

# Solucionari del llibre de l'alumne

## 13. Energia tèrmica

### 1. Temperatura i calor

(pàg. 280 i 281)

#### Activitats

1. Macroscòpic: la temperatura. Microscòpic: l'energia cinètica.
2. No, no és correcte dir que un cos posseeix calor. En termodinàmica, la calor és el procés d'intercanvi d'energia entre cossos a conseqüència d'una temperatura diferent. Quan diem «avui fa molta calor», de fet hauríem de dir «la temperatura d'avui és molt alta».
3. La temperatura no és energia, sinó una mesura de l'energia. En canvi, la calor sí que és energia. La temperatura es mesura en °C (o °F, o K), mentre que la calor es mesura en joules (J).
4. Per convecció i per radiació.

### 2. Efectes de la calor en els cossos

(pàg. 282 a 285)

#### Activitats

5. Dades:  $m_1 = 40 \text{ g} = 0,04 \text{ kg}$   
 $m_2 = 0,5 \text{ L} \cdot 1,0 \text{ kg/L} = 0,5 \text{ kg}$   
 $T_1 = 200 \text{ °C} = 473 \text{ K}$ ;  $T_2 = 10 \text{ °C} = 288 \text{ K}$

a)  $Q_{\text{cedida}} + Q_{\text{absorbida}} = 0$   
 $m_1 \cdot c_{e \text{ ferro}} \cdot (T_f - T_1) + m_2 \cdot c_{e \text{ aigua}} \cdot (T_f - T_2) = 0$   
 $T_f (m_1 + m_2) - m_1 T_1 - m_2 T_2 = 0$

8. Dades:  $m_1 = 250 \text{ g} = 0,25 \text{ kg}$ ;  $c_e = 2132 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}$ ;  $L_f = 334 \text{ kJ/kg}$ ;  $m_2 = 600 \text{ cm}^3 = 0,6 \text{ kg}$   
 $T_1 = -3 \text{ °C} = 270 \text{ K}$ ;  $T_f = 0 \text{ °C} = 273 \text{ K}$ ;  $T_2 = 85 \text{ °C} = 358 \text{ K}$

- a) Calculem l'energia per a fer pujar la temperatura de l'aigua fins als  $0 \text{ °C}$  i, després, la del canvi d'estat.

$$Q_1 = m_1 \cdot c_{e \text{ Gel}} \cdot (T_f - T_1) = 0,25 \text{ kg} \cdot 2132 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot (273 - 270) \text{ K} = 1599 \text{ J}$$

- b)  $Q_2 = m \cdot L_f = 0,25 \text{ kg} \cdot 334000 \text{ J/kg} = 83500 \text{ J}$ ;  $Q_T = Q_1 + Q_2 = 1599 \text{ J} + 83500 \text{ J} = 85099 \text{ J}$

- c)  $Q_{\text{cedida}} + Q_{\text{absorbida}} = 0$

Segons el principi de conservació de l'energia, la suma de l'energia cedida més l'absorbida ha de ser igual a zero. La calor absorbida comprèn la calor que es requereix per a transformar el gel a  $-3 \text{ °C}$  en aigua a  $0 \text{ °C}$  (que es correspon amb la calor total calculada en l'apartat b), i la que es requereix perquè l'aigua assoleixi la temperatura final que busquem.

$$m_1 \cdot c_e \cdot (T_f - T_1) + m_2 \cdot c_e \cdot (T_f - T_2) = 0$$

$$T_f = \frac{c_e \cdot (m_1 T_1 + m_2 T_2) - Q_T}{c_e \cdot (m_1 + m_2)} = \frac{4180 \text{ J/kg} \cdot \text{K} \cdot (0,25 \text{ kg} \cdot 273 \text{ K} + 0,6 \text{ kg} \cdot 358 \text{ K}) - 85099 \text{ J}}{4180 \text{ J/kg} \cdot \text{K} \cdot (0,25 \text{ kg} + 0,6 \text{ kg})} = 309,05 \text{ K}$$

$$T_f = \frac{m_1 T_1 + m_2 T_2}{m_1 + m_2} = \frac{0,04 \text{ kg} \cdot 473 \text{ K} + 0,5 \text{ kg} \cdot 288 \text{ K}}{0,04 \text{ kg} + 0,5 \text{ kg}} = 301,73 \text{ K}$$

b)  $Q = m \cdot C_{e \text{ ferro}} \cdot (T_f - T_1) = 0,04 \text{ kg} \cdot 452 \text{ J/kg} \cdot \text{K} \cdot (289,59 \text{ K} - 473 \text{ K}) = -3316,11 \text{ J}$

El signe negatiu indica que el ferro cedeix calor a l'aigua.

6. Dades:  $m_1 = 200 \text{ L} \cdot 1,0 \text{ kg/L} = 200 \text{ kg}$   
 $T_1 = 20 \text{ °C} = 293 \text{ K}$ ;  $T_2 = 60 \text{ °C} = 333 \text{ K}$   
 $T_f = 45 \text{ °C} = 318 \text{ K}$

Calculem la massa d'etanol a  $60 \text{ °C}$ :

$$Q_{\text{cedida}} + Q_{\text{absorbida}} = 0$$
$$m_1 \cdot c_{e \text{ etanol}} \cdot (T_f - T_1) + m_2 \cdot c_{e \text{ etanol}} \cdot (T_f - T_2) = 0$$
$$200 \text{ kg} \cdot c_{e \text{ etanol}} \cdot (318 - 293) + m_2 \cdot c_{e \text{ etanol}} \cdot (318 - 333) = 0$$
$$m_2 = 333,33 \text{ kg}$$

7. Dades:  $Q = 250000 \text{ J}$ ;  $L_f = 334 \text{ kJ/kg}$

Calculem la massa que es fondrà, considerant únicament l'energia de canvi d'estat, ja que no hi ha canvi de temperatura.

$$Q = M \cdot L_f$$
$$M = \frac{Q}{L_f} = \frac{250000 \text{ J}}{334000 \text{ J/kg}} = 0,748 \text{ kg}$$

# Solucionari del llibre de l'alumne

9. Dades:  $h_0 = 300 \text{ m}$ ;  $\lambda = 1,2 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$   
 $\Delta T = 35 \text{ }^\circ\text{C} = 35 \text{ K}$

Calculem l'increment lineal (altura):

$$\Delta L = \lambda \cdot L_0 \cdot \Delta T = \lambda \cdot L_0 \cdot (T_f - T_0) = \\ = 1,2 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1} \cdot 300 \text{ m} \cdot 35 \text{ K} = 0,126 \text{ m}$$

L'altura final de la Torre és:

$$h = h_0 + \Delta L = 300,126 \text{ m}$$

10. Dades:  $V_0 = 1 \text{ L}$  d'aire;  $\gamma = \frac{1}{273} \text{ K}^{-1}$   
 $\Delta T = 30 \text{ }^\circ\text{C} = 30 \text{ K}$

Per a calcular el valor de la densitat, hem de determinar la variació del volum de l'aire, ja que la densitat és igual a la massa/volum.

$$\Delta V = 1 \text{ L} \cdot \frac{1}{273} \text{ K}^{-1} \cdot 30 \text{ K} = 0,11 \text{ L}$$

El volum final del gas és:  $V = V_0 + \Delta V = 1,11 \text{ L}$

$$\text{Densitat inicial} = 1,293 \text{ g/L}$$

La massa de l'aire és igual al volum per la densitat, de manera que la densitat final serà:

$$\text{Densitat final} = 1,293/1,10989 \text{ g/L} = 1,165 \text{ g/L}$$

$$\text{Variació de densitat} =$$

$$= \text{Densitat final} - \text{Densitat inicial} = -0,128 \text{ g/L}$$

El resultat concorda amb el fet conegut que la densitat és inversament proporcional al volum. Si el volum de l'aire augmenta amb la temperatura, la densitat de l'aire disminueix.

## 3. Màquines tèrmiques (pàg. 286 i 287)

### Àgora

La degradació de l'energia implica una limitació a l'obtenció de treball (energia útil) en les màquines tèrmiques.

— Resposta suggerida.

Qualsevol tipus d'energia es pot transformar íntegrament en calor, però aquesta no es pot transformar íntegrament en un altre tipus d'energia. Per això, es diu que la calor és una forma degradada d'energia.

Aquest fet ens ha de fer reflexionar i adoptar accions d'estalvi energètic en tots els àmbits: disminuir la contaminació ambiental, utilitzar energies renovables, treballar a favor del desenvolupament sostenible, preservar els recursos naturals, fomentar una responsabilitat conscient sobre l'ecologia.

— Resposta suggerida.



<http://links.edebe.com/eqkkj3>  
<http://links.edebe.com/yc6kp>

En aquestes pàgines web, els alumnes poden variar els paràmetres d'influència de la degradació de l'energia i treure'n conclusions pròpies. Posteriorment, les poden publicar en el bloc que hagi creat el professor/a.

## Activitats

11. A partir de la tècnica cooperativa *El foli giratori*, han d'explicar i representar gràficament les etapes de funcionament del motor d'explosió de quatre temps. Una vegada constituïts els grups base, un membre del grup comença a escriure la part de la tasca que li correspon en un foli «giratori», després, el passa al company/a del costat perquè escrigui la seva part, i així successivament fins que tots hagin pogut escriure. Els altres membres del grup han d'estar pendents del que escriu cadascú, ajudar-lo, corregir-lo, etc. Tots són responsables de la tasca de l'equip.

— Entre les pàgines web que els alumnes poden consultar per investigar la importància històrica del motor d'explosió de quatre temps i la contribució que ha fet al desenvolupament tecnològic i social, hi ha les següents:



<http://links.edebe.com/ejdzry>  
<http://links.edebe.com/ve4kbp>

12. Dades:  $T_1 = 1500 \text{ K}$ ;  $Q_1 = 4000 \text{ J}$ ;  $W = 1200 \text{ J}$

a) Calculem el rendiment:

$$\eta = \frac{W}{Q_1} = \frac{1200 \text{ J}}{4000 \text{ J}} = 0,3$$

Per tant, el rendiment de la màquina és d'un 30%.

b) Sabem que:

$$\eta_{\text{màx}} = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \cdot 100$$

Per la qual cosa:

$$T_2 = 1050 \text{ K}$$

## Visió 360° (pàg. 288 i 289)

### El frigorífic, una màquina tèrmica?

## Activitats

13. Resposta suggerida.

Els alumnes han de buscar, en les fonts que considerin més adequades, informació relacionada amb

# Solucionari del llibre de l'alumne

els diversos tipus de frigorífics que hi ha en el mercat i centrar-se en l'eficiència energètica, el reciclatge del fluid refrigerant, etc. El vídeo de l'enllaç següent pot ser un bon punt de partida per a iniciar el treball:

@ <http://links.edebe.com/ptz596>

## Cre@ctivitat: la conservació dels aliments

— Resposta suggerida.

L'alumnat ha de dur a terme una investigació, amb l'ajut dels enllaços recomanats en el llibre de l'alumne, dels mètodes de conservació dels aliments. La classe es pot dividir en grups per a repartir el treball.

A continuació, els alumnes han d'ordenar la informació recollida i fer una presentació amb l'ajut de programes com PowerPoint o Prezi, o realitzar un vídeo.

- Tècniques de conservació més antigues: deshidratació, salaó i fumatge.
- Actualment encara es continuen utilitzant aquests mètodes de conservació més antics.

## Ciència al teu abast (pàg. 290 i 291)

En l'activitat s'utilitza el mètode científic per a comprovar si «la calor específica de l'alumini és diferent de la del ferro».

En primer lloc es calcula l'equivalent en massa del calorímetre mitjançant conservació de l'energia.

A continuació, seguint el mateix procediment, es calcula la calor específica de l'alumini i del ferro mitjançant l'equació de conservació de l'energia, tenint en compte que ja hem determinat l'equivalent en massa del calorímetre. Després s'analitzen els resultats obtinguts, la qual cosa permetrà demostrar la hipòtesi i comprovar que la calor específica de l'alumini és més gran que la del ferro. És a dir, l'alumini requereix més energia per a augmentar un kelvin la seva massa en 1 kg. Això es deu també a la major conductivitat tèrmica de l'alumini en comparació de la que presenta el ferro.

Finalment, els alumnes han de redactar un informe detallat de la pràctica amb les taules de dades i les gràfiques, i explicar clarament els resultats i si aquests concorden o no amb la hipòtesi inicial.

## Continua investigant

Es tracta de dissenyar un experiment per a determinar si el valor de la calor específica d'una substància depèn de la temperatura a la qual s'escalfa la substància o de l'interval de temperatures utilitzat.

Aprofitant les dades obtingudes en la pràctica anterior, es proposa utilitzar les dades de  $Q$  i la calor específica obtinguda per a l'alumini escalfat a  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ , i considerant una temperatura d'equilibri de  $45\text{ }^{\circ}\text{C}$ , per la qual cosa:

$$\Delta T = (45 - 100) = -55\text{ K}$$

$$Q = m \cdot c_e \cdot \Delta T = m \cdot c_e \cdot (-55\text{ K})$$

Després es repeteix l'assaig considerant la mateixa massa, però escalfant l'alumini a  $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ , i prenent una temperatura d'equilibri de  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Comprovem que s'obté la mateixa energia  $Q$ :

$$Q = m \cdot c_e \cdot \Delta T = m \cdot c_e \cdot (-55\text{ K})$$

Per tant, es demostra que el valor de la calor específica depèn de l'interval de temperatures utilitzat.

## Síntesi (pàg. 292)

### Recorda el que has après

14. La radiació és l'emissió d'energia en forma d'ones electromagnètiques. Tots els cossos emeten aquesta radiació que té la particularitat que no requereix cap material per a propagar-se, per la qual cosa les ones electromagnètiques es poden transmetre tant per l'aire com pel buit.
15. 1. Variació de la temperatura: depèn de la massa, de l'energia comunicada i de la naturalesa del material. 2. Canvis d'estat: s'esdevenen a temperatura constant i depenen de la naturalesa de la matèria. 3. Dilatació: es produeix quan un cos experimenta canvis en les dimensions (augment o disminució) relacionats amb el moviment de les seves partícules.
16. Màquines tèrmiques.
17. Segons la llei de conservació d'energia, l'energia ni es crea ni es destrueix, només es transforma. Però en aquest procés de transformació, una part de l'energia es converteix en calor; i aquesta calor no es pot transformar totalment en altres formes d'energia, ja que es produeixen pèrdues. Per aquesta raó es diu que la calor és una forma d'energia degradada, perquè l'energia tèrmica no és aprofitable al 100%.

# Solucionari del llibre de l'alumne

## Activitats finals (pàg. 293 a 295)

### 1. Temperatura i calor

18. a) Falsa. L'intercanvi d'energia entre cossos a una temperatura diferent es produeix mitjançant calor.  
 b) Falsa. L'equilibri tèrmic es produeix quan s'igualen la temperatura en cada cos.  
 c) Vertadera.  
 d) Vertadera.

19. a) Radiació. c) Radiació.  
 b) Conducció. d) Convecció.

20. Equació de Boltzmann:

$$\overline{E_c} = \frac{1}{2} m \cdot \overline{v^2} = \frac{3}{2} k T$$

Dada:  $T = 150 \text{ }^\circ\text{C} = 423 \text{ K}$

Massa molar de l'aigua\* =  $18 \text{ g/mol} = 0,018 \text{ kg/mol}$

$$v = \sqrt{3 \cdot k \cdot T / m}$$

$$v = \sqrt{3 \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{J}}{\text{K}} \cdot 423 \text{ K} \cdot \frac{1}{0,018} \text{ kg}}$$

$$v = 9,86 \cdot 10^{-10} \text{ m/s}$$

\* En el text, no s'especifica què és  $m$  en l'equació de Boltzmann.

— No, no podríem aplicar la mateixa equació perquè l'aigua a  $45 \text{ }^\circ\text{C}$  està en estat líquid, i aquesta equació és aplicable només als gasos.

21. La propagació de calor per conducció requereix el contacte directe de les molècules de diferents cossos, però no hi ha moviment macroscòpic de la matèria.

La propagació de calor per convecció requereix el contacte directe de les molècules de diferents fluids (líquids o gasos), però amb moviment macroscòpic de la matèria.

La propagació de calor per radiació es produeix mitjançant les ones electromagnètiques o fotons (sense necessitat de matèria), sense contacte directe de les molècules i sense propagació de matèria.

### 2. Efectes de la calor en els cossos

22. a) Vertadera.  
 b) Vertadera.  
 c) Vertadera, si bé en el primer cas la calor és positiva, mentre que en el segon és negativa, ja que requereix calor per a canviar de gas a sòlid.

- d) Vertadera. Cada estat té una calor latent diferent.  
 e) Falsa.

23.

	A	B	C
Temperatura de fusió ( $^\circ\text{C}$ )	0	-20	30
Temperatura d'evaporació ( $^\circ\text{C}$ )	100	20	50

24. La dilatació cúbica és el resultat de la dilatació lineal en les tres dimensions.

25. Dades:  $V_0 = 0,027 \text{ m}^3$ ; costat del cub =  $0,3 \text{ m}$   
 $T_0 = 25 \text{ }^\circ\text{C} = 298 \text{ K}$ ;  $T_f = 250 \text{ }^\circ\text{C} = 523 \text{ K}$

$$\begin{aligned} \Delta V &= 3 \cdot \lambda_{\text{cub}} \cdot V_0 \cdot (T_f - T_0) = \\ &= 3 \cdot 1,7 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1} \cdot 0,027 \text{ m}^3 (523 - 298) \text{ K} = \\ &= 3,09825 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$V_f - V_0 = 3,09825 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$V_f = 3,09825 \cdot 10^{-4} + 0,027 = 0,02731$$

$$\text{costat}_{\text{cub } f} = \sqrt[3]{0,02731} = 0,3011 \text{ m}$$

El resultat d'aquesta activitat hauria estat el mateix si haguéssim calculat la dilatació lineal del costat del cub i, a continuació, ho haguéssim elevat al cub.

26. Dades:  $Q = 15000 \text{ J}$ ;  $m_1 = 100 \text{ g} = 0,1 \text{ kg}$   
 $m_2 = 100 \text{ g} = 0,1 \text{ kg}$ ;  $T_0 = 0 \text{ }^\circ\text{C} = 273 \text{ K}$

$$a) Q = m \cdot c_{\text{eFe}} \cdot T = m \cdot c_{\text{eFe}} \cdot (T_f - T_0)$$

$$15000 = 0,1 \text{ kg} \cdot 452 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot (T_f - 273)$$

$$T_f = 604,86 \text{ K}$$

$$b) 15000 = 0,1 \text{ kg} \cdot 1100 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot (T_f - 273)$$

$$T_f = 409,36 \text{ K}$$

27. Dades:  $m_1 = 250 \text{ g} = 0,25 \text{ kg}$ ;  $m_2 = 500 \text{ g} = 0,5 \text{ kg}$   
 $T_{01} = 75 \text{ }^\circ\text{C} = 348 \text{ K}$ ;  $T_{02} = 20 \text{ }^\circ\text{C} = 293 \text{ K}$

$$Q_{\text{cedida}} + Q_{\text{absorbida}} = 0$$

$$T_f (m_1 + m_2) - m_1 T_1 - m_2 T_2 = 0$$

$$T_f = \frac{m_1 T_1 + m_2 T_2}{m_1 + m_2} =$$

$$= \frac{0,25 \text{ kg} \cdot 348 \text{ K} + 0,5 \text{ kg} \cdot 293 \text{ K}}{0,25 \text{ kg} + 0,5 \text{ kg}} = 311,33 \text{ K}$$

El resultat seria el mateix si, en comptes d'utilitzar aigua, utilitzéssim mercuri.

# Solucionari del llibre de l'alumne

- 28.** Dades:  $T_1 = 850\text{ }^\circ\text{C} = 1123\text{ K}$ ;  $m_1 = 2\text{ kg}$   
 $T_f = 60\text{ }^\circ\text{C} = 333\text{ K}$

Suposem que l'aigua on submergim el ferro es troba a temperatura ambient; és a dir,  $T_2 = 20\text{ }^\circ\text{C} = 293\text{ K}$ .

Les calor específiques necessàries són:

$$c_{e\text{ aigua}} = 4180\text{ J/kg}\cdot\text{K}; \quad c_{e\text{ ferro}} = 452\text{ J/kg}\cdot\text{K}$$

$$c_{e\text{ coure}} = 1100\text{ J/kg}\cdot\text{K}$$

La calor necessària per a fer baixar la temperatura del ferro és:

$$Q_{\text{cedida}} + Q_{\text{absorbida}} = 0$$

$$m_1 \cdot c_{e\text{ ferro}} \cdot (T_f - T_1) + m_{\text{aigua}} \cdot c_{e\text{ aigua}} \cdot (T_f - T_2) = 0$$

$$m_{\text{aigua}} = \frac{m_1 \cdot c_{e\text{ ferro}} \cdot (T_f - T_1)}{c_{e\text{ aigua}} \cdot (T_f - T_2)} =$$

$$= \frac{2\text{ kg} \cdot 452 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}} \cdot (1123 - 333)\text{ K}}{4180 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}} \cdot (333 - 293)\text{ K}} = 4,27\text{ kg}$$

Necessitem 4,27 kg d'aigua.

Si l'objecte fos de coure:

$$m_{\text{aigua}} = \frac{m_1 \cdot c_{e\text{ coure}} \cdot (T_1 - T_f)}{c_{e\text{ aigua}} \cdot (T_f - T_2)} =$$

$$= \frac{2\text{ kg} \cdot 1100 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}} \cdot (1123 - 333)\text{ K}}{4180 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}} \cdot (333 - 293)\text{ K}} = 10,39\text{ kg}$$

Necessariem 10,39 kg d'aigua.

- 29.** Dades:  $m_1 = 10\text{ g} = 0,01\text{ kg}$ ;  $m_2 = 0,5\text{ L} = 0,5\text{ kg}$   
 $T_{01} = 20\text{ }^\circ\text{C} = 293\text{ K}$ ;  $T_{02} = 60\text{ }^\circ\text{C} = 333\text{ K}$   
 $T_e = 23\text{ }^\circ\text{C} = 296\text{ K}$

$$Q_{\text{cedida}} + Q_{\text{absorbida}} = 0$$

$$0,01\text{ kg} \cdot c_{em} \cdot (296 - 293) +$$

$$+ 0,5\text{ kg} \cdot 4180 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}} \cdot (296 - 333) = 0$$

$$c_{em} = 2577,67 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$$

- 30.** Per a calcular la calor específica de l'aigua:

$$4180 \frac{\cancel{\text{J}}}{\cancel{\text{kg}}\cdot\cancel{\text{K}}} \cdot \frac{1\text{ cal}}{4,18\cancel{\text{ J}}} \cdot \frac{1\cancel{\text{ kg}}}{1000\text{ g}} = 1 \frac{\text{cal}}{\text{g}\cdot\text{K}}$$

- 31.** a) És un experiment d'equilibri tèrmic.  
 b) S'observa que una de les substàncies està més calenta (línia vermella) que l'altra (línia blava). Experimentalment, quan es posen en contacte totes

dues substàncies, s'observa que el cos calent es refreda progressivament, mentre que el cos fred s'escalfa. En termes de temperatura, el cos calent (línia vermella) disminueix de temperatura, mentre que el cos fred en té més (línia blava). Si deixem evolucionar el sistema el temps suficient, arriba un moment en què la temperatura dels dos cossos ja no canvia, per la qual cosa cessa l'intercanvi d'energia. Aquest estat es coneix com a *estat d'equilibri tèrmic*.

- 32.** a) S'utilitza a comprimir el líquid.  
 b) L'energia s'agafarà de la pressió del líquid.
- 33.** Dades:  $m = 2\text{ kg}$ ;  $L_f = 334\text{ kJ/kg}$ ;  $L_v = 2257\text{ kJ/kg}$   
 a)  $Q_f = m \cdot L_f = 2\text{ kg} \cdot 334\text{ kJ/kg} = 668\text{ kJ}$   
 b)  $Q_v = m \cdot L_v = 2\text{ kg} \cdot 2257\text{ kJ/kg} = 4514\text{ kJ}$   
 — Es requereix més quantitat de calor per a vaporitzar l'aigua.

- 34.** Dades:  $m_1 = 300\text{ g} = 0,3\text{ kg}$ ;  $m_{\text{gel}} = 12\text{ g} = 0,012\text{ kg}$   
 $T_0 = 75\text{ }^\circ\text{C} = 348\text{ K}$ ;  $T_{0h} = -5\text{ }^\circ\text{C} = 268\text{ K}$   
 $T_f = 0\text{ }^\circ\text{C} = 273\text{ K}$

a)  $Q_1 = m_h \cdot c_e \cdot (T_f - T_{0h}) =$   
 $= 0,012\text{ kg} \cdot 2132 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}} \cdot (273 - 268)\text{ K} = 127,92\text{ J}$

b)  $Q_2 = m_h \cdot L_f = 0,012\text{ kg} \cdot 334 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}} = 4,008\text{ J}$

L'energia total és la suma de totes dues, que és igual a 131,928 J.

- 35.** Dada:  $m = 5000\text{ g} = 5\text{ kg}$

$$Q_{\text{latent fusió}} = m \cdot L_f$$

$$58650\text{ J} = 5\text{ kg} \cdot L_f \rightarrow L_f = 11,73\text{ kJ/kg}$$

- 36.** Dada:  $l = 6\text{ m}$

a)  $\Delta L_{\text{ferro}} = \lambda \cdot L_0 \cdot \Delta T = 1,2 \cdot 10^{-5}\text{ K}^{-1} \cdot 6\text{ m} \cdot \Delta T$   
 b)  $\Delta L_{\text{alumini}} = 2,5 \cdot 10^{-5}\text{ K}^{-1} \cdot 6\text{ m} \cdot \Delta T$

- 37.** a) Si incrementem la temperatura del gas, a un volum constant, la pressió del gas també augmentarà.  
 b) La llei de Gay-Lussac, segons la qual la pressió d'un volum fix de gas és directament proporcional a la seva temperatura quan la pressió es manté constant.

- 38.** Una làmina bimetal·lica està formada per dues làmines de metall superposades i soldades entre si. Cada metall té un coeficient de dilatació propi, per la qual cosa quan la làmina bimetal·lica es dilata, el conjunt es deforma. Aquesta deformació es pot aprofitar per a obrir o tancar un contacte elèctric.

# Solucionari del llibre de l'alumne

— Aplicacions: planxes, estufes elèctriques, torradors.

**39.** A pressió constant, es compleix que  $V/T$  és constant. És a dir, que si el volum es duplica, la temperatura també ho fa.

**40.** Dades:  $m_c = 10 \text{ g} = 0,01 \text{ kg}$ ;  $m_{\text{aigua}} = 2 \text{ kg}$   
 $T_0 = 15 \text{ °C} = 288 \text{ K}$ ;  $T_f = 52 \text{ °C} = 325 \text{ K}$   
 $c_e = 4180 \text{ J/kg}\cdot\text{K}$

$$Q_{\text{aigua}} = 2 \text{ kg} \cdot 4180 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}} \cdot (325 - 288) \text{ K} = 309320 \text{ J}$$

**43.** Dades:  $m_1 = 10 \text{ L} = 10 \text{ kg}$ ;  $m_2 = 0,5 \text{ kg}$ ;  $T_{02} = 600 \text{ °C} = 873 \text{ K}$ ;  $c_{e \text{ aigua}} = 4180 \text{ J/kg}\cdot\text{K}$ ;  $c_{e \text{ ferro}} = 452 \text{ J/kg}\cdot\text{K}$

a) Considerem que la galleda d'aigua es troba a temperatura ambient, com ara  $T_{01} = 20 \text{ °C} = 293 \text{ K}$ .

$$T_f = \frac{m_2 \cdot c_{e \text{ ferro}} \cdot T_{02} + m_1 \cdot c_{e \text{ aigua}} \cdot T_{01}}{m_2 \cdot c_{e \text{ ferro}} + m_1 \cdot c_{e \text{ aigua}}} = \frac{0,5 \text{ kg} \cdot 452 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}} \cdot 873 \text{ K} + 10 \text{ kg} \cdot 4180 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}} \cdot 293 \text{ K}}{0,5 \text{ kg} \cdot 452 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}} + 10 \text{ kg} \cdot 4180 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}}} = 296,12 \text{ K}$$

b) La quantitat de calor és de 6 680 J.

c) La temperatura serà de 296,07 K.

d) La temperatura a la qual es produirà l'equilibri tèrmic és 295,91 K.

**44.** Dades:  $h = 10 \text{ km} = 10\,000 \text{ m}$ ;  $\Delta T = 10 \text{ °C} = 283 \text{ K}$   
 $V_0 = 10\,000 \text{ m} \cdot 1 \text{ m}^2 = 10\,000 \text{ m}^3$

$$\Delta V = \gamma \cdot V_0 \cdot \Delta T = \frac{1}{273 \text{ K}} \cdot 10\,000 \text{ m}^3 \cdot 10 \text{ K} = 366,3 \text{ m}^3$$

$$\Delta h = \frac{\Delta V}{1 \text{ m}^2} = \frac{366,3 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^2} = 366,3 \text{ m}$$

## 3. Màquines tèrmiques

**45.** Dades:  $Q_1 = 120\,000 \text{ J}$ ;  $Q_2 = 95\,000 \text{ J}$

$$W = Q_1 - Q_2 = 120\,000 \text{ J} - 95\,000 \text{ J} = 25\,000 \text{ J}$$

**46.**  $Q_2 = Q_1 - W = 4,75 \cdot 10^5 \text{ J} - 3,23 \cdot 10^5 \text{ J} = 1,52 \cdot 10^5 \text{ J}$

**47.**  $Q_2 + W = Q_1 = 14\,000 \text{ J} + 2\,500 \text{ J} = 16\,500 \text{ J}$

La calor que cedeix el focus calent és de 16 500 J.

**48.** Resposta suggerida.

Els alumnes han de dur a terme una petita investigació sobre com va influir, en la seva època, la millora que havia introduït James Watt en la màquina de vapor els diversos camps de la indústria. A continuació,

**41.**  $Q_{\text{cedida}} + Q_{\text{absorbida}} = 0$

$$m \cdot c_e \cdot (T_e - T_0) + m \cdot c_e \cdot (T_e - 2 T_0) = 0$$

$$T_e - T_0 + T_e - 2 T_0 = 0$$

$$T_e = \frac{3}{2} T_0$$

**42.** Resposta suggerida.



<http://links.edebe.com/swya>

L'aigua s'evapora a 100 °C quan la pressió és d'1 atmosfera (a nivell del mar). Si la pressió disminueix, la temperatura d'evaporació, també.

han d'ordenar les seves idees i fer un esquema amb l'ajut d'un programa informàtic de mapa mental, com Mind42 o Cmap.

$$\mathbf{49.} \eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \cdot 100 \rightarrow 75 = \frac{180 - T_2}{180} \cdot 100$$

$$T_2 = 45 \text{ °C}$$

**50.** Dades:  $T_1 = 120 \text{ °C}$ ;  $T_2 = 40 \text{ °C}$

Consum = 120 000 J/h

$$\mathbf{a)} \eta = \frac{120 - 40}{120} \cdot 100 = 66,67 \%$$

$$\mathbf{b)} \eta = \frac{W}{Q_1} \rightarrow W = \eta \cdot Q_1 =$$

$$= \frac{66,67}{100} \cdot 120\,000 \frac{\text{J}}{\text{h}} = 80\,000,4 \text{ J/h}$$

$$\mathbf{51.} \eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \cdot 100 \rightarrow 100 = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \cdot 100$$

$$1 = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

Per tant,  $\eta$  sempre serà inferior a 1, ja que ni  $T_2$  pot ser nul·la ni  $T_1$  pot ser infinita.

**52.** El rendiment és més gran com més gran sigui la diferència de temperatura entre focus; per tant, el rendiment hauria de ser més elevat en un ambient fred.



# Solucionari del llibre de l'alumne

## Posa a prova les teves competències (pàg. 296 i 297)

53. c) La transmissió de la calor és per radiació.
54. b) Són guants aïllants per a evitar la calor per conducció.
55.  $Q = 2 \text{ kg} \cdot 452 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K}) \cdot (700 - 35)$   
b) 601 160 J.
56.  $T_e = 29,66 \text{ }^\circ\text{C}$

- c) A prop de  $30 \text{ }^\circ\text{C}$ .
57. c) Per equilibri tèrmic, l'aigua i el ferro quedaran a la mateixa temperatura.
58. b) És el valor de la constant de dilatació lineal multiplicada per tres:  $\gamma = 3 \lambda$ .
59. b) Sí que augmentaran. Tots els gasos ho fan quan hi ha un increment de temperatura.
60. b) L'energia es perd perquè s'escalfa l'aire de l'habitació on hi ha la forja.

## 14. Ones: el so i la llum

### 1. Les ones (pàg. 300 i 301)

#### Àgora

Resposta suggerida.

Tipus d'ona	Aplicació
Ràdio	Transmeten informació
Microones	Cuina
Infraroigs	Comandament a distància
Onades	Energia mareomotriu

#### @: laboratori d'ones

L'alumnat pot accedir a la pàgina web proposada en el llibre de l'alumne. Conté un resum teòric dels continguts que es tractaran en aquesta unitat, a més d'un laboratori d'ones virtual en el qual poden manipular diversos tipus d'ones per experimentar els conceptes de període, longitud d'ona, freqüència, velocitat i amplitud.

### Activitats

#### 1. Resposta suggerida.

Els alumnes poden accedir a la pàgina web proposada. En el simulador d'ones longitudinals i transversals poden variar simultàniament els valors de l'amplitud, longitud d'ona i freqüència, i observar el comportament diferent dels dos tipus d'ones.

Al laboratori d'ones poden canviar les longituds de les quadrícules i els tipus d'ones que dibuixaran. Després, han de triar si volen calcular, per exemple, l'amplitud, per la qual cosa tenen les quadrícules que hi ha fins al pic de l'ona. El programa ofereix també un peu de rei per a efectuar els mesuraments.

Per a determinar la longitud d'ona, han de mesurar la distància entre pics.

Per a calcular el període, han de mesurar la quadrícula entre dos punts simultanis de l'ona.

Aquests càlculs, que duren a terme de manera manual, els efectua també el programa amb les fórmules conegudes per al moviment ondulatori.

#### 2. Dades: $v = 6 \text{ m/s}$ ; $f = 30 \text{ ones/min} = 0,5 \text{ ones/s}$

La freqüència és de 0,5. Tenint en compte que el període i la freqüència en una ona són inversament proporcionals, utilitzem la fórmula corresponent per a calcular el període:

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{0,5 \text{ Hz}} = 2 \text{ s}$$

A continuació, determinem la longitud d'ona aïllant-la de l'expressió que relaciona les magnituds anteriors amb la velocitat:

$$v = \lambda \cdot f$$
$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{6 \text{ m/s}}{0,5 \text{ Hz}} = 12 \text{ m}$$

