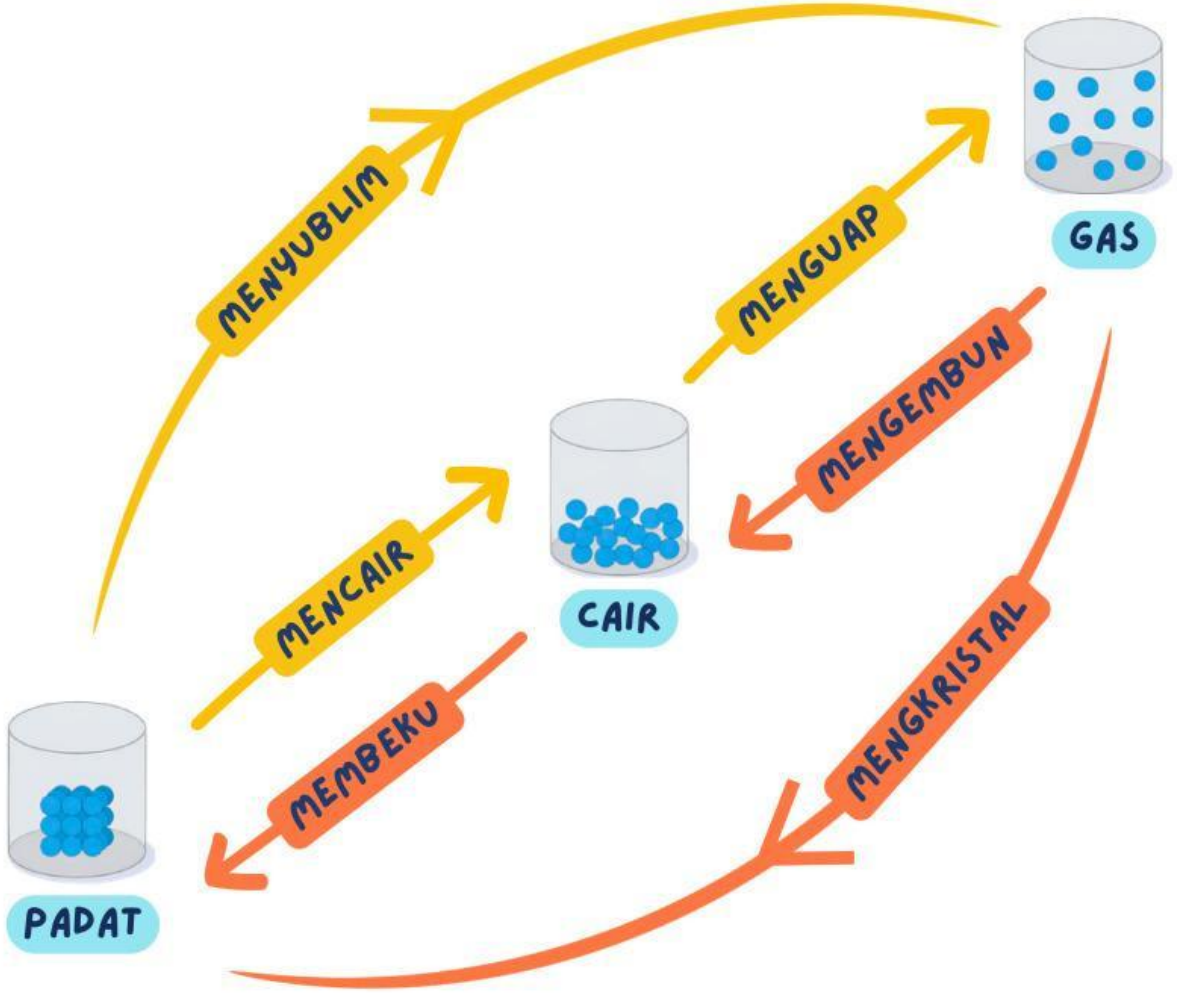
5 KALOR DAN PERUBAHAN WUJUD ZAT

Perubahan wujud zat terjadi karena suatu zat menerima atau menyerap kalor. Perubahan wujud zat juga terjadi karena adanya pelepasan kalor dari suatu zat. Jika suatu zat saat telah mencapai titik leburnya terus diberikan kalor, maka kalor tersebut tidak digunakan untuk mengubah suhu dari zat tersebut, melainkan digunakan untuk mengubah wujud zat. Skema perubahan wujud zat dijelaskan seperti pada Gambar 11.



Gambar 11. Skema Perubahan Wujud Zat

LIVEWORKSHEETS

MENCAIR adalah perubahan wujud zat dari padat menjadi cair karena menyerap kalor. Perubahan ini terjadi ketika zat padat dipanaskan hingga mencapai titik lebur.

Zat menyerap kalor karena partikel-partikel dalam zat padat yang awalnya tersusun rapat dan teratur membutuhkan energi agar dapat bergerak lebih bebas seperti pada zat cair.

Contohnya, es batu yang dibiarkan di suhu ruangan lama-kelamaan akan berubah menjadi air.

MEMBEKU adalah perubahan wujud zat dari cair menjadi padat karena melepaskan kalor. Perubahan ini terjadi ketika zat cair didinginkan hingga mencapai titik beku.

Zat melepaskan kalor karena partikel-partikel dalam zat cair yang semula bergerak lebih bebas menjadi lebih rapat dan teratur seperti pada zat padat. Energi yang berkurang tersebut dilepaskan ke lingkungan.

Contohnya, air yang dimasukkan ke dalam freezer akan memberku menjadi es.

MENGUAP adalah perubahan wujud zat dari cair menjadi gas karena menyerap kalor. Perubahan ini terjadi ketika zat cair dipanaskan hingga mencapai titik didih atau menguap secara perlahan pada suhu tertentu.

Zat menyerap kalor karena partikel-partikelnya membutuhkan energi agar dapat bergerak sangat bebas dan terlepas menjadi gas.

Contohnya, air yang dipanaskan akan berubah menjadi uap air

LIVEWORKSHEETS

MENGEMBUN adalah perubahan wujud zat dari gas menjadi cair karena melepaskan kalor. Perubahan ini terjadi ketika gas didinginkan hingga mencapai suhu tertentu.

Zat melepaskan kalor karena partikel-partikel gas yang bergerak sangat bebas menjadi lebih lambat dan lebih dekat satu sama lain seperti pada zat cair.

Contohnya, uap air di udara akan berubah menjadi titik-itik air pada permukaan gelas yang berisi es.

MENYUBLIM adalah perubahan wujud zat dari padat menjadi gas karena menyerap kalor tanpa melalui wujud cair.

Zat menyerap kalor karena partikel-partikel dalam zat padat membutuhkan energi besar untuk langsung bergerak bebas seperti gas.

Contohnya, kapur barus yang diletakkan di lemari lama-kelamaan akan habis

MENGKRISTAL adalah perubahan wujud zat dari gas menjadi padat karena melepaskan kalor tanpa melalui wujud cair.

Zat melepaskan kalor karena partikel-partikel gas kehilangan energi dan tersusun kembali menjadi rapat serta teratur seperti pada zat padat.

Contohnya, uap air di dalam freezer langsung berubah menjadi lapisan es pada dinding freezer.

Notes!!

Menyerah kalor:
- Mencair
- Menguap
- Menyublim

Melepas kalor:
- Membeku
- Mengembun
- Mengkristal

LIVEWORKSHEETS

4 KALOR LATEN

Kalor yang diterima atau dilepaskan oleh suatu zat dapat menyebabkan perubahan suhu atau perubahan wujud. Jika suatu zat menerima kalor, suhunya dapat meningkat atau wujudnya berubah, misalnya dari padat menjadi cair atau dari cair menjadi gas. Sebaliknya, jika suatu zat melepaskan kalor, suhunya dapat menurun atau wujudnya berubah, seperti dari cair menjadi padat atau dari gas menjadi cair.

Saat suatu zat sedang mengalami perubahan wujud, kalor yang diterima atau dilepaskan tidak digunakan untuk mengubah suhu, tetapi digunakan untuk mengubah wujud zat tersebut. Kalor yang digunakan pada peristiwa ini disebut kalor laten.

KALOR LATEN adalah jumlah kalor yang diperlukan untuk mengubah wujud zat tanpa mengubah suhunya.

Besarnya kalor yang dibutuhkan untuk perubahan wujud suatu zat dinyatakan dengan persamaan

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

$$Q = mL$$

L = Kalor laten (J/kg)
Q = Kalor yang dibutuhkan saat peleburan (J)
m = Massa zat (kg)

LIVEWORKSHEETS

Jenis-Jenis Kalor Laten

1. Kalor Laten pada Proses Melebur dan Membeku

Suatu zat padat dapat berubah menjadi cair jika dipanaskan sampai mencapai titik leburnya. Titik lebur adalah suhu saat zat padat mulai berubah menjadi cair. Banyaknya kalor yang diperlukan oleh 1 kg zat untuk berubah dari padat menjadi cair pada titik leburnya disebut kalor lebur.

Sebaliknya, ketika zat cair berubah menjadi padat seluruhnya, suhu tersebut disebut titik beku. Banyaknya kalor yang dilepaskan oleh 1 kg zat saat berubah dari cair menjadi padat pada titik bekunya disebut kalor beku.

Pada zat yang sama, titik lebur sama dengan titik beku. Selain itu, besar kalor lebur sama dengan kalor beku. Banyaknya kalor yang diperlukan untuk proses melebur atau membeku dapat dihitung dengan persamaan:

$$Q = mL_b$$

2. Kalor Laten pada Proses Menguap dan Mengembun

Zat cair dapat berubah menjadi gas jika dipanaskan hingga mencapai titik didih. Titik didih adalah suhu ketika zat cair mulai berubah menjadi gas. Banyaknya kalor yang diperlukan oleh 1 kg zat untuk berubah dari cair menjadi gas pada titik didihnya disebut kalor uap.

LIVEWORKSHEETS

Sebaliknya, gas dapat berubah menjadi cair ketika didinginkan. Banyaknya kalor yang dilepaskan oleh 1 kg zat untuk berubah dari gas menjadi cair disebut kalor embun.

Pada proses menguap dan mengembun, suhu zat tetap meskipun kalor diberikan atau dilepaskan, karena kalor tersebut digunakan untuk mengubah wujud zat, bukan untuk menaikkan atau menurunkan suhu. Banyaknya kalor yang diperlukan atau dilepaskan pada proses menguap dan mengembun juga dapat dihitung dengan persamaan:

$$Q = mL_u$$

Q = Kalor yang dibutuhkan saat peleburan (J)
m = Massa (kg)
L_b = Kalor beku atau kalor lebur (J/kg)
L_u = Kalor uap atau kalor embun (J/kg)

CONTOH SOAL

1. Seorang penjual es teh menggunakan 0,5 kg es batu untuk minumannya. Jika kalor lebur es adalah 334.000 J/kg, berapakah kalor yang diperlukan agar seluruh es tersebut mencair?

Pembahasan:

Diketahui:
$m = 0,5$ kg
$L_b = 334.000$ J/kg

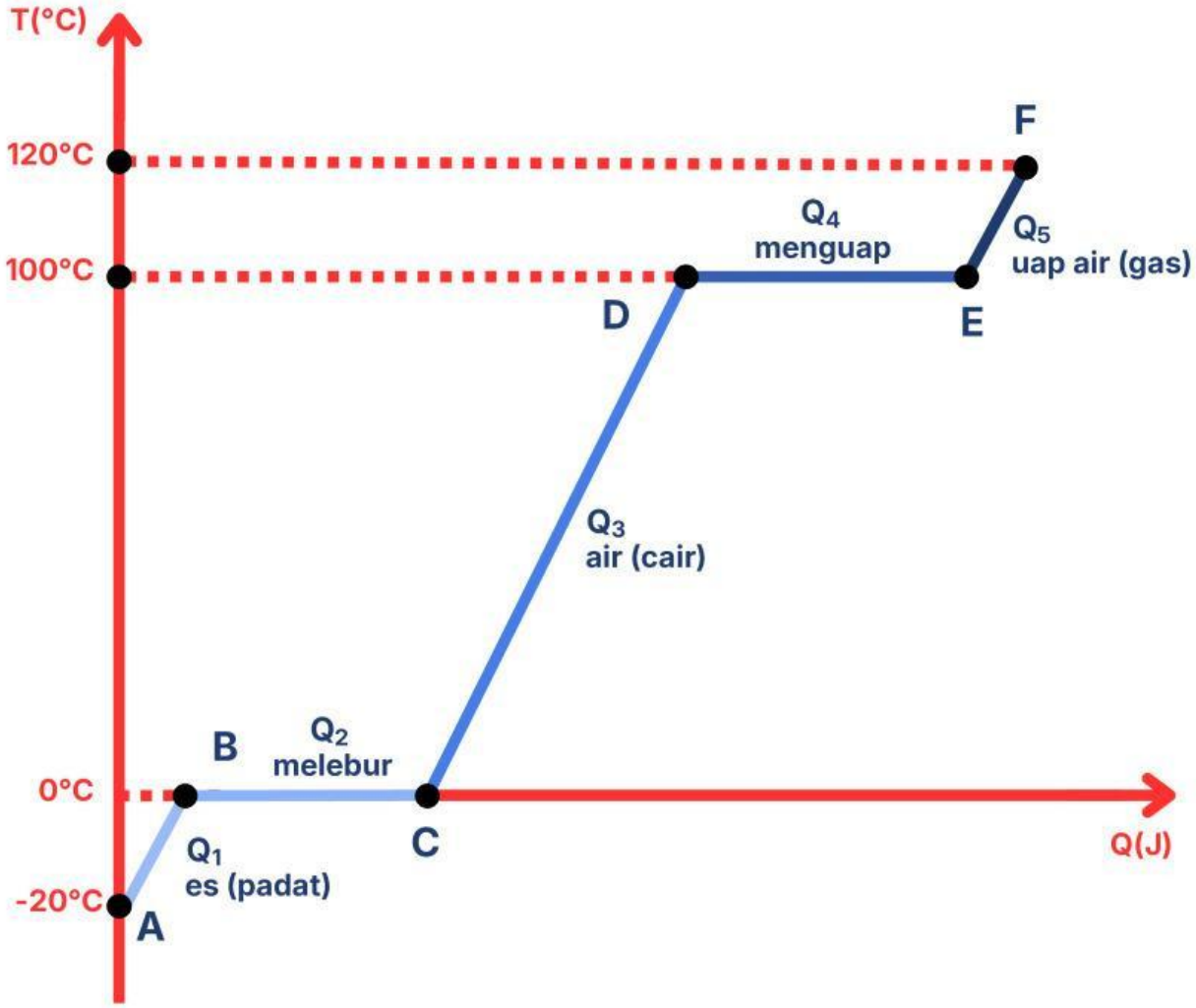
Ditanya: $Q \ldots ?$

Jawab:
$Q = mL_b$
$= 0,5 \times 334.000$
$= 167.000$ J

LIVEWORKSHEETS

Air dapat berubah wujud tergantung pada suhunya. Pada suhu -20°C, air berwujud padat (es). Ketika dipanaskan, suhu es akan naik hingga mencapai 0°C. Pada suhu 0°C, es mulai mencair dan berubah menjadi air. Setelah seluruh es menjadi air, pemanasan yang terus dilakukan akan menaikkan suhu air dari 0°C hingga 100°C. Pada suhu 100°C, air mulai mendidih dan berubah menjadi uap. Jika pemanasan masih dilanjutkan, suhu uap dapat meningkat lagi, misalnya hingga 120°C.

Proses perubahan suhu dan perubahan wujud air tersebut dapat diamati melalui grafik pemanasan berikut pada Gambar 12.



Gambar 12. Grafik Pemanasan

LIVEWORKSHEETS

Proses A – B (Q_1)

A – B merupakan kalor yang digunakan untuk menaikkan suhu es dari suhu di bawah 0°C hingga mencapai 0°C.

Pada proses ini, es masih berwujud padat dan belum mengalami perubahan wujud. Kalor yang diberikan hanya menyebabkan kenaikan suhu es sampai titik leburnya.

$$Q = mc_{es}\Delta T$$

$$Q = mc_{es}(T_B - T_A)$$

Proses B – C (Q_2)

B – C merupakan kalor yang digunakan untuk mengubah es menjadi air pada suhu 0°C.

Pada proses ini, suhu zat tetap karena kalor yang diberikan digunakan untuk mengubah wujud zat dari padat menjadi cair, bukan untuk menaikkan suhu.

$$Q = mL_b$$

Proses C – D (Q_3)

C – D merupakan kalor yang digunakan untuk menaikkan suhu air dari 0°C hingga 100°C.

Pada proses ini, air tetap berwujud cair dan belum mengalami perubahan wujud. Kalor yang diberikan menyebabkan kenaikan suhu air sampai mencapai titik didihnya.

$$Q = mc_{air}\Delta T$$

$$Q = mc_{air}(T_D - T_C)$$

LIVEWORKSHEETS

Proses D – E (Q_4)

D – E merupakan kalor yang digunakan untuk mengubah air menjadi uap air pada suhu 100°C.

Pada proses ini, suhu zat tidak berubah karena kalor yang diberikan digunakan untuk mengubah wujud zat dari cair menjadi gas.

$$Q = mL_u$$

Proses E – F (Q_5)

E – F merupakan kalor yang digunakan untuk menaikkan suhu uap air dari 100°C ke atas.

Pada proses ini, zat sudah berwujud gas dan kalor yang diberikan hanya menyebabkan kenaikan suhu uap air, tanpa perubahan wujud.

$$Q = mc_{uap}\Delta T$$

$$Q = mc_{uap}(T_F - T_E)$$

Pada proses pemanasan dari titik A hingga F, zat mengalami beberapa tahap perubahan suhu dan perubahan wujud. Oleh karena itu, kalor total yang dibutuhkan merupakan jumlah kalor pada setiap tahap proses.

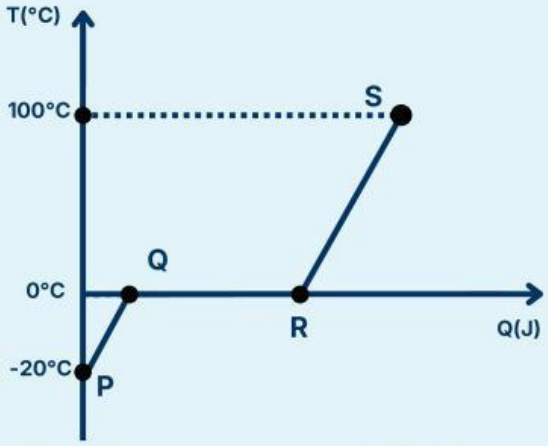
$$Q_{total} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5$$

Q = Kalor yang dibutuhkan saat peleburan (J)
m = Massa (kg)
c_{es} = Kalor jenis es (J/kg°C)
c_{air} = Kalor jenis air (J/kg°C)
c_{uap} = Kalor jenis uap (J/kg°C)
L_b = Kalor lebur (J/kg)
L_u = Kalor uap (J/kg)
ΔT = Perubahan suhu (°C)

LIVEWORKSHEETS

CONTOH SOAL

1. Perhatikan grafik pemanasan 1 kg es berikut!



Diketahui kalor jenis es sebesar 2.100 J/kg°C, kalor lebur es sebesar 336.000 J/kg, dan kalor jenis air sebesar 4.200 J/kg°C. Berdasarkan grafik pemanasan yang di atas, tentukan besar kalor yang dibutuhkan selama proses P–Q–R berlangsung.

Pembahasan:

Diketahui:

$m_{es} = 1$ kg
$c_{air} = 2.100$ J/kg°C
$L_b = 336.000$ J/kg
$c_{es} = 4.200$ J/kg°C

Ditanya: $Q_{PQR} = \ldots ?$

Jawab:

$$\begin{aligned} Q_{PQ} &= m_{es} c_{es} \Delta T \\ &= 1 \times 2.100 \times (0 - (-5)) \\ &= 1 \times 2.100 \times 5 \\ &= 10.500 \text{ J} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{PQ} &= m_{es} L \\ &= 1 \times 336.000 \\ &= 336.000 \text{ J} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{PQR} &= Q_{PQ} + Q_{QR} \\ &= 10.500 + 336.000 \\ &= 346.500 \text{ J} \end{aligned}$$

LIVEWORKSHEETS