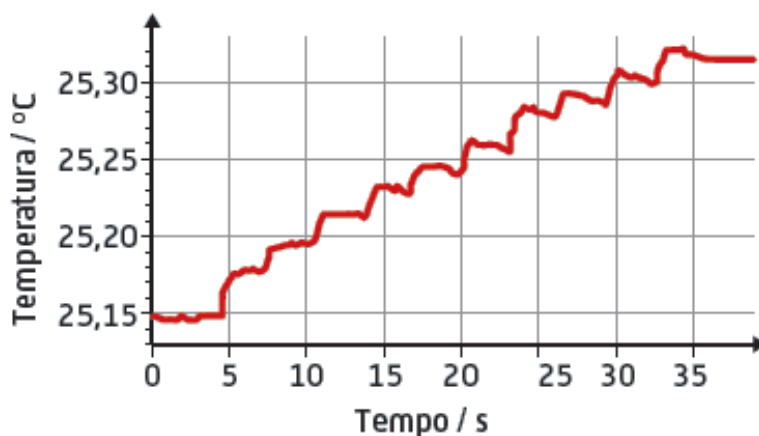


Ficha de Trabalho 9

1.3. Energia, fenómenos térmicos e radiação

- Um balão de hélio está a flutuar num salão de festas. Considere o balão de hélio o objeto de estudo.
 - Identifique o sistema, a fronteira e a vizinhança.
 - O sistema é aberto, fechado ou isolado? Justifique.
- Na cozinha de um jardim infantil, um biberão com leite está a ser aquecido em banho-maria. Considere o biberão o objeto de estudo.
 - Identifique o sistema, a fronteira e a vizinhança.
 - Como se classifica este sistema? Justifique.
- A amplitude térmica em Bragança no dia 29 de abril de 2011 foi de $10,0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Sabendo que a temperatura máxima registada nesse dia foi de $15,0\text{ }^{\circ}\text{C}$:
 - Exprima o valor da amplitude térmica em unidades do SI.
 - Indique o valor da temperatura mínima, expresso em K.
- A diferença de temperatura entre dois corpos é de $20,0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Escolha a opção que representa a diferença de temperatura desses corpos, em unidades do SI.
 - $293,2\text{ K}$
 - $20,0\text{ K}$
 - $253,2\text{ K}$
 - $-20,0\text{ K}$
- Um grupo de alunos, com o intuito de comprovar a relação entre calor e trabalho, colocou pequenas esferas de chumbo, de massa 100 g , no interior de um tubo de cartão, de 80 cm de comprimento, com as extremidades fechadas. Numa das extremidades foi colocada uma pequena placa metálica, com um sensor de temperatura acoplado. O tubo foi invertido 20 vezes para que as esferas caíssem contra a placa metálica. Um sistema computacional de medição registou a temperatura da placa metálica ao longo do tempo.



- Como se designa o processo de transferência de energia para as esferas de metal?



5.2. Como interpretar a evolução da temperatura ao longo do tempo, representada no gráfico?

5.3. Se toda a energia potencial das esferas fosse convertida em energia interna das esferas, qual seria o valor da energia transferida para as esferas?

6. Considere novamente a experiência descrita no exercício anterior em que pequenas esferas de chumbo ($m = 50 \text{ g}$) foram colocadas no interior de um tubo de cartão com 70 cm de comprimento com as extremidades tapadas. Com um termómetro digital, mediu-se a temperatura das esferas antes e depois de inverter o tubo 30 vezes.

6.1. Selecione a opção que completa corretamente a seguinte afirmação: A energia interna das esferas, uma vez que foi transferida energia sob a forma de .

- (A) ... aumentou ... calor
- (B) ... aumentou ... trabalho
- (C) ... diminuiu ... calor
- (D) ... diminuiu ... trabalho

6.2. Sabendo que a variação da energia interna do sistema foi de $8,0 \text{ J}$, qual o rendimento desta transferência de energia?

7. Um ferro elétrico quente, depois de desligado, é deixado sobre uma tábua de passar roupa com a sua base exposta ao ar durante 120 s , irradiando $1,50 \times 10^5 \text{ J}$ de energia. Sabendo que a base tem uma área de superfície de $0,020 \text{ m}^2$, determine:

7.1. a potência irradiada.

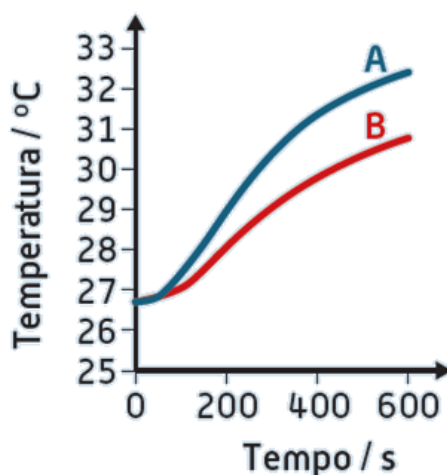
7.2. a irradiância junto à superfície emissora.

8. Além de absorver parte da energia emitida pelo Sol, a Terra também emite radiação cujo espectro é determinado pela temperatura à superfície. Mediante este processo de absorção e de emissão, mantém-se uma condição de equilíbrio que é conhecida como equilíbrio térmico da Terra, atingido através da igualdade entre a potência absorvida e a potência emitida pela Terra, que é responsável pela temperatura constante da mesma, de cerca de $15 \text{ }^\circ\text{C}$. **Dados:** $A_{\text{esfera}} = 4 \pi r^2$ e $r_T = 6,37 \times 10^6 \text{ m}$

8.1. Sabendo que a quantidade de energia absorvida pela Terra, em cada segundo, é de $1,22 \times 10^{17} \text{ J}$, determine a irradiância da Terra junto à sua superfície.

8.2. Onde se localiza, no conjunto das radiações eletromagnéticas, o espectro de radiação emitida pela Terra?

9. Colocou-se uma lata pintada de branco a uma certa distância de uma lâmpada de 100 W , e registou-se, regularmente, a temperatura no interior dessa lata. Repetiu-se, posteriormente, o mesmo procedimento para outra lata pintada de preto. O gráfico traduz a evolução da temperatura de cada uma das latas.



9.1. Selecione, justificando, a curva da figura que traduz a evolução da temperatura da lata pintada de preto.

9.2. Qual o mecanismo de transferência de energia responsável pelo aumento de temperatura das latas?

10. Um grupo de alunos pretendia comparar o poder de absorção da radiação eletromagnética de duas superfícies idênticas, feitas do mesmo material mas com cores diferentes, uma preta e outra branca. Para isso, fizeram incidir a luz emitida por uma lâmpada de incandescência em cada uma das superfícies e registaram a temperatura, em intervalos de tempo de um minuto. Tendo em conta as características de ambas as superfícies, indique qual:

10.1. atinge a temperatura mais elevada.

10.2. absorve maior quantidade de energia por radiação.

10.3. reflete maior quantidade de energia por radiação.

11. Pretende-se instalar um painel fotovoltaico numa vivenda em Lisboa. O painel, com um rendimento médio de 15%, destina-se a alimentar um conjunto de eletrodomésticos, cujo consumo diário é de $1,08 \times 10^8$ J. A irradiância solar média em Lisboa, num dia claro, corresponde a 414 W m^{-2} . Nestas condições, calcule a área do painel fotovoltaico que deve ser instalada, sabendo que o tempo de exposição ao sol é de 8 horas diárias.

12. Uma localidade dispõe de sete horas de sol por dia. Nessa localidade, um morador pretende colocar um painel fotovoltaico, com uma área de $4,0 \text{ m}^2$ e com um rendimento de 15%. Calcule a energia elétrica fornecida pelo painel, sabendo que a energia solar que atinge o painel, por segundo e por unidade de área, é $0,85 \text{ kW h}$.

13. Considere as seguintes afirmações: I) O aquecimento de muitas salas de aula é conseguido usando radiadores térmicos. II) Um jarro elétrico é um eletrodoméstico utilizado para o aquecimento de água.

13.1. Qual é o mecanismo de transferência de energia como calor que permite o aquecimento de toda a sala de aula?

13.2. Que mecanismo de transferência de energia como calor ocorre entre a resistência do jarro elétrico e a água?

13.3. Descreva os processos referidos nas alíneas anteriores.

14. A densidade da água líquida varia ligeiramente e de forma muito peculiar com a temperatura: tem um valor máximo de 1 g cm^{-3} para a temperatura de $4 \text{ }^\circ\text{C}$. Tendo em conta esta informação e o modo como o mecanismo de convecção se processa, explique porque é que os lagos congelam de cima para baixo.

15. A potência média transmitida por uma janela de uma habitação com forma retangular de área A , com vidro simples de espessura L , quando sujeita a uma diferença de temperatura ΔT , é de 750 W . Sendo a taxa de transmissão de energia sob a forma calor, por condução, através da janela, dada por:

$$\frac{E}{\Delta t} = k A \frac{\Delta T}{L}$$

e mantendo todas as restantes variáveis constantes, indique como varia, a potência média transmitida pela janela se:

15.1. se duplicar a diferença de temperatura entre o interior e o exterior da janela.

15.2. se duplicar a largura da janela.

15.3. se substituir o vidro por madeira, mantendo-se as dimensões.



16. Dois recipientes, um contendo água e outro contendo azeite, possuem igual volume. Sabendo que o volume dos recipientes é de $0,500 \text{ dm}^3$ e que as densidades da água e do azeite são, respetivamente, $1,00 \text{ g cm}^{-3}$ e $0,92 \text{ g cm}^{-3}$, compare a quantidade de energia que é necessário fornecer a cada um dos líquidos contidos nos recipientes de modo a conseguir um igual aumento da sua temperatura?

17. Para arrefecer uma barra de aço de 300 g à temperatura de $115,0 \text{ }^\circ\text{C}$, mergulhou-se a barra num recipiente com 500 g de água a $25,0 \text{ }^\circ\text{C}$. Considere o sistema, formado pelo conjunto água e barra de ferro, isolado e os valores $c_{\text{água}} = 4186 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ e $c_{\text{aço}} = 460 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$. Determine a temperatura final do sistema.

18. Para arrefecer rapidamente o chá é comum utilizar-se cubos de gelo. Imagine que mergulha, numa chávena com $200,00 \text{ g}$ de chá à temperatura de $60,0 \text{ }^\circ\text{C}$, um cubo de gelo com $2,50 \text{ g}$ que fora retirado do congelador à temperatura de $-15,0 \text{ }^\circ\text{C}$. Considere: $c_{\text{chá}} = 4250 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$, $c_{\text{gelo}} = 2090 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$, $DH_{\text{fusão}}(\text{gelo}) = 333 \text{ kJ kg}^{-1}$ e $c_{\text{água}} = 4186 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$.

18.1. Qual é o valor da energia necessária para fundir o cubo de gelo?

18.2. Determine a temperatura final atingida pelo chá, no instante em que foi atingido o equilíbrio térmico, considerando o sistema isolado.

18.3. Considerando o mesmo instante, verificou-se que a temperatura final do chá foi de $38,0 \text{ }^\circ\text{C}$, num sistema aberto. Qual foi a variação da energia do sistema chá com cubo de gelo? Analise esse resultado.

19. Um cubo de gelo saiu de um congelador com uma temperatura de $-15 \text{ }^\circ\text{C}$. Apresente um esboço do perfil do gráfico da energia fornecida em função da temperatura da substância, $E = f(T)$, até que este atinja o valor de $20 \text{ }^\circ\text{C}$.

20. Aqueceu-se $0,13 \text{ g}$ de ar contido no interior de uma lata, esmagada e fechada, com uma lamparina. A lamparina provocou um aumento de $5,0 \text{ }^\circ\text{C}$ na temperatura do ar no interior da lata. Sabendo que a capacidade térmica mássica do ar é $993 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$, determine a quantidade de trabalho sobre o exterior que o sistema deverá realizar para que a variação de energia interna seja nula.

21. Qual é a variação de energia interna de um sistema que recebe 1200 J de energia sob a forma de calor e realiza 600 J de trabalho sobre o exterior?

22. Porque é que quando o gás contido num recipiente a alta pressão é subitamente libertado o recipiente arrefece? Que tipo de processo está a ocorrer?

23. Um gás é aquecido no interior de um recipiente dotado de um êmbolo móvel, de tal maneira que o trabalho realizado pelo gás é igual ao calor que ele recebe, conforme ilustra a figura. O que acontece à energia interna e à temperatura do sistema durante o processo?

24. Determine o rendimento de uma máquina térmica sabendo que, durante o seu funcionamento, por cada $120,0 \text{ J}$ de energia fornecida sob a forma de calor pela fonte “quente”, $74,4 \text{ J}$ são fornecidos como calor para a fonte “fria”.

Soluções

1.1. O sistema é o balão, a fronteira é a membrana do balão e a vizinhança é o salão de festas e o resto do Universo.

1.2. É um sistema fechado pois apenas existe possibilidade de troca de energia com a vizinhança através das paredes do balão.

2.1. O sistema é o biberão com leite, a fronteira é a parede e o bico do biberão e a vizinhança corresponde ao banho-maria e à cozinha.



2.2. É um sistema aberto pois permite troca de matéria através da abertura no bico do biberão e também existe troca de energia com a vizinhança.

3.1.

Como $\Delta T/K = \Delta t/^{\circ}C$, então: $\Delta T = 10,0 \text{ }^{\circ}C = 10,0 \text{ K}$

3.2.

Se $t_{\text{máx}} = 15,0 \text{ }^{\circ}C \Rightarrow t_{\text{mín}} = 5,0 \text{ }^{\circ}C$

$T/K = t/^{\circ}C + 273,15 \Rightarrow T/K = 5,0 + 273,15 \Leftrightarrow T = 278,2 \text{ K}$

4. Opção B

5.1. Transferência de energia sob a forma de trabalho.

5.2. O aumento de temperatura deve-se ao trabalho realizado sobre as esferas. A temperatura não aumenta de forma constante porque a transferência de energia como trabalho não é contínua, ocorre apenas durante a queda após inversão do tubo. Além disso, foi colocado apenas um sensor de temperatura numa das extremidades do tubo, pelo que a temperatura das esferas só eram registadas quando as esferas caíam na placa metálica.

5.3.

$$W_{\vec{f}_g} = -(0 - m g h) \Leftrightarrow W_{\vec{f}_g} = 0,100 \times 10 \times 0,80 \Leftrightarrow W_{\vec{f}_g} = 0,80 \text{ J}$$

Como o tubo foi invertido 20 vezes o trabalho total foi $20 \times 0,80 = 16 \text{ J}$, ou seja, a energia interna aumentaria 16 J.

6.1. Opção B

6.2.

$$\eta = \frac{E_{\text{útil}}}{E_{\text{total}}} \Rightarrow \eta = \frac{8,0}{10,5} \Leftrightarrow \eta = 0,76 \Rightarrow \eta = 76\%$$

7.1.

$$P = \frac{E}{\Delta t} \Rightarrow P = \frac{1,50 \times 10^5}{120} \Leftrightarrow P = 1,25 \times 10^3 \text{ W}$$

7.2.

$$E_r = \frac{P}{A} \Rightarrow E_r = \frac{1,25 \times 10^3}{0,020} \Leftrightarrow E_r = 6,3 \times 10^4 \text{ W m}^{-2}$$

8.1.

$$E_r = \frac{P}{A} \Rightarrow E_r = \frac{1,22 \times 10^{17}}{4\pi \times (6,37 \times 10^6)^2} \Leftrightarrow E_r = 239 \text{ W m}^{-2}$$

8.2. Tendo em conta o valor da temperatura média da Terra ($15 \text{ }^{\circ}C$), a frequência da radiação que a Terra emite situa-se na zona do infravermelho.

9.1. A curva A, pois atingiu uma temperatura superior.

9.2. Entre a lâmpada e as latas há transferência de energia sob a forma de calor por radiação eletromagnética.



10.1. A superfície preta.

10.2. A superfície preta.

10.3. A superfície branca.

11. 60 m²

12.

$$\eta(\%) = \frac{E_{\text{útil}}}{E_{\text{fornecida}}} \times 100 \Rightarrow 15 = \frac{E_{\text{útil}}}{3,08 \times 10^{11}} \times 100 \Leftrightarrow E_{\text{útil}} = 4,6 \times 10^{10} \text{ J}$$

13.1. Transferência de energia por convecção.

13.2. Transferência de energia por condução.

13.3. Na situação I, o ar junto ao radiador aquece, tornando-se menos denso. Esse ar sobe, dando origem a uma corrente “quente” ascendente. Ao subir, arrefece tornando-se mais denso e desce dando origem a uma corrente “fria” descendente. Estes processos repetem-se, ao longo do tempo, originando as correntes de convecção. Na situação II, como a resistência elétrica do jarro se encontra a uma temperatura superior à da água as suas partículas possuem maior agitação do que as partículas da água à sua volta. Estando em contacto com as partículas da água na vizinhança, os corpúsculos da resistência irão transferir parte da sua energia para essas partículas provocando o seu aquecimento.

14. No inverno a água à superfície do lago vai arrefecendo, tornando-se mais densa, dando origem a uma corrente descendente de água fria. Por outro lado, a água mais quente do fundo do lago, menos densa, sobe criando uma corrente ascendente. Durante a subida esta água arrefece tornando-se novamente mais densa e o processo repete-se de forma que toda a água vai arrefecendo. Quando a água do fundo do lago atinge os 4°C, como apresenta densidade máxima não volta a subir e o mecanismo de convecção deixa de ocorrer. A água à superfície do lago continua a arrefecer, agora por condução, até atingir a temperatura de 0°C. Assim, é a água à superfície que atinge a temperatura de congelação.

15.1. Se a diferença de temperatura entre o interior e o exterior da janela duplicar, a taxa temporal de transmissão de energia, sob a forma de calor, por condução entre os dois meios (interior e exterior) também duplica.

15.2. Se a largura da janela duplicar, a área A também duplica logo a taxa temporal de transmissão de energia sob a forma de calor, por condução, entre os dois meios duplica.

15.3. Como $k_{\text{vidro}} > k_{\text{madeira}}$ a taxa temporal de transmissão de energia, sob a forma de calor, por condução, diminui pois no caso do vidro esta será superior à da madeira.

16.

$$\frac{E_{\text{água}}}{E_{\text{azeite}}} = \frac{\rho_{\text{água}} c_{\text{água}}}{\rho_{\text{azeite}} c_{\text{azeite}}} \Rightarrow \frac{E_{\text{água}}}{E_{\text{azeite}}} = \frac{1,00 \times 4186}{0,92 \times 2000} \Leftrightarrow E_{\text{água}} = 2,3 E_{\text{azeite}}$$

17. 30,6°C

18.1.

$$E = 2,50 \times 10^{-3} \times 3,33 \times 10^5 = 8,32 \times 10^2 \text{ J}$$

18.2. 331 K

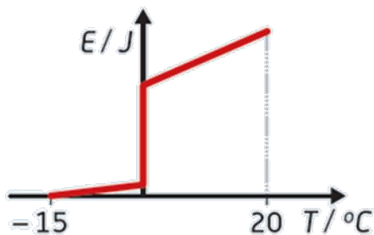
18.3.

$$\Delta E_i = \Delta E_{\text{chá}} + \Delta E_{\text{gelo}} = -1,87 \times 10^4 + 1,31 \times 10^3 = -1,74 \times 10^4 \text{ J}$$



A variação de energia interna do sistema é negativa porque houve transferência de energia do sistema para o exterior, o que levou a que a temperatura a que foi atingido o equilíbrio térmico fosse inferior à que seria se o sistema fosse isolado.

19.



Note-se que, como $C_{\text{água}} > C_{\text{gelo}}$, o declive na fase líquida deve ser superior ao declive na fase sólida.

20.

$$0 = 0,65 + W \Leftrightarrow W = - 0,65 \text{ J}$$

21. $- 600 + 1200 = 600 \text{ J}$

22. Quando o gás é libertado há realização de trabalho sobre o exterior e, como o processo é muito rápido, não dá tempo para que se realizem trocas de energia sob a forma de calor com o exterior para se atingir o equilíbrio térmico. Assim, a energia interna do sistema diminui e, conseqüentemente, o recipiente arrefece. Trata-se, por isso, de um processo adiabático.

23. De acordo com a Primeira Lei da Termodinâmica $DU = W + Q$. Como o sistema recebe energia sob a forma de calor e cede a mesma quantidade de energia sob a forma de trabalho, a energia interna não varia. Se a energia interna não varia, não varia a energia cinética interna, logo a temperatura do sistema mantém-se.

24.

$$\eta = \frac{W}{Q_q} \Rightarrow \eta = \frac{45,6}{120,0} = 0,38 \Rightarrow \eta = 38 \%$$

Bom trabalho Jovens Cientistas!
Paula Melo Silva

