BAB 4 KALOR

A. Pengaruh Kalor terhadap Benda

Kalor adalah bentuk energi yang berpindah dari benda yang suhunya lebih tinggi ke benda yang suhunya lebih rendah ketika kedua benda bersentuhan. Dengan kata lain, kalor dapat berpindah secara alamiah dari benda yang bersuhu tinggi ke benda yang bersuhu rendah. Akan tetapi, kalor tidak dapat berpindah secara alamiah dari benda bersuhu rendah ke benda bersuhu tinggi tanpa perlakuan tertentu dan tanpa bantuan alat.

1. Pengaruh Kalor terhadap Suhu Benda

Banyaknya kalor yang dibutuhkan untuk menaikkan atau menurunkan suhu suatu benda atau zat bergantung pada:

a. massa zat; Semakin besar massa zat, semakin besar pula energi kalor yang dibutuhkan untuk menaikkan suhunya.

b. jenis zat; Kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu zat dinyatakan dengan besaran *kalor jenis*. Besaran kalor jenis ini didefinisikan sebagai besarnya kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu satu gram suatu zat sebesar satu derajat celsius atau biasanya juga dinyatakan dalam satuan joule/kilogram kelvin (J/kg K). Alat untuk mengetahui kalor jenis suatu zat disebut kalorimeter.

c. besar perubahan suhu; Semakin besar kalor yang diberikan pada suatu benda, semakin besar juga kenaikan suhunya.

Hubungan antara kalor dengan massa zat, kalor jenis, dan perubahan suhu zat dirumuskan sebagai berikut.

$$Q = mc\Delta T$$

Dengan: Q = kalor yang diterima/dilepaskan (J)
m = massa zat (kg)
ΔT = $T_2 - T_1$; perubahan suhu (°C atau K)
c = kalor jenis (J/kg°C)

LIVEWORKSHEETS

Contoh Soal dan Pembahasan

Berapa kalor yang diperlukan untuk memanaskan 2 kg air yang suhunya 30°C menjadi 100°C, jika kalor jenis air 4.200 J/kg°C?

Pembahasan:

Diketahui : $m = 2$ kg
$c = 4.200$ J/kg°C
$\Delta T = 100°C - 30°C = 70°C$

Ditanyakan : Q

Jawab:

$$Q = mc\Delta T$$
$$= 2 \text{ kg} \times 4.200 \text{ J/kg°C} \times 70°C$$
$$= 588.000 \text{ joule}$$
$$Q = 588 \text{ kJ}$$

Selain kalor jenis, terdapat besaran lain yang berkaitan dengan kalor, yaitu *kapasitas kalor* (C). Secara matematis, kapasitas kalor zat dirumuskan sebagai berikut.

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

Dengan: Q = jumlah kalor yang diserap atau dilepaskan (J)
C = kapasitas kalor zat (J/°C atau J/K)
ΔT = perubahan suhu zat (°C atau K)
m = massa zat (kg)
c = kalor jenis (J/kg °C atau J/kg K)

Contoh Soal dan Pembahasan

Kalor sebanyak 50.000 J dapat menaikkan suhu suatu benda dari 10°C menjadi 30°C. Berapakah kapasitas kalor benda itu?

Pembahasan:

Diketahui : $Q = 50.000$ J; $T_1 = 10°C$; $T_2 = 30°C$
Ditanyakan : $C = ...?$

Jawab:

$$\Delta T = T_2 - T_1 = 30°C - 10°C = 20°C$$
$$C = \frac{Q}{\Delta T} = \frac{50.000 \text{ J}}{20°C} = 2.500 \text{ J/°C}$$

Jadi, kapasitas kalor benda tersebut adalah 2.500 J/°C.

2. Pengaruh Kalor terhadap Perubahan Wujud Benda

Suatu benda/zat apabila diberi kalor terus-menerus dan mencapai suhu maksimum, maka zat akan mengalami perubahan wujud. Peristiwa ini juga berlaku jika suatu zat melepaskan kalor terus-menerus dan mencapai suhu minimumnya.

Perubahan wujud suatu zat akibat pengaruh kalor dapat berupa: menguap, mengembun, membeku, mencair (melebur), menyublim, dan mengkristal (mendeposit).

LIVEWORKSHEETS

a. *Menguap dan Mendidih*

Pada waktu menguap zat cair memerlukan kalor, kalor yang diberikan pada zat cair akan mempercepat gerak molekul-molekulnya sehingga banyak molekul zat cair yang meninggalkan zat cair itu menjadi uap.

Penguapan zat cair dapat dipercepat dengan cara:

1) menaikkan suhu (memanaskan) zat cair,
2) memperluas permukaan zat cair,
3) meniupkan udara di atas permukaan zat cair, dan
4) mengurangi tekanan pada permukaan zat cair.

Mendidih adalah peristiwa penguapan zat cair yang terjadi di seluruh bagian zat cair tersebut. Peristiwa ini dapat dilihat dengan munculnya gelembung-gelembung yang berisi uap air dan bergerak dari bawah ke atas dalam zat cair.

Zat cair yang mendidih jika dipanaskan terus-menerus akan berubah menjadi uap. Banyaknya kalor yang diperlukan untuk mengubah 1 kg zat cair menjadi uap seluruhnya pada titik didihnya disebut kalor uap (U). Besarnya kalor uap dapat dirumuskan:

$$Q = m\,U$$

Dengan:

Q = kalor yang diserap/dilepaskan (joule)
m = massa zat (kilogram)
U = kalor uap (joule/kilogram)

b. *Mengembun*

Dalam proses pengembunan suatu zat melepaskan sejumlah kalor, banyaknya kalor yang dilepaskan pada waktu mengembun sama dengan banyaknya kalor yang diperlukan waktu menguap dan suhu dimana zat mulai mengembun sama dengan suhu dimana zat mulai menguap.

kalor uap = kalor embun
titik didih = titik embun

c. *Melebur dan Membeku*

Melebur adalah peristiwa perubahan wujud zat padat menjadi zat cair. Pada saat suatu zat melebur, suhunya tidak mengalami perubahan (tetap). Faktor-faktor yang memengaruhi peristiwa peleburan suatu zat adalah tekanan dan pencampuran zat lain. Penambahan tekanan terhadap suatu zat dapat menurunkan titik leburnya. Sedangkan, pencampuran zat lain pada suatu zat dapat menurunkan titik lebur zat tersebut.

Banyaknya kalor yang diperlukan untuk mengubah satu satuan massa zat padat menjadi cair pada titik leburnya disebut kalor lebur (L). Besarnya kalor lebur dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$Q = m\,L$$

Dengan:

Q = kalor yang diserap/dilepas (joule)
m = massa zat (kilogram).
L = kalor lebur (joule/kilogram)

LIVEWORKSHEETS

Jika zat cair didinginkan akan membeku, pada saat membeku zat melepaskan kalor. Banyaknya kalor yang dilepaskan oleh satu satuan massa zat cair menjadi padat disebut kalor beku.

kalor lebur = kalor beku
titik lebur = titik beku

d. *Menyublim dan Mendeposit*

Menyublim, merupakan perubahan wujud zat dari padat ke gas secara langsung tanpa melalui wujud cair, sedangkan *mendeposit* merupakan perubahan wujud zat dari gas ke padat secara langsung tanpa melalui wujud cair. Dalam hal ini, untuk menyublim, suatu zat memerlukan sejumlah kalor, sedangkan untuk mendeposit, suatu zat melepaskan sejumlah kalor.

Contoh Soal dan Pembahasan

1. Hitunglah banyaknya kalor yang diperlukan untuk menguapkan 2 kg air pada suhu 100°C jika kalor uap 2.260.000 J/kg?

Pembahasan:

Diketahui : $m = 2$ kg
$U = 2.260.000$ J/kg
Ditanyakan : Q
Jawab : $Q = m\ U$
$= 2 \text{ kg} \times 2.260.000 \text{ J/kg}$
$= 4.520.000$ joule
$Q = 4.520$ kilojoule

Jadi, banyaknya kalor yang diperlukan adalah 4.520 kJ.

2. Hitunglah banyaknya kalor yang diperlukan untuk melebur 2 kg es 0°C pada titik leburnya jika kalor lebur es 336.000 J/kg!

Pembahasan:

Diketahui : $m = 2$ kg
$L = 336.000$ J/kg
Ditanyakan : Q
Jawab : $Q = m\,L$
$= 2 \text{ kg} \times 336.000 \text{ J/kg}$
$= 672.000$ J
$Q = 672$ kJ

Jadi, banyaknya kalor yang diperlukan adalah 672 kJ.

LIVEWORKSHEETS

B. Asas Black

Apabila dua benda atau zat yang berbeda suhunya dicampur, maka benda atau zat yang suhunya lebih tinggi akan melepaskan kalor dan diterima oleh benda atau zat kedua yang suhunya lebih rendah.

Dalam pencampuran dua benda atau zat yang berbeda suhu tersebut berlaku hukum kekekalan energi yang dikenal dengan *asas Black*, yaitu kalor yang dilepas oleh suatu benda sama dengan kalor yang diterima oleh benda lain ketika bersentuhan. Asas Black tersebut dapat dinyatakan secara matematis sebagai berikut.

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

Contoh Soal dan Pembahasan

Untuk menyajikan air minum kepada tamunya, Sri mencampurkan air sebanyak 25 gram yang suhunya 20°C dengan 15 gram air yang suhunya 100°C. Berapakah suhu akhir campuran tersebut? (kalor jenis air 4.200 J/kg °C).

Pembahasan:

Diketahui : $m_1 = 25$ gram $= 0{,}025$ kg; $m_2 = 15$ gram $= 0{,}015$ kg

$\Delta T_1 = (T - 20)$ °C; $\Delta T_2 = (100 - T)$ °C

$c = 4.200$ J/ kg °C

Ditanyakan : T = ...? (suhu akhir campuran)

Jawab:

$$Q_1 = Q_2$$
$$m_1 c_1 \Delta T_1 = m_2 c_2 \Delta T_2$$

Karena $c_1 = c_2$

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

$$0{,}025 \text{ kg} \times (T - 20)\,°C = 0{,}015 \text{ kg} \times (100 - T)\,°C$$
$$0{,}025\,T - 0{,}5 = 1{,}5 - 0{,}015\,T$$
$$0{,}025\,T + 0{,}15T = 1{,}5 + 0{,}5$$
$$0{,}04\,T = 2$$
$$T = \frac{2}{0{,}04}$$
$$= \frac{2}{4 \times 10^{-2}} = \frac{1}{2 \times 10^{-2}}$$
$$= \frac{1}{2} \times 10^2 = 50°C$$

Jadi, suhu akhir campuran tersebut adalah 50°C.

C. Perpindahan Kalor

Kalor merupakan salah satu bentuk energi dan dapat berpindah apabila terdapat perbedaan suhu. Secara alami kalor berpindah dari zat yang suhunya tinggi ke zat yang suhunya rendah. Perpindahan kalor dapat terjadi secara konduksi, konveksi, dan radiasi.

1. Perpindahan Kalor secara Konduksi

Perpindahan kalor secara *konduksi* adalah perpindahan kalor yang terjadi melalui zat tanpa disertai perpindahan partikel-partikel zat itu. Sebagai contoh, ketika seseorang [illegible]

LIVEWORKSHEETS

dipanaskan salah satu ujungnya sedang ujung yang lainnya dipegang, ternyata ujung besi yang dipegang lama kelamaan terasa semakin panas. Hal ini disebabkan adanya perpindahan kalor secara konduksi yang melalui besi.

Bahan yang dapat menghantarkan kalor disebut konduktor kalor, misalnya besi, baja, tembaga, seng, dan aluminium (jenis logam). Adapun penghantar yang kurang baik/penghantar yang buruk disebut isolator kalor, misalnya kayu, kaca, wol, kertas, dan plastik (jenis bukan logam).

2. Perpindahan Kalor secara Konveksi

Perpindahan kalor secara *konveksi* atau *aliran* merupakan perpindahan kalor melalui zat yang disertai dengan perpindahan partikel-partikel zat itu. Perpindahan kalor secara pertukaran dapat terjadi dalam zat cair dan gas. Perpindahan kalor secara konveksi terjadi karena adanya perbedaan massa jenis dalam zat tersebut.

Peristiwa konveksi dalam kehidupan sehari-hari antara lain dapat diamati pada konveksi udara ventilasi rumah, terjadinya angin laut dan angin darat.

Pemanfaatan konveksi dalam kehidupan sehari-hari, antara lain: pada sistem pendinginan mobil (radiator), pembuatan cerobong asap, dan lemari es.

3. Perpindahan Kalor secara Radiasi

Perpindahan kalor secara *radiasi* atau *pancaran* adalah perpindahan kalor yang tidak memerlukan zat perantara (medium). Perpindahan kalor secara radiasi dapat terjadi dalam ruang hampa (vakum) karena energi kalor dibawa dalam bentuk gelombang elektromagnetik. Sebagai contoh, energi kalor dari matahari dapat sampai ke bumi.

Besarnya radiasi kalor yang dipancarkan ataupun yang diserap oleh suatu benda salah satunya dipengaruhi oleh warna benda. Permukaan benda yang hitam merupakan penyerap dan pemancar kalor yang baik, sedangkan permukaan benda yang putih mengkilap merupakan penyerap dan pemancar kalor radiasi yang buruk.

D. Pemanfaatan Konsep Perpindahan Kalor dalam Kehidupan Sehari-Hari

1. Termos

Termos berfungsi untuk menyimpan zat cair yang berada di dalamnya agar tetap panas dalam jangka waktu tertentu. Termos dibuat untuk mencegah perpindahan kalor secara konduksi, konveksi, maupun radiasi.

2. Seterika

Seterika terbuat dari logam yang bersifat konduktor yang dapat memindahkan kalor secara konduksi ke pakaian yang sedang diseterika. Adapun, pegangan seterika terbuat dari bahan yang bersifat isolator.

3. Panci Masak

Panci masak terbuat dari bahan konduktor yang bagian luarnya mengkilap. Hal ini untuk mengurangi pancaran kalor. Adapun pegangan panci terbuat dari bahan yang bersifat isolator untuk menahan panas.

LIVEWORKSHEETS

Uji Latih Mandiri 4

Berilah tanda silang (×) pada huruf A, B, C, atau D untuk jawaban yang benar!

1. Perpindahan kalor secara alamiah antara dua benda, bergantung pada ....
   A. suhu masing-masing benda
   B. kandungan energi masing-masing benda
   C. massa masing-masing benda
   D. wujud benda

2. Satu kilokalori setara dengan ....
   A. $0{,}42 \times 10^3$ joule
   B. $4{,}2 \times 10^3$ joule
   C. 42×10^3 joule
   D. 420×10^3 joule

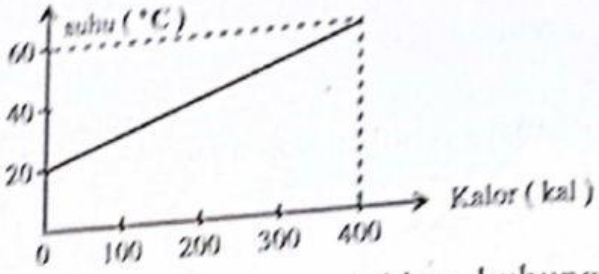
3. Satuan kalor dalam SI adalah ....
   A. kalori
   B. joule
   C. kilokalori
   D. kilojoule

4. 4 kg besi dipanaskan dari 20°C hingga 70°C. Kalor jenis besi 460 J/kg °C. Energi yang diperlukan adalah ....
   A. 9.200 J
   B. 32.000 J
   C. 92.000 J
   D. 394.000 J

5. Sepotong besi mempunyai massa 0,2 kg dan kalor jenis 0,11 kkal/kg °C. Jika suhunya turun dari 75°C menjadi 25°C, banyak kalor yang dilepaskan adalah ....
   A. 0,22 kkal
   B. 0,55 kkal
   C. 1,10 kkal
   D. 1,65 kkal

6. Kalor jenis aluminium 0,21 kkal/kg °C. Ini berarti ....
   A. diperlukan kalor sebesar 0,21 kkal untuk menaikkan suhu aluminium sebesar 1°C
   B. diperlukan kalor sebesar 0,21 kkal untuk menaikkan suhu 1 kg aluminium sebesar 1°C
   C. diperlukan kalor sebesar 1 kkal untuk menaikkan suhu aluminium sebesar 1°C
   D. diperlukan kalor sebesar 1 kkal untuk menaikkan suhu 0,21 kg aluminium sebesar 1°C

7. Kapasitas kalor alkohol dengan massa 2 kg bila kalor jenis alkohol = 230 J/kg K adalah ....
   A. 460 J/K
   B. 230 J/K
   C. 115 J/K
   D. 23 J/K

8. 

   Grafik di atas menunjukkan hubungan antara suhu dan kalor yang diserap oleh suatu zat. Jika massa zat itu 50 gram, kalor jenisnya adalah ....
   A. 0,2 kal/g °C
   B. 0,4 kal/g °C
   C. 0,6 kal/g °C
   D. 1,2 kal/g °C

9. Kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu suatu zat tidak bergantung pada ....
   A. tekanan pada zat
   B. jenis zat
   C. massa zat
   D. kenaikan suhu zat

10. Perubahan wujud zat yang melepaskan kalor terjadi pada waktu ....
    A. menguap dan melebur
    B. membeku dan menguap
    C. membeku dan melebur
    D. membeku dan mengembun

11. Air yang sudah mendidih pada 100 °C dipanaskan terus, ternyata suhu air tersebut tidak berubah. Hal ini menunjukkan bahwa ....
    A. kalor yang diberikan berfungsi untuk mengubah wujud
    B. kalor yang diberikan menghambat perubahan suhu

LIVEWORKSHEETS

C. jumlah kalor yang diberikan sebanding dengan kenaikan suhu
D. kalor yang diberikan sama dengan kalor yang dilepaskan

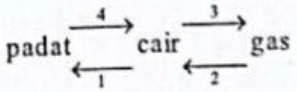
12. Perhatikan pernyataan berikut!
    1. memanaskan zat cair
    2. menyemburkan zat cair
    3. mempersempit permukaan zat cair
    4. meniupkan udara di atas permukaan zat cair
    5. menambah tekanan pada permukaan zat cair

    Pernyataan yang *tidak* benar dalam mempercepat penguapan zat cair adalah ....
    A. 1 dan 2
    B. 1 dan 4
    C. 2 dan 4
    D. 3 dan 5

13. Dari pernyataan berikut ini yang benar adalah ...
    A. Titik didih air murni lebih tinggi daripada titik didih air garam pada tekanan yang sama.
    B. Titik didih air murni sama dengan titik didih air garam pada tekanan yang sama.
    C. Pada tekanan 1 atmosfer titik didih air murni lebih rendah daripada air garam.
    D. Pada tekanan 1 atmosfer titik didih air murni lebih tinggi daripada air garam.

14. Proses penguapan dapat dipercepat dengan cara ....
    A. mengurangi suhu zat cair
    B. memperkecil bidang permukaan zat cair
    C. meniupkan udara ke atas permukaan zat cair
    D. mencampur zat cair dengan zat cair lainnya

15. Perubahan wujud zat yang melepaskan kalor pada diagram berikut ini ditunjukkan oleh nomor ....



    A. 1 dan 2
    B. 2 dan 3
    C. 3 dan 4
    D. 1 dan 4

16. Sepotong es dipanaskan sampai menimbulkan uap. Hal ini bertujuan untuk membuktikan ....
    A. adanya kalor pada benda
    B. kalor dapat mengubah wujud zat
    C. kalor dapat pindah ke benda
    D. adanya perpindahan kalor pada setiap zat

17. Alkohol atau spiritus diteteskan ke kulit menyebabkan kulit terasa dingin. Peristiwa itu termasuk ....
    A. menguap
    B. mengembun
    C. mencair
    D. menghablur

18. Perhatikan data kalor uap beberapa zat berikut ini!

Zat	*Alkohol*	*Raksa*	*Tembaga*	*Air*
$U(\times 10^6 J/kg)$	1,1	0,272	5,07	2,26

    Berdasarkan data di atas, zat yang paling cepat menguap adalah ....
    A. air
    B. alkohol
    C. raksa
    D. tembaga

19. Raksa memiliki kalor uap 272.000 J/kg. Jika massa raksa 500 gram, kalor yang diperlukan untuk menguapkan raksa tersebut adalah ....
    A. 136.000.000 joule
    B. 1.360.000 joule
    C. 136.000 joule
    D. 13.600 joule

20. Untuk meleburkan 4 kg es bersuhu 0°C (kalor lebur es $3,32 \times 10^5$ J/kg) dibutuhkan energi sebesar ....
    A. $1,11 \times 10^6$ joule
    B. $1,33 \times 10^5$ joule
    C. $1,23 \times 10^6$ joule
    D. $1,33 \times 10^6$ joule

LIVEWORKSHEETS

21. Sebanyak 50 kJ kalor diberikan pada 20 kg es yang bersuhu 0°C. Banyaknya es yang melebur adalah ... (L_{es} = 335 kJ/kg).
A. 0,095 kg
B. 0,15 kg
C. 0,63 kg
D. 2,5 kg

22. Di daerah pantai, air mendidih pada suhu 100°C. Di daerah pegunungan, air mendidih pada suhu ....
A. 100°C
B. di bawah 100°C
C. di atas 100°C
D. tidak bisa ditentukan

23. Perpindahan kalor secara konduksi adalah ....
A. perpindahan kalor melalui zat perantara tanpa disertai perpindahan partikel-partikel zat itu
B. perpindahan kalor melalui zat perantara dengan disertai perpindahan partikel-partikel zat itu
C. perpindahan kalor karena perbedaan massa jenis zat
D. perpindahan kalor tanpa memerlukan medium

24. Bahan yang memiliki daya hantar kalor paling baik adalah ....
A. zat cair
B. udara
C. kayu
D. logam

25. Perambatan kalor secara aliran terjadi karena adanya ....
A. perbedaan suhu zat cair
B. perbedaan massa zat cair
C. perbedaan massa jenis zat cair
D. perbedaan kalor jenis zat cair

26. Dalam suatu ruangan yang berlampu, badan kita terasa hangat. Di dalam ruangan tersebut kita mendapat kalor dari lampu dengan cara konveksi dan radiasi. Berikut faktor-faktor penyebabnya, *kecuali* ....
A. kalor dipancarkan lampu ke segala arah
B. kalor dapat berpindah tanpa zat perantara
C. terjadi aliran udara dalam ruangan
D. udara cukup baik untuk merambatkan kalor

27. Jika pakaian hitam dan putih dijemur bersama-sama, pakaian hitam akan lebih cepat kering daripada pakaian putih karena warna hitam ....
A. banyak menyerap kalor
B. sedikit memancarkan kalor
C. banyak memancarkan kalor
D. sedikit menyerap kalor

28. Pegangan panci terbuat dari bahan isolator agar ....
A. panci mudah panas
B. kalor dapat dipertahankan
C. panci tidak mudah rusak
D. kalor tidak merambat ke pegangan panci

29. Dinding termos dibuat rangkap dan ruang di antara dua dinding tersebut vakum (hampa). Maksudnya adalah agar ....
A. air dalam termos suhunya tetap
B. tidak terjadi perpindahan kalor
C. air menjadi lebih panas
D. tidak dipengaruhi udara luar

30. Alat yang digunakan untuk mengetahui adanya pancaran kalor adalah ....
A. termoskop
B. termos
C. termostat
D. termometer

LIVEWORKSHEETS