

1.

1.1. O único facto referido no texto que justifica a elevada amplitude térmica observada na Lua é a ausência de atmosfera apreciável.

1.2. (C) Para um objecto em queda livre as equações do movimento $y = y_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2}$ e $v = v_0 + at$ assumem a forma $y = y_0 + \frac{at^2}{2}$ e $v = at$, sendo a aceleração gravítica local.

Quando atinge o solo, $y = 0$ considerando $y_0 = h$ e o referencial orientado verticalmente para cima. Assim, $0 = h - \frac{gt^2}{2} \Leftrightarrow t^2 = \frac{2g}{h} \Leftrightarrow$

$$\Leftrightarrow t_{\text{queda}} = \sqrt{\frac{2g}{h}}$$

Para a Terra,

$$t_{\text{Terra}} = \sqrt{\frac{2g}{h}} \text{ e para a Lua, } t_{\text{Lua}} = \sqrt{\frac{2h}{g}} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow t_{\text{Lua}} = \sqrt{6} \times \sqrt{\frac{2g}{h}} \Leftrightarrow t_{\text{Lua}} = \sqrt{6} \times t_{\text{Terra}}$$

1.3.1.

Determinar o tempo que o objecto demora a ir de uma altura de 1,40 m acima do solo até uma altura de 1,20 m acima do solo.

Recorrendo à equação geral do movimento, segundo o eixo OY:

$$y = y_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2}, \text{ que nestas condições, assume a forma } y = y_0 - \frac{g_T t^2}{2} \text{ pois a velocidade inicial segundo OY é nula e } g_L = \frac{g_T}{6}$$

Assim, para as condições referidas:

$$y = y_0 - \frac{g_T t^2}{2} \Leftrightarrow 1,20 = 1,40 - \frac{10t^2}{2} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow 1,20 - 1,40 = -\frac{10t^2}{2} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow 0,20 = \frac{10t^2}{2} \Leftrightarrow \frac{0,20 \times 2}{10} = t^2 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow t = \sqrt{\frac{0,20 \times 2}{10}} \Leftrightarrow t = 0,49 \text{ s}$$

Determinar a coordenada x decorridos os primeiros 0,49 s do movimento.

A equação do movimento segundo o eixo OX será:

$x = x_0 + vt$, que nestas condições, assume a forma $x_p = vt$ pois, segundo este eixo, o movimento é retilíneo uniforme e assume-se $x_0 = 0$.

Assim, para as condições referidas:

$$x_p = v_0 t \Leftrightarrow x_p = 3,0 \times 0,49 \Leftrightarrow x_p = 1,5 \text{ m}$$

A coordenada x_p desse objeto quando este se encontra na posição P, situada a 1,20 m acima do solo, é 1,5 m.

1.3.2.

(B) Sendo o sistema conservativo:

$$E_m = \text{constante} \Leftrightarrow E_m(\text{final}) = E_m(\text{inicial})$$

Inicialmente, o sistema tem energia cinética (porque tem velocidade inicial) e energia potencial (porque se encontra a uma determinada altura acima do nível de referência).

$$E_{m_i} = E_{p_i} + E_{c_i}$$

No final, o objeto só possui energia cinética dado que se encontra ao nível do solo. Assim,

$$E_{m_f} = E_{c_f}$$

Podendo, então, escrever-se que

$$E_{p_i} + E_{c_i} = E_{c_f}$$

A energia cinética do objeto ao atingir o solo

$$\left(E_{c_f} = \frac{mv_f^2}{2} \right) \text{ depende da velocidade com que}$$

atinge o solo (v_f). O módulo desta velocidade pode ser dado pela expressão $v_f = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$ em que v_x é a grandeza da velocidade segundo o eixo OX e v_y é a grandeza da velocidade segundo o eixo OY.

Segundo OX, a velocidade é constante, v_x , mas é tanto maior quanto maior a energia cinética com que o objeto é lançado (E_{c_i}), isto é:

$$E_{c_i} = \frac{mv_f^2}{2} \Leftrightarrow 2E_{c_i} = mv_x^2 \Leftrightarrow v_x^2 = \frac{2E_{c_i}}{m}$$

Segundo o eixo OY, a velocidade é dada pela expressão $v_y = at$.

Quando o objeto atinge o solo, $y = 0$

$$y = y_0 - \frac{g_L t^2}{2} \Leftrightarrow y_0 = \frac{g_L t^2}{2} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow t = \sqrt{\frac{2y_0}{g_L}}; \text{ sendo } y_0 = h \text{ pode escrever-se}$$

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g_L}} \text{ e } v_y = g_L \sqrt{\frac{2h}{g_L}} \Leftrightarrow v_y = \sqrt{\frac{2hg_L}{g_L}} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow v_y = \sqrt{2hg_T}$$

$$\text{Sendo } E_{p_i} = mg_L h, \text{ pode escrever-se } h = \frac{E_{p_i}}{mg_L}.$$

Substituindo na expressão da velocidade se-

$$\text{gundo OY: } v_y = \sqrt{2hg_T} \Leftrightarrow v_y = \sqrt{2 \frac{E_{p_i}}{mg_L} g_T} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow v_y = \sqrt{\frac{2E_{p_i}}{m}}$$

$$\text{Reescrevendo: } v_{\text{solo}} = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow v = \sqrt{\frac{2E_{c_i}}{m} + \left(\sqrt{\frac{2E_{p_i}}{m}}\right)^2} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow v_{\text{solo}} = \sqrt{\frac{2E_{c_i}}{m} + \frac{2E_{p_i}}{m}}$$

A energia cinética com que o objeto chega ao solo é dada pela expressão:

$$E_{c_f} = \frac{mv_{\text{solo}}^2}{2} \Leftrightarrow E_{c_f} = \frac{m \left(\sqrt{\frac{2E_{c_i}}{m} + \frac{2E_{p_i}}{m}} \right)^2}{2} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow E_{c_f} = \frac{m \left(\frac{2E_{c_i}}{m} + \frac{2E_{p_i}}{m} \right)}{2} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow E_{c_f} = \frac{2E_{c_i} + 2E_{p_i}}{2} \Leftrightarrow E_{c_f} = E_{c_i} + E_{p_i}$$

Fica, assim, provado que nas condições em estudo (considerando desprezável a resistência do ar), a energia cinética com que o objeto chega ao solo depende da energia potencial gravítica inicial (E_{p_i}), do sistema objecto+Lua e da energia cinética com que o objecto é lançado (E_{c_i}).

Outro processo:

Utilizando apenas o princípio da conservação da energia mecânica, a energia cinética com que o objeto chega ao solo terá de ser igual à soma da energia cinética inicial e da energia potencial inicial.

1.3.3.

O trabalho realizado pelo peso é simétrico da variação da energia potencial gravítica do sistema, ou seja, $W_{\vec{p}} = -\Delta E_p$.

Como a posição inicial e a final se encontram à mesma altura em relação ao solo, nas duas situações, o sistema sofre a mesma variação de energia potencial, sendo o trabalho realizado pelo peso também igual nas duas situações. Isto é, como o peso é uma força conservativa, o trabalho por ele realizado só depende da posição inicial e final. Como nas duas situações, a posição inicial e a final são a mesma, em relação ao solo, o trabalho realizado pelo peso é igual.

1.4. (C) A velocidade de propagação do sinal electromagnético no vácuo é $3,00 \times 10^8$. Assim, aplicando a expressão $v = \frac{d}{\Delta t}$, resulta:

$$\Delta t = \frac{d}{v} \Leftrightarrow \Delta t = \frac{3,84 \times 10^8}{3,00 \times 10^8} \Leftrightarrow \Delta t = 1,28 \text{ s}$$

2.

2.1. A onda que se propaga na mola é longitudinal dado que as espiras vibram na mesma direcção em que se propaga a perturbação, ou seja, onda.

2.2. (D) Se o movimento da mão for mais rápido, a frequência da oscilação aumenta. Como a relação entre o período e a frequência é dada pela expressão $f = \frac{1}{T}$, se a frequência aumentar, o período da oscilação diminui.

2.3. (C) Numa oscilação completa, a espira percorre uma distância (d) que é dada pela expressão:

$$d = 4A \Leftrightarrow d = 4 \times 0,01 \Leftrightarrow d = 0,04 \text{ m}$$

A equação apresentada aplica-se a movimento harmónico sinusoidal, movimento de vai e vem em torno de uma posição de equilíbrio, afastando-se 0,01 m (amplitude do movimento), para um e outro lado, em relação a essa posição de equilíbrio. A partícula completará um ciclo no seu movimento, após ter percorrido uma distância $d = 4A$.

3.

3.1. Na experiência, utilizou-se uma lâmpada de potência elevada para que o intervalo de tempo que decorre entre o início da experiência e a estabilização da temperatura do ar que se encontra dentro da lata não fosse demasiado longo, deste modo atingir-se-ia o equilíbrio térmico num menor intervalo de tempo. Para medir os valores necessários à construção do gráfico, os alunos poderão ter utilizado um termómetro e um cronómetro ou um sensor de temperatura e um cronómetro ou um sensor de temperatura ligado a um sistema automático de aquisição de dados.

De modo a poderem comparar os resultados obtidos com as duas latas, A e B, os alunos devem ter partido de condições iniciais semelhantes, ou seja, a temperatura inicial do ar contido no interior das latas deveria ser aproximadamente igual.

3.2. (D) Um corpo emite e absorve constantemente radiação. Antes de t_1 , a taxa de absorção é superior à taxa de emissão. À medida que a temperatura aumenta, aumenta a taxa de absorção e de emissão, sendo que, até estabilizar a temperatura, a taxa de absorção é superior à de emissão (lei de Stefan-Boltzman).

Finalmente, quando o tempo corresponde ao instante t_1 a taxa de absorção iguala a taxa de emissão atingindo-se, assim, o equilíbrio térmico com as vizinhanças.

- 3.3. (B)** As condições iniciais são semelhantes. Como a temperatura atingida por A é superior, então A é um melhor absorvedor. Nas mesmas condições, a temperatura para B é menor. Assim, B não é tão bom absorvedor, sendo, no entanto, melhor refletor (despreza-se a transmissão já que as latas são opacas à radiação incidente a qual é visível).

4.

- 4.1. Determinar a massa de cafeína que se pode ingerir “via” refrigerante (m_r).**

Seja: $m_{2f} \rightarrow$ massa de cafeína ingerida através de dois cafés

$m_d \rightarrow$ massa de cafeína que se pode ingerir diariamente

$$m_r = m_d - m_{2f} \rightarrow m_r = 300 - 60 \Leftrightarrow \\ \Leftrightarrow m_r = 240 \text{ mg}$$

Determinar o volume de refrigerante que contém 260 mg de cafeína.

$$c_m = \frac{m(\text{cafeína})}{V} \Leftrightarrow V_{\text{refrigerante}} = \frac{m(\text{cafeína})}{c_m} \Leftrightarrow \\ \Leftrightarrow V_{\text{refrigerante}} = \frac{240}{138,2} \Leftrightarrow V_{\text{refrigerante}} = 1,74 \text{ dm}^3$$

Determinar o número de latas de 0,33 ml que podem ser ingeridas.

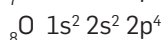
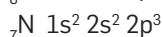
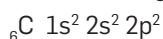
$$\frac{1 \text{ lata}}{0,33 \text{ dm}^3} = \frac{n_{\text{latas}}}{1,74} \Leftrightarrow n_{\text{latas}} = \frac{1,74 \times 1}{0,33} \Leftrightarrow \\ \Leftrightarrow n_{\text{latas}} = 5,2 \text{ latas}$$

O número de latas de 0,33 L desse refrigerante que poderão ser ingeridas por dia para além dos dois cafés, sem que seja ultrapassado o limite diário acima referido, são cinco.

4.2.

4.2.1.

(C) No estado de energia mínima, os átomos dos elementos carbono, azoto e oxigénio apresentam as seguintes configurações:



o que permite concluir que no estado de energia mínima, os átomos dos elementos carbono, azoto e oxigénio apresentam o mesmo número de orbitais s totalmente preenchidas, ou seja, duas orbitais (as 1s e as 2s).

4.2.2.

(C) Um dos eletrões mais energéticos do átomo de oxigénio, no estado fundamental encontra-se numa orbital 2p pelo que um conjunto de números quânticos que a pode caracterizar é (2, 1, -1).

O conjunto (2, 0, 0) caracteriza uma orbital 2s e (2, 0, 1) não pode caracterizar nenhuma orbital pois se $l = 0$, m_l só pode ser zero. Por outro lado, (2, -1, 1) não pode caracterizar nenhuma orbital pois l não pode assumir valores negativos.

4.2.3.

(D) O carbono e o azoto são elementos que ocupam posições consecutivas no mesmo período da Tabela Periódica (o número atómico do azoto é superior ao do carbono). É de prever que a energia de ionização do carbono seja inferior à energia de ionização do azoto, pois a energia de ionização aumenta ao longo do período com o aumento do número atómico.

4.2.4.

Determinar energia da radiação emitida (ΔE).

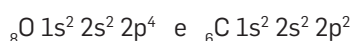
$$\Delta E = E_{\text{final}} - E_{\text{inicial}} \Leftrightarrow \Delta E = E_{n=2} - E_{n=3} \Leftrightarrow \\ \Leftrightarrow \Delta E = (-0,54 \times 10^{-18}) - (-0,24 \times 10^{-18}) \Leftrightarrow \\ \Leftrightarrow \Delta E = -0,30 \times 10^{-18} \text{ J}$$

A energia da radiação emitida na transição electrónica entre os níveis $n = 3$ e $n = 2$ do átomo de hidrogénio é $0,30 \times 10^{-18} \text{ J}$.

5.

5.1. (A) A molécula do CO_2 obedece à regra do octeto, isto é, os átomos ligam-se partilhando eletrões de forma a ficarem com oito eletrões à sua volta.

O número de eletrões de valência da molécula ($n.^\circ \text{ e}^- \text{ val}$) é igual à soma do número de eletrões de valência dos átomos que constituem a molécula.



$$n.^\circ \text{ e}^- \text{ val. } (\text{CO}_2) = 4 + (2 \times 6) \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow n.^\circ \text{ e}^- \text{ val. } (\text{CO}_2) = 16 \text{ eletrões de valência.}$$

A molécula de CO_2 possui 16 eletrões (8 dupletos) de valência distribuídos em torno dos átomos que constituem a molécula, de forma a obedecer à regra do octeto. Assim, há quatro dupletos ligantes e quatro não ligantes (dois em cada átomo de oxigénio).

- 5.2.** Na molécula CO_2 , o átomo central (C) não tem pares de eletrões de valência não ligantes. Assim, a geometria da molécula de CO_2 é linear pois é aquela que minimiza as interações repulsivas entre os dupletos electrónicos ligantes e entre estes e os não ligantes que se situam e torno dos átomos de oxigénio.

5.3. Calcular o volume molar, nas condições de pressão e de temperatura consideradas.

$$\frac{N_A}{2} = 12 \text{ mol}$$

$$\frac{\frac{1}{2} \text{ mol}}{12,2 \text{ dm}^3} = \frac{1 \text{ mol}}{V_m} \Leftrightarrow V_m = 24,4 \text{ dm}^3$$

Determinar a massa de uma mole de CO_2 .

$$m(\text{CO}_2) = n(\text{CO}_2) \times M(\text{CO}_2) \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow m(\text{CO}_2) = 1,0 \times 44,01 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow m(\text{CO}_2) = 44,01 \text{ g}$$

Determinar a densidade do CO_2 nessas condições.

$$\rho(\text{CO}_2) = \frac{m(\text{CO}_2)}{V(\text{CO}_2)} \Leftrightarrow \rho(\text{CO}_2) = \frac{44,01}{24,4} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \rho(\text{CO}_2) = 1,80 \text{ g dm}^{-3}$$

A densidade do CO_2 (g), nessas condições de pressão e de temperatura, é $1,80 \text{ g dm}^{-3}$.

- 5.4. (B)** É a única que traduz a reacção global de ionização do ácido carbónico em água e que obedece à Lei de Lavoisier.

- 5.5.** Uma quantidade apreciável de CO_2 dissolvido implica que o sistema considerado evolua no sentido da reacção direta, o que se traduz num aumento da concentração de Ca^{2+} (aq). Como consequência, o aumento da concentração de Ca^{2+} (aq) corresponde a um aumento da dureza da água.

6.1. Determinar a quantidade de HNO_3 (aq).

$$[\text{HNO}_3] = \frac{n(\text{HNO}_3)}{V} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow n(\text{HNO}_3) = [\text{HNO}_3] \times V \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow n(\text{HNO}_3) = 2,51 \times 10^{-2} \times 20,0 \times 10^{-3} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow n(\text{HNO}_3) = 5,02 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

Determinar o reagente limitante.

O amoníaco e o ácido nítrico combinam-se na proporção estequiométrica de 1:1. Assim, o reagente limitante é o que existe em menor quantidade, pelo que, nestas condições, é o amoníaco.

Determinar a quantidade de NH_4NO_3 (aq) formado ($n(\text{NH}_4\text{NO}_3)_f$).

De acordo com a estequiometria da reacção $n(\text{NH}_4\text{NO}_3)_f = n(\text{NH}_3) \Leftrightarrow$
 $\Leftrightarrow n(\text{NH}_4\text{NO}_3)_f = 3,00 \times 10^{-4} \text{ mol}$ pois se a reacção é completa admite-se que o reagente limitante se transforma totalmente em produto.

Determinar o volume total.

Admitindo os volumes aditivos:

$$V_{\text{total}} = V_{\text{NH}_3} + V_{\text{HNO}_3} \Leftrightarrow V_{\text{total}} = 20,0 + 20,0 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow V_{\text{total}} = 40,0 \text{ mL} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow V_{\text{total}} = 4,00 \times 10^{-2} \text{ dm}^3$$

Determinar a concentração de NH_4NO_3 (aq) na solução resultante.

$$[\text{NH}_4\text{NO}_3] = \frac{n(\text{NH}_4\text{NO}_3)}{V_{\text{total}}} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow [\text{NH}_4\text{NO}_3] = \frac{3,00 \times 10^{-4}}{4,00 \times 10^{-2}} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow [\text{NH}_4\text{NO}_3] = 7,50 \times 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$$

A concentração de NH_4NO_3 (aq) na solução resultante é $7,50 \times 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$.

6.2. (B)

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \text{pH} = -\log[2,51 \times 10^{-2}] \Leftrightarrow \text{pH} = 1,6$$

- 6.3.** O n.o. do azoto no ácido nítrico (HNO_3) é mais cinco (+5) porque a soma algébrica dos números de oxidação de todos os átomos que constituem uma molécula é igual a zero (regra da eletroneutralidade). Como o número de oxidação do oxigénio é menos dois (–2), exceto nos peróxidos que é menos um (–1) e como o número de oxidação do hidrogénio é mais um (+1), exceto nos hidretos em que é menos um (–1), obtém-se:

$$\text{n.o.}(\text{H})_{\text{HNO}_3} + 3 \times \text{n.o.}(\text{O})_{\text{HNO}_3} + \text{n.o.}(\text{N})_{\text{HNO}_3} = 0 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow 1 + 3 \times (-2) + (\text{N})_{\text{HNO}_3} = 0 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \text{n.o.}(\text{N})_{\text{HNO}_3} = +5$$

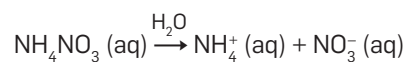
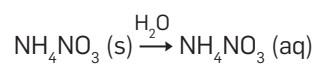
O número da oxidação do azoto na molécula de HNO_3 é mais cinco (+5).

- 6.4. (C)** Se o amoníaco, NH_3 , é uma base de Brønsted-Lowry mais forte do que a espécie NO_3^- , o ácido conjugado da base, NO_3^- , (ácido nítrico, HNO_3) vai ser mais forte que o ácido conjugado da base NH_3 (catião amónio, NH_4^+).

Assim, a espécie HNO_3 , que é um ácido mais forte, cede iões H^+ com mais facilidade do que a espécie NH_4^+ , que é um ácido mais fraco.

A espécie NH_3 é básica pelo que cede iões H^+ com menos facilidade do que a espécie NH_4^+ , que é ácida. A espécie NH_3 aceita iões H^+ com mais facilidade do que a espécie NO_3^- , pois é uma base mais forte. A espécie HNO_3 aceita iões H^+ com menos facilidade do que a espécie NO_3^- pois HNO_3 tem comportamento ácido e NO_3^- básico.

6.5.



O processo de dissolução é endotérmico (ocorre com absorção de energia), pelo que temperatura de uma amostra de água em que ocorra a dissolução do nitrato de amónio diminuirá.