Proposta de resolução do Exame Final Nacional de Física e Química A - 1.ª Fase, versão 1

Prova de Exame Final Nacional do Ensino Secundário, Prova de Física e Química A, 11.º ano de escolaridade, 1.ª Fase, Instituto de Avaliação Educativa, IAVE, 26/junho/2023: https://iave.pt/wp-content/uploads/2023/06/EX-FQA715-F1-2023-V1_net.pdf

2.

2.1. (*)

(D)

Pode concluir-se que, nessas condições, comparativamente ao som emitido pelas outras baleias, o som de 52 Hz tem menor comprimento de onda.

Notas:

- A expressão que permite relacionar a velocidade de propagação de um sinal num meio homogéneo e a respetiva frequência é:

$$v_{\text{som}} = \lambda \times f$$

- Assim, para dois sinais com frequências diferentes e que se propagam com a mesma velocidade, temos:

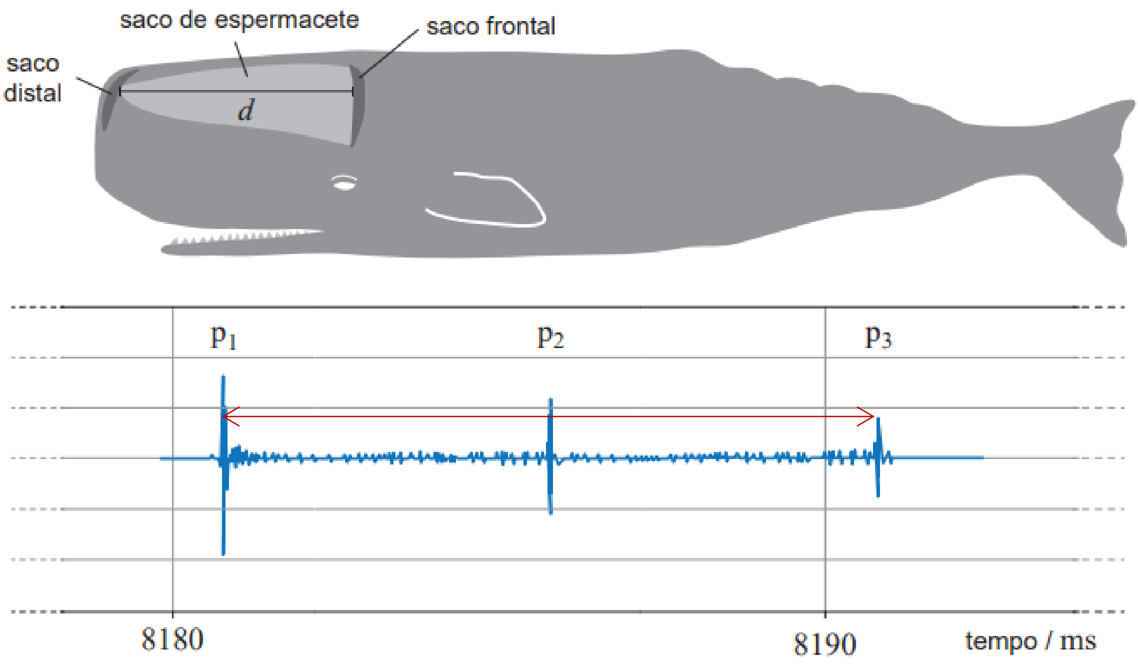
$$\lambda_{\text{b. solitária}} \times f_{\text{b. solitária}} = \lambda_{\text{restantes b.}} \times f_{\text{restantes b.}} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \frac{f_{\text{b. solitária}}}{f_{\text{restantes b.}}} = \frac{\lambda_{\text{restantes b.}}}{\lambda_{\text{b. solitária}}}$$

- Sendo $f_{\text{b. solitária}} > f_{\text{restantes b.}}$, conclui-se que:

$$\lambda_{\text{restantes b.}} > \lambda_{\text{b.solitária}} \Leftrightarrow \lambda_{\text{b.solitária}} < \lambda_{\text{restantes b.}}$$

2.2. (*)



- Determinação do intervalo de tempo médio entre dois pulsos

$$\Delta t_{\text{médio}} = \frac{\Delta t_{p_1 \to p_2} + \Delta t_{p_2 \to p_3}}{2} = \frac{\Delta t_{p_1 \to p_3}}{2}$$

O intervalo de tempo entre o instante em que é detetado o pulso p_1 e o instante em que é detetado o pulso p_3 (assinalado na figura com setas) pode ser obtido medindo, com uma régua, a distância entre os picos dos pulsos no gráfico. Comparando com a distância entre os instantes 8180 ms e 8190 ms, conclui-se que são iguais. Assim,

$\Delta t_{p_1 \to p_3} = (8190 - 8180) \Leftrightarrow \Delta t_{p_1 \to p_3} = 10 \text{ ms} \Leftrightarrow \Delta t_{p_1 \to p_3} = 10 \times 10^{-3} \text{ s}$

Assim,

$\Delta t_{\text{médio}} = \dfrac{10 \times 10^{-3} \text{ s}}{2} \Leftrightarrow \Delta t_{\text{médio}} = 5{,}0 \times 10^{-3} \text{ s},$

que corresponde a um percurso da onda sonora igual a $2\,d$.

- Cálculo do comprimento do saco de espermacete, d

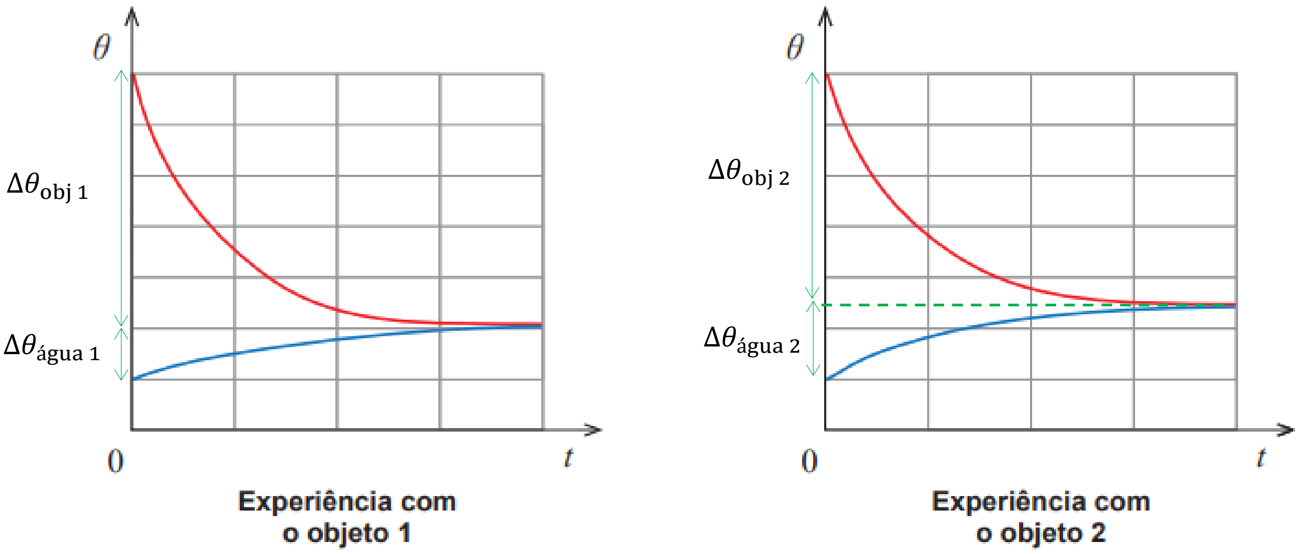
A velocidade de propagação dos ultrassons que os cachalotes emitem na água (considerado um meio homogéneo) é calculada usando a expressão:

$v_{\text{som água}} = \dfrac{2\,d}{\Delta t_{\text{médio}}}$

Substituindo, vem:

$1400 \text{ m s}^{-1} = \dfrac{2\,d}{5{,}0 \times 10^{-3} \text{ s}} \Leftrightarrow d = 3{,}5 \text{ m}$

4. **(*)**



- Desprezando a capacidade térmica do recipiente onde se encontra água e onde vai ser introduzido o objeto sólido e considerando o sistema isolado, podemos afirmar que a diminuição de energia interna do objeto é igual ao aumento da energia interna da água, o que pode ser representado simbolicamente por:

$\Delta U_{\text{água}} = -\Delta U_{\text{objeto}}$

- Como não ocorrem mudanças de estado físico, a variação de energia interna da água e a variação de energia do objeto são dadas, respetivamente, por:

  $\Delta U_{\text{água}} = m_{\text{água}}\, c_{\text{água}}\, \Delta\theta_{\text{água}}$ e $\Delta U_{\text{objeto}} = m_{\text{objeto}}\, c_{\text{objeto}}\, \Delta\theta_{\text{objeto}}$

- Assim, considerando que as massas de água são iguais e que as dos objetos são iguais, para cada uma das experiências, temos:

  $m_{\text{água}}\, c_{\text{água}}\, \Delta\theta_{\text{água 1}} = -m_{\text{objeto}}\, c_{\text{objeto 1}}\, \Delta\theta_{\text{objeto 1}}$ (Equação 1)

  e

  $m_{\text{água}}\, c_{\text{água}}\, \Delta\theta_{\text{água 2}} = -m_{\text{objeto}}\, c_{\text{objeto 2}}\, \Delta\theta_{\text{objeto 2}}$ (Equação 2)

- Dividindo, membro a membro, a Equação 1 pela Equação 2, vem:

$$\frac{m_{\text{água}}\, c_{\text{água}}\, \Delta\theta_{\text{água 1}}}{m_{\text{água}}\, c_{\text{água}}\, \Delta\theta_{\text{água 2}}} = \frac{-m_{\text{objeto}}\, c_{\text{objeto 1}}\, \Delta\theta_{\text{objeto 1}}}{-m_{\text{objeto}}\, c_{\text{objeto 2}}\, \Delta\theta_{\text{objeto 2}}} \Leftrightarrow \frac{\Delta\theta_{\text{água 1}}}{\Delta\theta_{\text{água 2}}} = \frac{c_{\text{objeto 1}}\, \Delta\theta_{\text{objeto 1}}}{c_{\text{objeto 2}}\, \Delta\theta_{\text{objeto 2}}}$$

- Considerando a figura e comparando os gráficos referentes à água nas duas experiências, conclui-se que $\Delta\theta_{\text{água 1}} < \Delta\theta_{\text{água 2}}$, pelo que $c_{\text{objeto 1}}\, \Delta\theta_{\text{objeto 1}} < c_{\text{objeto 2}}\, \Delta\theta_{\text{objeto 2}}$.

- Considerando a figura e comparando os gráficos referentes aos objetos nas duas experiências, conclui-se que $\Delta\theta_{\text{objeto 1}} > \Delta\theta_{\text{objeto 2}}$, pelo que $c_{\text{objeto 1}} < c_{\text{objeto 2}}$.

  Assim, conclui-se que $c_{\text{objeto 2}} > c_{\text{objeto 1}}$.

5.

5.1. (*)

(D)

A razão entre as variações das energias potenciais gravíticas do conjunto pessoa + cabina + Terra, no trajeto pelo elevador, e do conjunto pessoa + Terra, no trajeto pelas escadas, do rés do chão até ao 3.º andar é 5.

Notas:

- A equação que permite determinar a variação de energia potencial gravítica para um sistema objeto + Terra, na vizinhança da superfície da Terra é

$$\Delta E_{\text{pg}} = m\, g\, (h - h_0)$$

- Considerando o solo o nível de referência para a energia potencial gravítica, fica:

$$\Delta E_{\text{pg}} = m\, g\, h$$

- Assim,

$$\frac{\Delta E_{\text{pg CPT}}}{\Delta E_{\text{pg PT}}} = \frac{m_{\text{CPT}}\, g\, h}{m_{\text{PT}}\, g\, h} \Leftrightarrow \frac{\Delta E_{\text{pg CPT}}}{\Delta E_{\text{pg PT}}} = \frac{m_{\text{CPT}}}{m_{\text{PT}}}$$

- Substituindo, vem:

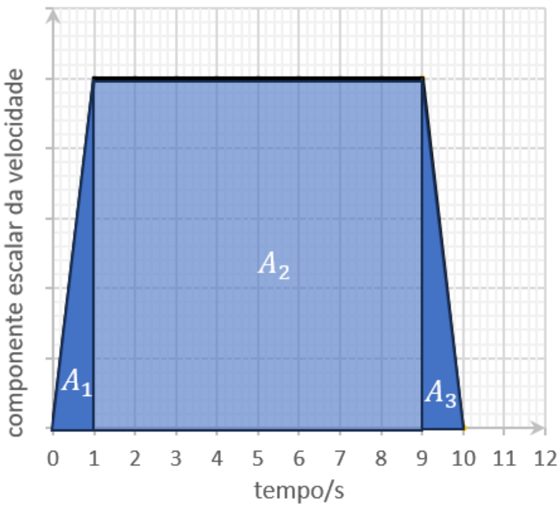
$$\frac{\Delta E_{\text{pg CPT}}}{\Delta E_{\text{pg PT}}} = \frac{375\ \text{kg}}{75\ \text{kg}} \Leftrightarrow \frac{\Delta E_{\text{pg CPT}}}{\Delta E_{\text{pg PT}}} = 5$$

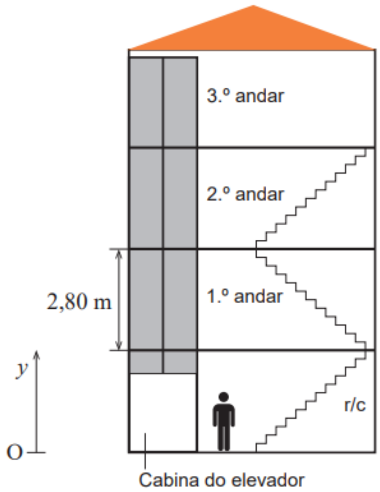
5.2.

5.2.1. (*)

- Traçado do gráfico (t, v_y)

  Considerando que o movimento se dá apenas na vertical (sendo, portanto, unidimensional) e que no primeiro e último segundos do movimento de subida do elevador o movimento é uniformemente variado (a velocidade varia linearmente com o tempo) e entre os instantes 1 s e 9 s o movimento do elevador é uniforme (a velocidade é constante), tem-se:





- Determinação do percurso do rés do chão até ao 3.º andar efetuado pelo elevador:

  Considerando que a altura de cada piso é de $h_{\text{piso}} = 2{,}80$ m, o percurso efetuado pelo elevador, Δy é dado por:

  $\Delta y \ = 3 \times h_{\text{piso}}$

  Substituindo, vem:

  $\Delta y \ = 3 \times 2{,}80 \text{ m} \Leftrightarrow \Delta y = 8{,}40 \text{ m}$

- Determinação do módulo da velocidade máxima ($v_{y\,\text{máx}}$):

  Considerando o gráfico (t, v_y) e sabendo que a área desse gráfico é numericamente igual ao deslocamento, vem:

  $\Delta y = A_1 + A_2 + A_3$, em que:

  $A_1 \ = \dfrac{v_{y\,\text{máx}}}{2} \times (1 - 0)$

  $A_2 \ = v_{y\,\text{máx}} \times (9 - 1)$

  $A_3 \ = \dfrac{v_{y\,\text{máx}}}{2} \times (10 - 9)$

  Assim,

  $\Delta y = \dfrac{v_{y\,\text{máx}}}{2} \times (1 - 0) + v_{y\,\text{máx}} \times (9 - 1) + \dfrac{v_{y\,\text{máx}}}{2} \times (10 - 9)$

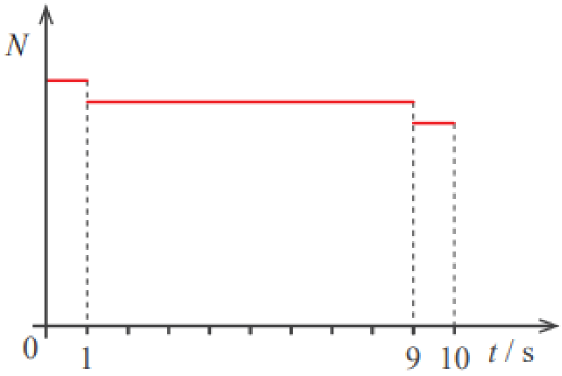
  Substituindo, vem:

  $8{,}40 = 9 \times v_{y\,\text{máx}} \text{ (SI)} \Leftrightarrow v_{y\,\text{máx}} = 0{,}93 \text{ m s}^{-1}$

  Logo, $v_{\text{máx}} = 0{,}93 \text{ m s}^{-1}$

5.2.2.

(B)



Notas:

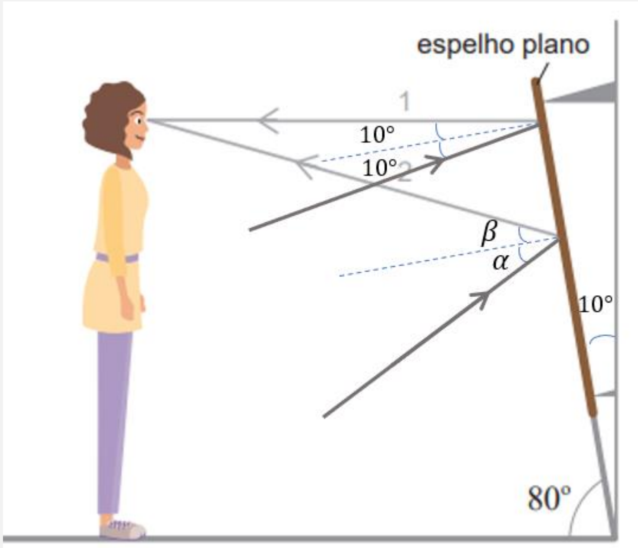
- A pessoa e o elevador, num dado instante, movem-se com velocidades iguais.
- Uma vez que se considera que o movimento se dá apenas na vertical e que a aceleração do elevador (e da pessoa) é constante durante o primeiro e o último segundos de movimento, excluem-se os gráficos C e D.
- Sendo a força gravítica constante, para que a resultante das forças seja constante, a força normal (força que o pavimento do elevador exerce sobre a pessoa) também teria de ser constante.
- Sendo o movimento da pessoa acelerado no primeiro segundo, a magnitude da força que o pavimento do elevador exerce sobre a pessoa (que atua para cima) é superior à da força gravítica; no último segundo, sendo o movimento da pessoa retardado, a magnitude da força que o pavimento do elevador exerce sobre a pessoa (que atua para cima) é inferior à da força gravítica; enquanto o movimento da pessoa é uniforme (a resultante das forças que sobre ela atuam é nula), a magnitude da força que o pavimento do elevador exerce sobre a pessoa (que atua para cima) é igual à da força gravítica.

5.3.

(C)

O ângulo de incidência do raio que dá origem ao raio refletido (1), paralelo ao solo, é de 10° e é menor do que o ângulo de incidência do raio (2).

Notas:



- Uma vez que o espelho faz um ângulo de 10° com a parede (vertical), o ângulo que o raio luminoso 1 (horizontal) faz com a normal ao espelho no ponto de incidência é de 10°.
- Se o ângulo de reflexão é de 10°, o ângulo de incidência também é de 10° — 2.ª Lei da reflexão da luz.
- Observando a figura, conclui-se que $\alpha = \beta > 10°$.

5.4.

5.4.1. (*)

(D)
No circuito elétrico da lanterna, o sentido real da corrente elétrica é do polo negativo para o polo positivo da pilha, e a corrente é contínua.

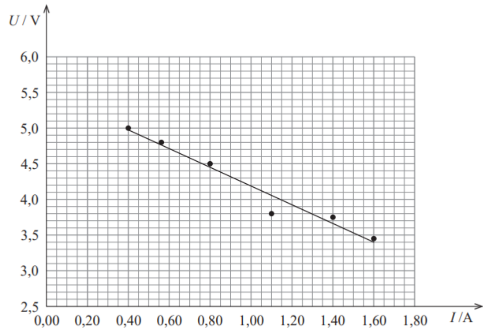
Notas:

- Uma pilha é um gerador eletroquímico, pelo que a corrente é contínua.
- No circuito elétrico da lanterna, o sentido real da corrente elétrica é o sentido do movimento orientado dos eletrões.
- Assim, no circuito elétrico da lanterna, o sentido real da corrente elétrica é do polo negativo para o polo positivo da pilha.

5.4.2.

(A)

As características da pilha correspondente ao gráfico



são: $\varepsilon = 5{,}5$ V e $r = 1{,}3\ \Omega$

Notas:

- As características de uma pilha são: a força eletromotriz (diferença de potencial elétrico nos terminais da pilha em circuito aberto, ou seja, quando $I = 0$ A) e a resistência interna.
- A equação da linha de ajuste ao gráfico $(I; U)$, tem a forma $U = \varepsilon - r\,I$, em que ε é a força eletromotriz e r a a resistência interna.
- Considerando os pontos da linha de ajuste de coordenadas (0,40 A; 5,0 V) e (1,00 A; 4,2 V), o declive dessa linha é dado por

  $$\text{declive} = \frac{4{,}2 - 5{,}0}{1{,}00 - 0{,}40} \Leftrightarrow \text{declive} = -\frac{4}{3}$$

- Em $U = \varepsilon - r\,I$, fazendo $I = 0{,}40$ A e $U = 5{,}0$ V, fica:

  $$5{,}0\ \text{V} = \varepsilon - \frac{4}{3} \times 0{,}40(\text{SI}) \Leftrightarrow \varepsilon = 5{,}5\ \text{V}$$

  (Prolongando a linha de ajuste, obtém-se a ordenada na origem, ε)

5.5.

(C)

A expressão que permite calcular a altura máxima atingida pela bola após o segundo ressalto é $\frac{h}{4}$.

Notas:

- Uma vez que a resistência do ar é desprezável (bem como a impulsão do ar) durante o movimento de queda e o movimento de subida, a única força que atua sobre a bola é a força gravítica (o trabalho realizado pela força gravítica é igual ao simétrico da variação da energia potencial gravítica).
- Assim, quando a bola parte do repouso de uma altura h ($E_{\text{pg}} = m\,g\,h$), atinge o pavimento com uma energia cinética dada por:

  $E_{\text{c}} = \frac{1}{2} m\,v^2$ que é igual à energia potencial gravítica inicial

  $E_{\text{pg}} = m\,g\,h$

- Como durante a 1.ª colisão com o pavimento do pátio do prédio 50% da energia cinética da bola é dissipada, a energia cinética com que a bola parte do solo é dada por:

  $E'_{\text{c}} = 0{,}50 \times E_{\text{c}} = 0{,}50 \times m\,g\,h$

- Assim, depois da 1.ª colisão, e uma vez que durante a subida há conservação da energia mecânica
  $E'_{\text{pg}} = E'_{\text{c}} = 0{,}50 \times m\,g\,h$
  logo a altura máxima atingida pela bola será dada por
  $h' = 0{,}50 \times h$
- Efetuando o mesmo raciocínio para a 2.ª colisão, conclui-se que $h'' = 0{,}50 \times 0{,}50 \times h \Leftrightarrow h'' = \frac{h}{4}$.

8. (*)

- Cálculo da energia cinética do meteorito no instante em que se inicia a colisão com o grande bloco de gelo, que se considera que se mantém parado:

  $E_{\text{c meteorito}} = \frac{1}{2} m\, v_{\text{meteorito}}^2$

  Substituindo, vem:

  $E_{\text{c meteorito}} = \frac{1}{2} \times 12\ \text{kg} \times (10 \times 10^3\ \text{m s}^{-1})^2 \Leftrightarrow E_{\text{c meteorito}} = 6{,}00 \times 10^8\ \text{J}$

- Cálculo da variação de energia interna do meteorito:

  $\Delta U_{\text{meteorito}} = m \times c_{\text{material meteorito}} \times \Delta\theta_{\text{meteorito}}$

  Substituindo, vem:

  $\Delta U_{\text{meteorito}} = 12\ \text{kg} \times 830\ \text{J kg}^{-1}\ {}^\circ\text{C}^{-1} \times (0 - 3100)^\circ\text{C} \Leftrightarrow \Delta U_{\text{met.}} = -3{,}0876 \times 10^7\ \text{J}$

- Cálculo da variação de energia interna da amostra de gelo que funde:

  Considerando o o sistema meteorito + bloco de gelo isolado, vem:

  $\Delta U_{\text{gelo}} = |\Delta E_{\text{c meteorito}}| + |\Delta U_{\text{meteorito}}|$, considerando que $\Delta E_{\text{pg meteorito}} = 0\ \text{J}$

  Substituindo, vem:

  $\Delta U_{\text{gelo}} = |0\ \text{J} - 60{,}0 \times 10^7\ \text{J}| + |-3{,}0876 \times 10^7\ \text{J}| \Leftrightarrow \Delta U_{\text{gelo}} = 63{,}1 \times 10^7\ \text{J}$

- Cálculo da massa da porção de gelo que funde:

  Uma vez que se considera que a temperatura dessa amostra se mantém a 0 °C, havendo apenas fusão do gelo, temos:

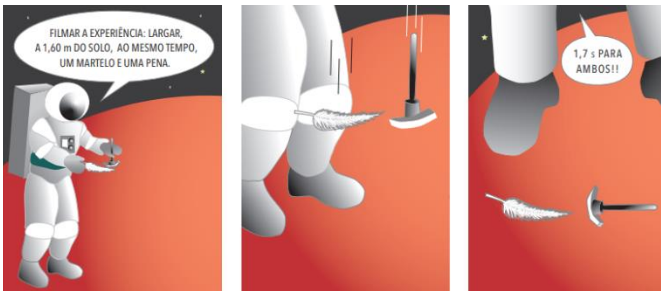
  $\Delta U_{\text{gelo}} = m_{\text{gelo}} \times \Delta h_{\text{fusão da água}}$, em que $\Delta h_{\text{fusão da água}}$ é a variação de entalpia mássica de fusão da água.

  Substituindo, vem:

  $63{,}1 \times 10^7\ \text{J} = m_{\text{gelo}} \times 3{,}34 \times 10^5\ \text{J kg}^{-1} \Leftrightarrow m_{\text{gelo}} = 1{,}9 \times 10^3\ \text{kg}$

9. (*)

- Determinação da magnitude da aceleração com que caem o martelo e a pena, quando largadas de uma posição que dista 1,60 m da superfície do hipotético planeta, considerando que o respetivo movimento é retilíneo uniformemente acelerado:



  $y = y_0 + v_{0y}\, t + \frac{1}{2}\, a_y\, t^2$, com $v_{0y} = 0$

  Substituindo, vem:

  $0 = 1{,}60\ \text{m} + \frac{1}{2}\, a_y\, (1{,}7\ \text{s})^2 \Leftrightarrow a_y = -1{,}11\ \text{m s}^{-2}$

- Determinação da magnitude da aceleração gravítica à superfície do hipotético planeta:

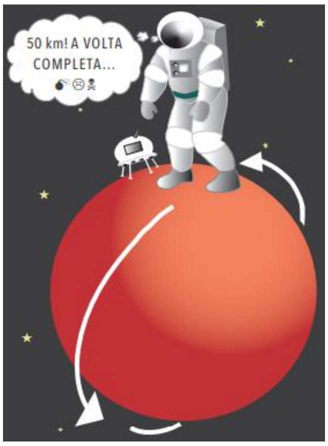
  Considerando que a resistência da atmosfera do planeta é desprezável (o martelo e a pena, largados em simultâneo da "mesma posição", atingem a superfície do planeta no mesmo instante) e que a distância percorrida na queda é muito pequena quando comparada com a distância ao centro do planeta, pode considerar-se que a aceleração gravítica à superfície do planeta é a aceleração do movimento. Assim,

  $g = 1{,}11\ \mathrm{m\ s^{-2}}$

- Determinação do raio do hipotético planeta:

  Considerando o percurso efetuado pelo astronauta, pode-se determinar o raio do planeta, considerando que:

  $50 \times 10^3\ \mathrm{m} = 2\,\pi\, r_{\mathrm{planeta}} \Leftrightarrow r_{\mathrm{planeta}} = 7{,}96 \times 10^3\ \mathrm{m}$



- Determinação da massa do planeta hipotético

  Considerando que a única força que atua sobre os objetos em queda é a a força gravitacional e que todo o movimento decorre numa região muito pequena à superfície do planeta, usando a Lei da Gravitação Universal de Newton vem:

$$m_{\mathrm{objeto}} \times g_{\mathrm{planeta}} = \frac{G \times\ m_{\mathrm{planeta}} \times m_{\mathrm{objeto}}}{r_{\mathrm{planeta}}^2} \Leftrightarrow g_{\mathrm{planeta}} = \frac{G \times\ m_{\mathrm{planeta}}}{r_{\mathrm{planeta}}^2}$$

Substituindo, fica:

$$1{,}11\ \mathrm{m\ s^{-2}} = \frac{6{,}674 \times 10^{-11} \times\ m_{\mathrm{planeta}}}{(7{,}96 \times 10^3\ \mathrm{m})^2} \Leftrightarrow m_{\mathrm{planeta}} = 1{,}1 \times 10^{18}\ \mathrm{kg}$$