnya gaya gerak listrik (g.g.l) dari dua buah sambungan logam bila sambungan tersebut berubah suhunya.

Pirometer Optik.

Alat ini dapat dipakai untuk mengukur temperatur yang sangat tinggi.

Termometer maksimum-minimum Six Bellani.

Adalah termometer yang dipakai untuk menentukan suhu yang tertinggi atau terendah dalam suatu waktu tertentu.

Termostat.

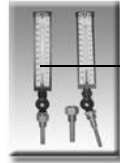
Alat ini dipakai untuk mendapatkan suhu yang tetap dalam suatu ruangan.

Termometer diferensial.

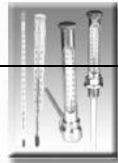
Dipakai untuk menentukan selisih suhu antara dua tempat yang berdekatan.

Created by : Ir. Arianto, Guru Fisika SMAK. St. louis 1

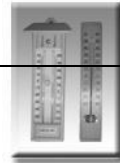
JENIS TERMOMETER



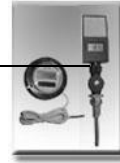
6" & 9" Adjustable
Angle Thermometer



Enclosed-Scale
Glass
Thermometer



Indoor &
Outdoor
Thermometer



Digital
Thermometer



Industrial
Bimetal
Thermometer



Pocket Bimetal
Thermometer



Pressure
Gauge



Vapor Actuated
Dial
Thermometer

Created by : Ir. Arianto, Guru Fisika SMAK. St. louis 1

PEMUAIAN PANJANG

Bila suatu batang pada suatu suhu tertentu panjangnya L_0 , jika suhunya dinaikkan sebesar Δt , maka batang tersebut akan bertambah panjang sebesar ΔL yang dapat dirumuskan sebagai berikut :

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

α = Koefisien muai panjang = koefisien muai linier
didefinisikan sebagai : Bilangan yang menunjukkan berapa cm atau meter bertambahnya panjang tiap 1 cm atau 1 m suatu batang jika suhunya dinaikkan 1°C .

Panjang batang pada suhu t_1 $^\circ\text{C}$ adalah :

$$L_t = L_0 + \Delta L \rightarrow L_t = L_0 (1 + \alpha \cdot \Delta t)$$

Created by : Ir. Arianto, Guru Fisika SMAK. St. Louis 1

PEMUIAIAN LUAS



Bila suatu lempengan logam (luas A_0) pada t_0^0 , dipanaskan sampai t_1^0 , luasnya akan menjadi A_t , dan pertambahan luas tersebut adalah :

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

β adalah Koefisien muai luas ($\beta = 2 \alpha$)
Bilangan yang menunjukkan berapa cm^2 atau m^2 bertambahnya luas tiap 1 cm^2 atau m^2 suatu benda jika suhunya dinaikkan $1 ^\circ\text{C}$.

Luas batang pada suhu $t_1 ^\circ\text{C}$ adalah :

$$A_t = A_0 + \Delta A \rightarrow A_t = A_0 (1 + \beta \cdot \Delta t) \quad \beta = 2\alpha$$

Created by : Ir. Arianto, Guru Fisika SMAK. St. Louis 1

PEMUIAIAN VOLUME



Bila suatu benda berdimensi tiga (mempunyai volume) mula-mula volumenya V_0 pada suhu t_0 , dipanaskan sampai t_1 , volumenya akan menjadi V_t , dan pertambahan volumenya adalah :

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

γ adalah Koefisien muai Volume ($\gamma = 3 \alpha$)
Bilangan yang menunjukkan berapa cm^3 atau m^3 bertambahnya volume tiap-tiap 1 cm^3 atau 1 m^3 suatu benda jika suhunya dinaikkan $1 ^\circ\text{C}$.

Volume batang pada suhu $t_1 ^\circ\text{C}$ adalah :

$$V_t = V_0 + \Delta V \rightarrow V_t = V_0 (1 + \gamma \cdot \Delta t) \quad \gamma = 3\alpha$$

Created by : Ir. Arianto, Guru Fisika SMAK. St. Louis 1

ANOMALI AIR



Namun tidak semua benda menurut hukum pemuaian ini, misalnya air. Didalam interval 0° - 4° C air akan berkurang volumenya bila dipanaskan, tetapi setelah mencapai 4° C volume air akan bertambah (Seperti pada benda-benda lainnya). Hal tersebut diatas disebut ANOMALI AIR.

Jadi pada 4° C air mempunyai volume terkecil, dan karena massa benda selalu tetap jika dipanaskan maka pada 4° C tersebut air mempunyai massa jenis terbesar.

Created by : Ir. Arianto, Guru Fisika SMAK. St. Louis 1

PEMUAIAN MASSA JENIS



Misalkan :

- * V_o dan ρ_o berturut-turut adalah volume dan massa jenis benda sebelum dipanaskan.
- * V_t dan ρ_t berturut-turut adalah volume dan massa jenis benda setelah dipanaskan.
- * m adalah massa benda.

$$\rho_o = \frac{m}{V_o} \quad \rho_t = \frac{m}{V_t} \quad \text{sedang} \quad V_t = V_o(1 + \gamma \cdot \Delta t)$$

$$\rho_t = \frac{\rho_o}{V_o(1 + \gamma \cdot \Delta t)} \rightarrow \rho_t = \frac{\rho_o}{(1 + \gamma \cdot \Delta t)}$$

Created by : Ir. Arianto, Guru Fisika SMAK. St. Louis 1

KALOR / ENERGI PANAS



Kalor dikenal sebagai bentuk energi yaitu energi panas dengan notasi Q

Satuan Kalor :

Satuan kalor adalah kalori (kal) atau kilo kalori (k kal)

1 kalori/kilo kalori adalah : jumlah kalor yang diterima/dilepaskan oleh 1 gram/1 kg air untuk menaikkan/menurunkan suhunya 1°C .

Kesetaraan antara satuan kalor dan satuan energi.

Kesetaraan satuan kalor dan energi mekanik ini ditentukan oleh PERCOBAAN JOULE.

$$1 \text{ kalori} = 4,2 \text{ joule} \quad 1 \text{ joule} = 0,24 \text{ kalori}$$

Harga perbandingan di atas disebut TARA KALOR MEKANIK.

Created by : Ir. Arianto, Guru Fisika SMAK. St. Louis 1

HARGA AIR / KAPASITAS KALOR



Kapasitas kalor suatu zat ialah banyaknya kalor yang diserap/dilepaskan untuk menaikkan/menurunkan suhu 1°C

Jika kapasitas kalor/Nilai air = H maka untuk menaikkan/menurunkan suhu suatu zat sebesar Δt diperlukan kalor sebesar :

$$Q = H \cdot \Delta t$$

Q dalam satuan k kal atau kal

H dalam satuan k kal / $^{\circ}\text{C}$ atau kal / $^{\circ}\text{C}$

Δt dalam satuan $^{\circ}\text{C}$

Created by : Ir. Arianto, Guru Fisika SMAK. St. Louis 1

KALOR JENIS (c)



Kalor jenis suatu zat ialah : banyaknya kalor yang diterima/dilepas untuk menaikkan/menurunkan suhu 1 satuan massa zat sebesar 1°C .

Jika kalor jenis suatu zat = c , maka untuk menaikkan/menurunkan suatu zat bermassa m , sebesar Δt $^{\circ}\text{C}$, kalor yang diperlukan/dilepaskan sebesar :

$$Q = m.c.\Delta t$$

Q dalam satuan k kal atau kal

m dalam satuan kg atau g

c dalam satuan k kal/kg $^{\circ}\text{C}$ atau kal/g $^{\circ}\text{C}$

Δt dalam satuan $^{\circ}\text{C}$

Dari persamaan di atas dapat ditarik suatu hubungan :

$$H . \Delta t = m . c . \Delta t$$

$$H = m . c$$

Created by : Ir. Arianto, Guru Fisika SMAK. St. Louis 1

KALOR LATEN



Kalor laten suatu zat ialah kalor yang dibutuhkan untuk merubah satu satuan massa zat dari suatu tingkat wujud ke tingkat wujud yang lain pada suhu dan tekanan yang tetap. Jika kalor laten = L , maka untuk merubah suatu zat bermassa m seluruhnya ke tingkat wujud yang lain diperlukan kalor sebesar :

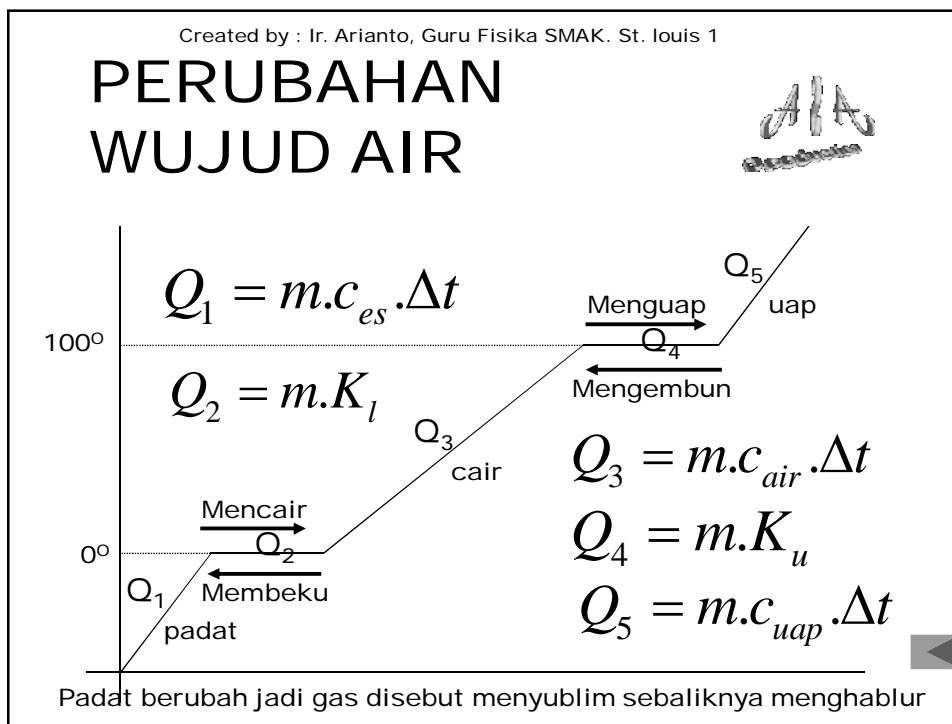
$$Q = m.L$$

Q dalam kalori atau k kal

m dalam gram atau kg

L dalam kal/g atau k kal/kg

- Kalor lebur ialah kalor laten pada perubahan tingkat wujud padat menjadi cair pada titik leburnya.
- Kalor beku ialah kalor laten pada perubahan tingkat wujud cair menjadi padat pada titik bekunya.
- Kalor didih (kalor uap) ialah kalor laten pada perubahan tingkat wujud cair menjadi tingkat wujud uap pada titik didihnya.



Created by : Ir. Arianto, Guru Fisika SMAK. St. Louis 1

HUKUM KEKALKAN ENERGI PANAS (AZAZ BLACK)

Jika 2 macam zat pada tekanan yang sama, suhunya berbeda jika dicampur maka : zat yang bersuhu tinggi akan melepaskan kalor, sedangkan zat yang bersuhu lebih rendah akan menyerap kalor.

Kalor yang diserap = kalor yang dilepaskan

Pernyataan di atas disebut "Asas Black" yang biasanya digunakan dalam kalorimeter, yaitu alat pengukur kalor jenis zat.

Created by : Ir. Arianto, Guru Fisika SMAK. St. Louis 1

RAMBATAN KALOR



Panas dapat dipindahkan dengan
3 macam cara, antara lain :

Secara konduksi (Hantaran)

Secara konveksi (Aliran)

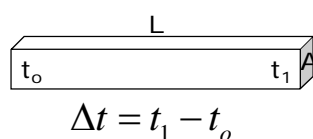
Secara Radiasi (Pancaran)

Created by : Ir. Arianto, Guru Fisika SMAK. St. Louis 1

KONDUKSI



Pada peristiwa konduksi, atom-atom zat yang memindahkan panas tidak berpindah tempat tetapi hanya bergetar saja sehingga menumbuk atom-atom disebelahnya, (Misalkan terdapat pada zat padat) Banyaknya panas per satuan waktu yang dihantarkan oleh sebuah batang yang panjangnya L , luas penampang A dan perbedaan suhu antara ujung-ujungnya Δt , adalah :



$$H = k \cdot A \frac{\Delta t}{L}$$

k adalah koefisien konduksi panas dari bahan dan besarnya tergantung dari macam bahan.

Bila k makin besar, benda adalah konduktor panas yang baik.
Bila k makin kecil, benda adalah isolator panas.

Created by : Ir. Arianto, Guru Fisika SMAK. St. Louis 1

KONVEKSI



Pada peristiwa ini partikel-partikel zat yang memindahkan panas ikut bergerak. Kalor yang merambat per satuan waktu adalah :

$$H = h.A.\Delta t$$

h = koefisien konveksi

Created by : Ir. Arianto, Guru Fisika SMAK. St. Louis 1

RADIASI



Adalah pemindahan panas melalui radiasi energi gelombang elektromagnetik. Energi panas tersebut dipancarkan dengan kecepatan yang sama dengan gelombang-gelombang elektromagnetik lain di ruang hampa (3×10^8 m/det)

Banyaknya panas yang dipancarkan per satuan waktu menurut Stefan Boltzman adalah :

$$W = e.\sigma.T^4$$

W	=	Intensitas radiasi yang dipancarkan per satuan luas, dinyatakan dalam : J/m ² .det atau watt/m ²
e	=	Emisivitas (Daya pancaran) permukaan
σ	=	Konstanta umum = $5,672 \times 10^{-8} \frac{\text{watt}}{\text{m}^2(\text{°K})^4}$
T	=	Suhu mutlak benda

Created by : Ir. Arianto, Guru Fisika SMAK. St. Louis 1

NILAI EMISIVITAS



Besarnya harga e tergantung pada macam permukaan benda $0 < e < 1$

$$e = 1$$

Permukaan hitam sempurna (black body)

- Sebagai pemancar panas ideal.
- Sebagai penyerap panas yang baik.
- Sebagai pemantul panas yang jelek.

$$e = 0$$

Terdapat pada permukaan yang lebih halus.

- Sebagai pemancar panas yang jelek.
- Sebagai penyerap panas yang jelek.
- Sebagai pemantul yang baik.

Created by : Ir. Arianto, Guru Fisika SMAK. St. Louis 1

CONTOH SOAL 1



	Es melebur	Air mendidih.
Termometer skala X	-40°	160°
Termometer skala Y	20°	180°

a. Maka $200 X = \dots\dots\dots Y$

b. $t_X + t_Y = 880$, maka $t = \underline{\dots\dots\dots}^{\circ}\text{C}$

Created by : Ir. Arianto, Guru Fisika SMAK. St. Louis 1

JAWABAN CONTOH SOAL 1



$$a. \quad X : Y = 200 : 160 = 5 : 4$$

$$t_Y = \frac{4}{5} \{200 - (-40)\} + 20 \rightarrow t_Y = \frac{4}{5} 240 + 20 = 212$$

$$b. \quad X : Y : C = 200 : 160 : 100 = 10 : 8 : 5$$

$$t_X + t_Y = 880$$

$$\frac{10}{5} t_C - 40 + \frac{8}{5} t_C + 20 = 880$$

$$\frac{18}{5} t_C = 900 \rightarrow t_C = \frac{5}{18} \cdot 900 = 250 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Created by : Ir. Arianto, Guru Fisika SMAK. St. Louis 1

CONTOH SOAL 2



Kawat besi dan seng pada $10 \text{ } ^\circ\text{C}$ panjangnya $158,21 \text{ cm}$.

Berapa selisih panjang keduanya pada $100 \text{ } ^\circ\text{C}$ jika muai panjang besi dan seng masing-masing $12 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ dan $29 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$.

Created by : Ir. Arianto, Guru Fisika SMAK. St. Louis 1

JAWABAN CONTOH SOAL 2



$$L_t = L_o (1 + \alpha \cdot \Delta t)$$

$$L_{besi} = 158,21\{1 + 12 \cdot 10^{-6} (100 - 10)\}$$

$$L_{besi} = 158,21(1 + 0,00108) = 158,2808668 \text{ cm}$$

$$L_{seng} = 158,21\{1 + 29 \cdot 10^{-6} (100 - 10)\}$$

$$L_{besi} = 158,21(1 + 0,00261) = 158,6229281 \text{ cm}$$

$$\Delta L = L_{seng} - L_{besi} = 158,6229281 - 158,1808668$$

$$\Delta L = 0,4420613 \text{ cm}$$

Created by : Ir. Arianto, Guru Fisika SMAK. St. Louis 1

CONTOH SOAL 3



Bejana dari gelas penuh berisi air raksa sebanyak $124,7 \text{ cm}^3$ pada 0°C . Berapa gram air raksa tumpah jika bejana beserta isinya dipanaskan sampai 50°C . Muai ruang air raksa $0,000181 / ^\circ\text{C}$ dan muai panjang gelas adalah $8 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$. Massa jenis air raksa $13,6 \text{ g/cm}^3$ pada saat itu.

Created by : Ir. Arianto, Guru Fisika SMAK. St. Louis 1

JAWABAN CONTOH SOAL 3



$$V_t = V_o (1 + \gamma \cdot \Delta t)$$

$$V_{gelas} = 124,7 \{1 + 3.0,000008(50 - 0)\}$$

$$V_{gelas} = 124,7(1,0012) = 124,84964 \text{ cm}^3$$

$$V_{Hg} = 124,7 \{1 + 0,000181(50 - 0)\}$$

$$V_{Hg} = 124,7(1,00905) = 125,828535 \text{ cm}^3$$

$$V_{Hg_{tumpah}} = 125,828535 - 124,84964 = 0,978895 \text{ cm}^3$$

$$m_{Hg_{tumpah}} = \frac{m}{V} = 0,978895 \cdot 13,6 = 13,312972 \text{ gram}$$

Created by : Ir. Arianto, Guru Fisika SMAK. St. Louis 1

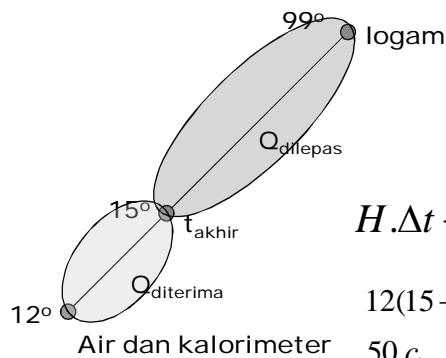
CONTOH SOAL 4



Ke dalam kalorimeter dengan kapasitas kalor 12 kal/ 0C ditambahkan 114 gram air dari 12 0C. Kemudian ditambahkan 50 gram logam dari 99 0C dan ternyata temperatur akhir 15 0C. Berapa kalor jenis logam ?

Created by : Ir. Arianto, Guru Fisika SMAK. St. Louis 1

JAWABAN CONTOH SOAL 4

$$Q_{diterima} = Q_{dilepas}$$

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

$$H \cdot \Delta t + m_{air} \cdot c_{air} \cdot \Delta t = m_{logam} \cdot c_{logam} \cdot \Delta t$$

$$12(15 - 12) + 114,1(15 - 12) = 50 \cdot c_{logam} (99 - 15)$$

$$50 \cdot c_{logam} \cdot 84 = 36 + 342$$

$$c_{logam} = 0,09 \text{ kal / gram } ^\circ\text{C}$$

Created by : Ir. Arianto, Guru Fisika SMAK. St. Louis 1

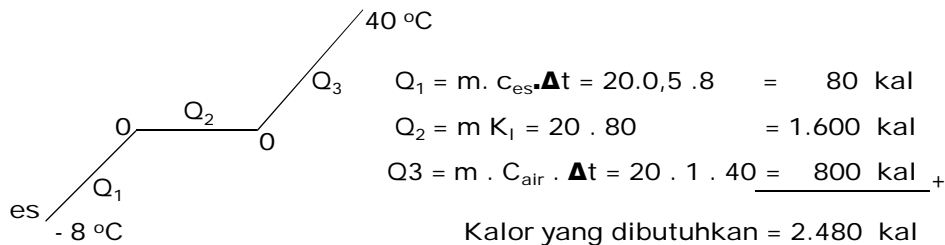
CONTOH SOAL 5



Berapa kalor diperlukan untuk mengubah 20 gram es dari -8°C menjadi air dari 40°C . Kalor lebur es 80 kal/gram. Kalor jenis es 0,5 kal/g $^\circ\text{C}$.

Created by : Ir. Arianto, Guru Fisika SMAK. St. Louis 1

JAWABAN CONTOH SOAL 5



Created by : Ir. Arianto, Guru Fisika SMAK. St. Louis 1

CONTOH SOAL 6



100 gram es suhunya $-10 \text{ }^\circ\text{C}$ dicampur dengan air 200 gram bersuhu $60 \text{ }^\circ\text{C}$, jika tidak ada kalor yang hilang selama terjadi pertukaran panas, Hitunglah suhu akhir campuran.

Created by : Ir. Arianto, Guru Fisika SMAK. St. Louis 1

JAWABAN CONTOH SOAL 6



$Q_{diterima} = Q_{dilepas}$

$Q_1 + Q_2 + Q_3 = Q_4$

$$m_{es} \cdot c_{es} \cdot \Delta t + m_{es} \cdot Kl + m_{es} \cdot c_{air} \cdot \Delta t = m_{air} \cdot c_{air} \cdot \Delta t$$

$$100 \cdot 0,5 \cdot 10 + 100 \cdot 80 + 100 \cdot 1 \cdot (t_{akhir}) = 200 \cdot 1 \cdot (60 - t_{akhir})$$

$$500 + 8000 + 100t_{akhir} = 12000 - 200t_{akhir}$$

$$300t_{akhir} = 3500 \rightarrow t_{akhir} = \frac{3500}{300} = 11\frac{2}{3} \text{ } ^\circ\text{C}$$

Created by : Ir. Arianto, Guru Fisika SMAK. St. Louis 1

CONTOH SOAL 7



Permukaan dinding bagian terluar temperaturnya $-20 \text{ } ^\circ\text{C}$ dan bagian dalam $20 \text{ } ^\circ\text{C}$. Tebal dinding 40 cm. Hitung koefisien konduksi termal bahan dinding jika telah dikonduksikan kalor sebanyak 110 k kal lewat penampang 1 m^2 tiap jam.

Created by : Ir. Arianto, Guru Fisika SMAK. St. Louis 1

JAWABAN CONTOH SOAL 7



$$H = \frac{k \cdot A \cdot \Delta t}{L}$$

$$110.000 = \frac{k \cdot 1 \cdot \{20 - (-20)\}}{0,4}$$

$$100k = 110.000$$

$$k = 1.100 \text{ kal} / m^{\circ}C$$



Created by : Ir. Arianto, Guru Fisika SMAK. St. Louis 1

PROFICIAT



SELAMAT ANDA TELAH MENYELESAIKAN
MATERI SUHU - KALOR - PERAMBATAN

BERLATIHLAH DENGAN :

SOAL-SOAL URAIAN

TESTLAH

KEMAMPUANMU

DENGAN SOAL TEST YANG TERSEDIA

