

Proposta de resolução da componente de Física do exame de Física e Química A – 2025_2.ª Fase, versão 1

Exame Final Nacional de Física e Química A, 11.º ano de escolaridade, 2.ª Fase, Instituto de Avaliação Educativa, IAVE, 21/julho/2025, https://iave.pt/wp-content/uploads/2025/07/EX-FQA715-F2-2025-V1_net.pdf

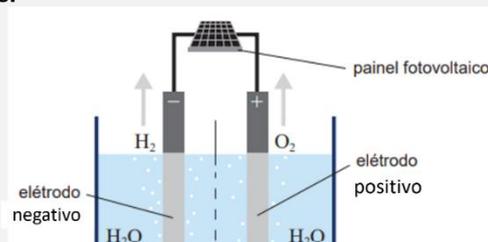
2.

2.2. (*)

(A)

Durante a eletrólise da água, estabelece-se um campo elétrico entre os dois elétrodos, cujas linhas de campo nunca se cruzam e têm sentido do eletrodo positivo para o negativo.

Notas:

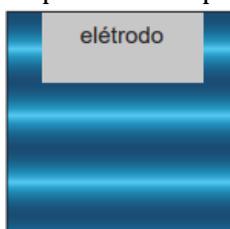


- Um campo vetorial é uma função que, em cada ponto do espaço, indica o módulo, a direção e o sentido nesse ponto da grandeza a ele associada. Como uma função tem um e apenas um valor para cada valor do seu argumento, em cada ponto do espaço, um campo tem uma e apenas uma direção. Por essa razão, as linhas de campo, que são tangentes ao vetor campo em cada ponto do espaço, nunca se cruzam, pois o seu cruzamento implicaria duas direções distintas para o campo no mesmo ponto do espaço.
- As linhas de campo informam sobre a direção e o sentido do campo elétrico.
- Os elétrodos estão ligados ao painel fotovoltaico, criando-se entre eles um campo elétrico.
- Os iões positivos (catiões), H^+ , são atraídos pelo eletrodo negativo (cátodo), tendo a força elétrica que atua sobre os catiões e o campo elétrico o mesmo sentido.
- Assim, o campo elétrico e as linhas campo apontam do eletrodo positivo para o eletrodo negativo.

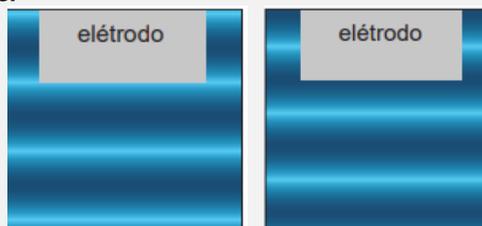
2.3.

(B)

As zonas de compressão e de rarefação, na mesma região e na mesma escala, meio período depois do instante t , podem ser representadas por



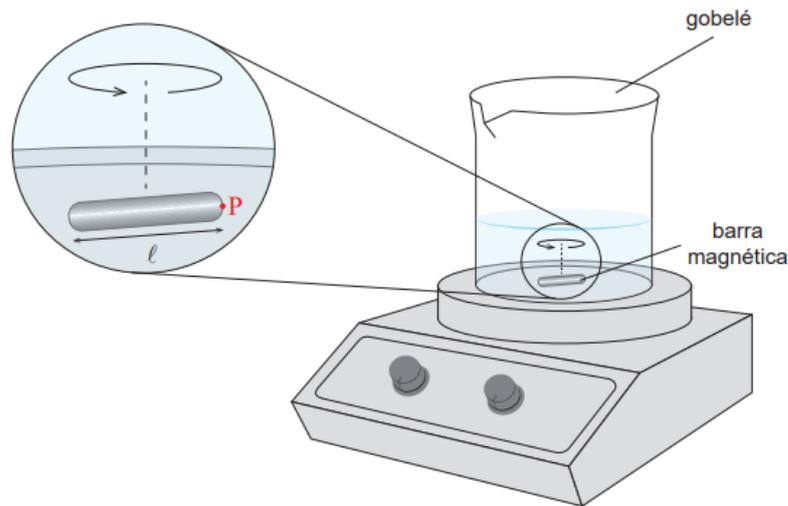
Notas:



- Considerando a figura à esquerda em cima, conclui-se que a distância entre duas zonas de rarefação máxima da água consecutivas (igual ao comprimento de onda, λ) é igual à altura da etiqueta "elétrodo".

- O comprimento de onda, λ , é a distância a que se propaga uma onda num período, T .
- No intervalo de tempo de meio período, a distância a que se propaga a onda é de meio comprimento de onda, que é igual à distância entre uma zona de rarefação máxima e uma zona de compressão máxima mais próxima e que corresponde a metade da altura dessa etiqueta, o que se verifica na figura à direita em cima.

2.4. (*)



- Cálculo da frequência do movimento de rotação da barra, expressa na unidade SI:

$$f = \frac{600}{60 \text{ s}} \Leftrightarrow f = 10,00 \text{ s}^{-1}$$

- Determinação da relação entre a magnitude da velocidade do ponto P na extremidade da barra, o raio da trajetória por ele descrita e a frequência do movimento de rotação da barra

$$\begin{cases} v = \omega r \\ \omega = \frac{2\pi}{T} \\ f = \frac{1}{T} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} v = 2\pi f r \\ \omega = 2\pi f \\ f = \frac{1}{T} \end{cases}$$

- Substituindo em $v = 2\pi f r$, temos:

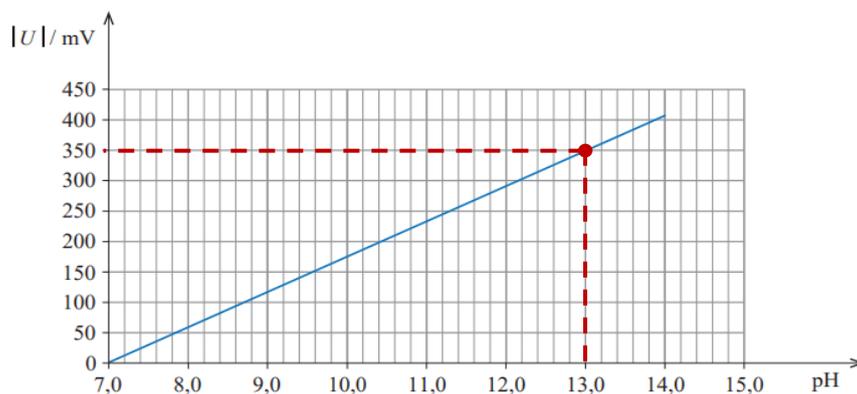
$$0,628 \text{ m s}^{-1} = 2\pi \times 10,00 \text{ s}^{-1} \times r \Leftrightarrow r = 0,009995 \text{ m}$$

- Cálculo do comprimento da barra magnética:

Considerando a relação entre o raio da trajetória descrita pelo ponto P na extremidade da barra magnética, l , e o comprimento da barra magnética, fica:

$$r = \frac{l}{2} \rightarrow 0,009995 \text{ m} = \frac{l}{2} \Leftrightarrow l = 0,0200 \text{ m}$$

2.5. (*)



- Cálculo da diferença de potencial elétrico nos terminais dos elétrodos:

Considerando a expressão que relaciona a resistência elétrica com a diferença de potencial elétrico e a corrente elétrica,

$$R = \frac{U}{I}$$

e substituindo, temos:

$$2,0 \times 10^6 \Omega = \frac{U}{1,75 \times 10^{-7} \text{ A}} \Leftrightarrow U = 0,350 \text{ V}$$

- Fazendo a leitura no gráfico, conclui-se que, quando o módulo da diferença de potencial elétrico nos terminais dos elétrodos é de 350 mV, o pH da solução aquosa de hidróxido de potássio, $\text{KHO}(\text{aq})$, é de 13,0, conforme se ilustra atrás, na figura.
- Cálculo da concentração de $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$, a 25 °C

$$\text{pH} = -\log([\text{H}_3\text{O}^+]/(\text{mol dm}^{-3})) \Leftrightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} \text{ mol dm}^{-3}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-13,0} \text{ mol dm}^{-3} \Leftrightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 1,0 \times 10^{-13} \text{ mol dm}^{-3}$$

- Cálculo da concentração de iões hidróxido em solução aquosa, $[\text{HO}^-]$, a 25 °C

Considerando a expressão do produto iónico da água, $K_w = [\text{H}_3\text{O}^+] \times [\text{HO}^-]$, e substituindo, temos:

$$1,012 \times 10^{-14} = 1,0 \times 10^{-13} \times [\text{HO}^-] \Leftrightarrow [\text{HO}^-] = 0,10 \text{ mol dm}^{-3}$$

- Cálculo da quantidade de matéria de $\text{HO}^-(\text{aq})$ em 500 cm^3 de solução aquosa KHO :

Usando a equação definição de concentração,

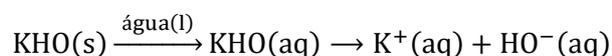
$$[\text{HO}^-] = \frac{n_{\text{HO}^-}}{V_{\text{solução}}}$$

e substituindo, temos:

$$0,10 \text{ mol dm}^{-3} = \frac{n_{\text{HO}^-}}{0,500 \text{ dm}^3} \Leftrightarrow n_{\text{HO}^-} = 0,050 \text{ mol}$$

- Determinação da quantidade de matéria de $\text{KHO}(\text{s})$ necessária para preparar 500 cm^3 de solução aquosa

O hidróxido de potássio é uma substância composta iónica muito solúvel em água, pelo que a sua dissolução pode ser considerada completa, estando todo o hidróxido de potássio dissolvido dissociado, o que pode ser traduzido por



Assim e considerando a estequiometria, a quantidade de matéria de $\text{KHO}(\text{s})$ necessária para preparar 500 cm^3 de solução aquosa será igual à quantidade de matéria de iões hidróxido em solução aquosa, $n_{\text{KHO}} = n_{\text{HO}^-} = 0,050 \text{ mol}$

- Cálculo da massa de KHO(s) necessária para preparar 500 cm³ de solução aquosa
Considerando a equação de definição de massa molar, $M(\text{KHO}) = \frac{m_{\text{KHO}}}{n_{\text{KHO}}}$, e substituído, fica:
 $56,11 \text{ g mol}^{-1} = \frac{m_{\text{KHO}}}{0,050 \text{ mol}} \Leftrightarrow m_{\text{KHO}} = 3 \text{ g}$ (usando as regras de cálculo!)

3.

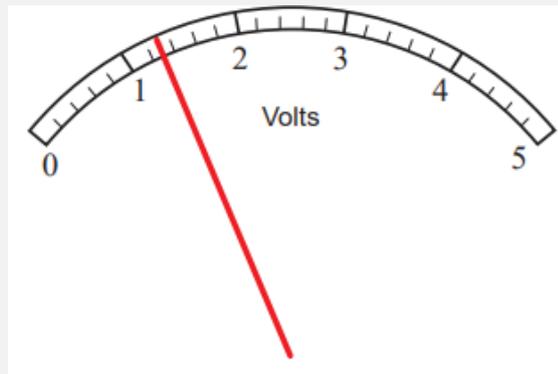
3.1.

3.1.1. (*)

(D)

Considerando o visor do voltímetro esquematizado e atendendo à incerteza associada à medição, a diferença de potencial elétrico deve ser apresentada na forma $U = (1,3 \pm 0,1) \text{ V}$.

Notas:



- Conforme a representação do visor, o voltímetro é analógico.
- A menor divisão da escala é de 0,2 V

$$\left(\frac{1 \text{ V}}{5 \text{ divisões}} = 0,2 \text{ V/divisão} \right)$$

- Uma vez que é desconhecida a incerteza associada ao voltímetro (indicada pelo fabricante), a incerteza absoluta de leitura é metade da menor divisão. Logo,

$$\text{incerteza absoluta de leitura} = \frac{0,2 \text{ V}}{2}$$

- Assim, efetuando-se uma única medição e considerando a posição do ponteiro, temos:

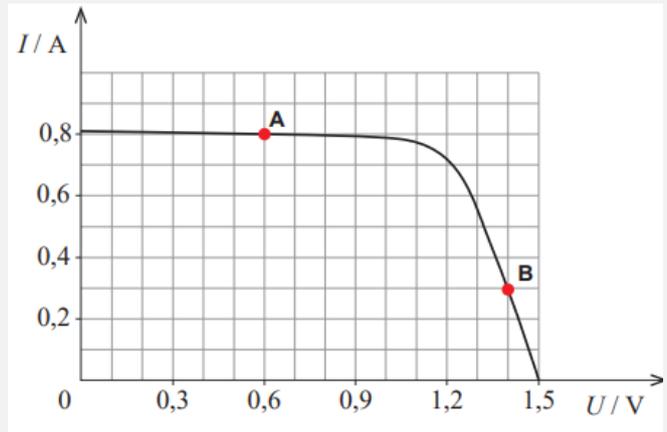
$$U = (1,3 \pm 0,1) \text{ V}$$

3.1.2.

(C)

Em B, comparativamente a A, a potência elétrica fornecida pelo painel é inferior, e a resistência elétrica do circuito é superior.

Notas:



Nota: Os valores apresentados para as correntes elétricas são demasiado elevados para representarem uma situação real!

- Considerando a expressão que relaciona a potência elétrica fornecida pelo painel fotovoltaico com a diferença de potencial elétrico nos seus terminais e a corrente elétrica no circuito,

$$P = U I,$$

e substituindo para cada uma das situações, temos:

Situação A	Situação B
$P_A = 0,60 \text{ V} \times 0,80 \text{ A} \Leftrightarrow$ $\Leftrightarrow P_A = 0,48 \text{ W}$	$P_B = 1,40 \text{ V} \times 0,30 \text{ A} \Leftrightarrow$ $\Leftrightarrow P_B = 0,42 \text{ W}$

$$\therefore P_B < P_A$$

- Considerando a expressão que relaciona a resistência elétrica introduzida pelo réostato (desprezando a resistência elétrica dos fios, por exemplo), com as grandezas diferença de potencial elétrico nos terminais do painel fotovoltaico e corrente elétrica no circuito,

$$R = \frac{U}{I},$$

e substituindo para cada uma das situações, temos:

Situação A	Situação B
$R_A = \frac{0,60 \text{ V}}{0,80 \text{ A}} \Leftrightarrow$ $\Leftrightarrow R_A = 0,75 \Omega$	$R_B = \frac{1,40 \text{ V}}{0,30 \text{ A}} \Leftrightarrow$ $\Leftrightarrow R_B = 4,7 \Omega$

$$\therefore R_B > R_A$$

3.1.3. (*)

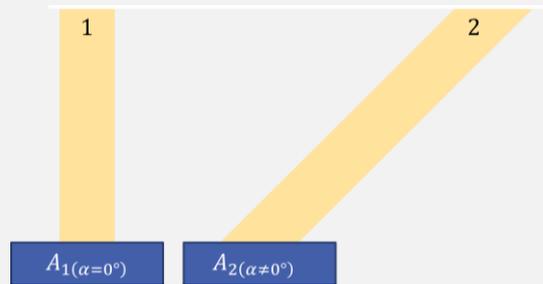
- a) – 3
- b) – 1
- c) – 2

Acerca da potência fornecida pelo painel fotovoltaico, sensível a toda a radiação visível, podemos afirmar que:

- a potência é máxima se o ângulo dos raios luminosos com a normal à superfície do painel for 0° ;
- ao colocar um filtro vermelho entre a lâmpada e o painel, a potência diminui;
- ao duplicar a área do painel, a potência aumenta.

Notas:

- Considerar que um hipotético feixe de luz paralelo proveniente da lâmpada de incandescência incide sobre o painel fotovoltaico.



- na situação 1, o feixe incide perpendicularmente à superfície (o ângulo de incidência é de 0°), a área da superfície do painel fotovoltaico sobre a qual incide é A_1
- na situação 2, o feixe incide obliquamente à superfície (o ângulo de incidência é diferente de 0°), a área da superfície do painel fotovoltaico sobre a qual incide é A_2

Observando a figura, facilmente se conclui que $A_1 < A_2$.

Assim, para o mesmo feixe (a mesma energia transportada pela radiação incidente, E , por unidade de tempo), temos:

Situação 1	Situação 2
$E_{r1} = \frac{E}{\Delta t \times A_1}$	$E_{r2} = \frac{E}{\Delta t \times A_2}$

$$\therefore E_{r1} > E_{r2}$$

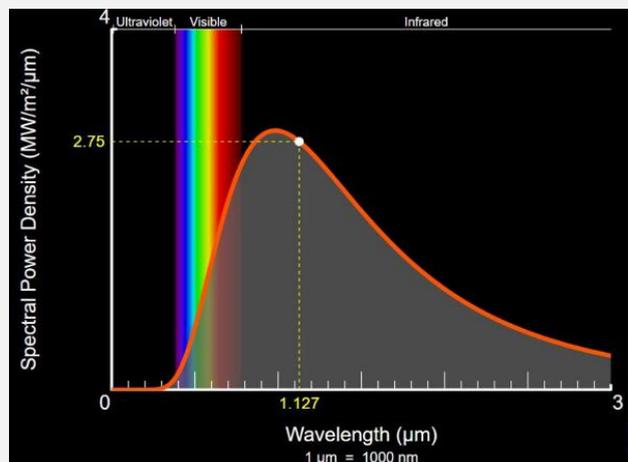
Admitindo que o rendimento do painel fotovoltaico de área A se mantém, temos:

Situação 1	Situação 2
$\eta = \frac{P_1}{E_{r1} \times A} \times 100\%$	$\eta = \frac{P_2}{E_{r2} \times A} \times 100\%$

$$\therefore P_1 > P_2$$

Resumindo: A potência elétrica fornecida pelo painel fotovoltaico é máxima quando a radiação incide perpendicularmente ao painel fotovoltaico.

- Considerando uma lâmpada de incandescência um corpo negro, pode obter-se o seguinte gráfico



Analisando o gráfico, conclui-se que a maior parte da radiação emitida por uma lâmpada incandescente pertence à zona do infravermelho e que uma pequena parte da radiação emitida por essa lâmpada pertence à zona visível de comprimentos de onda inferior a radiação vermelha.

Para que haja efeito fotovoltaico num dado painel, é necessário que o comprimento da radiação incidente seja inferior a cerca mil nanómetros.

Assim, ao colocar um filtro vermelho entre a lâmpada e o painel, radiações visíveis de menores comprimentos de onda são absorvidas, não incidindo no painel, pelo que a irradiância diminui, diminuindo a potência elétrica fornecida pelo painel fotovoltaico.

- Considerando a expressão que permite calcular o rendimento de um painel fotovoltaico,

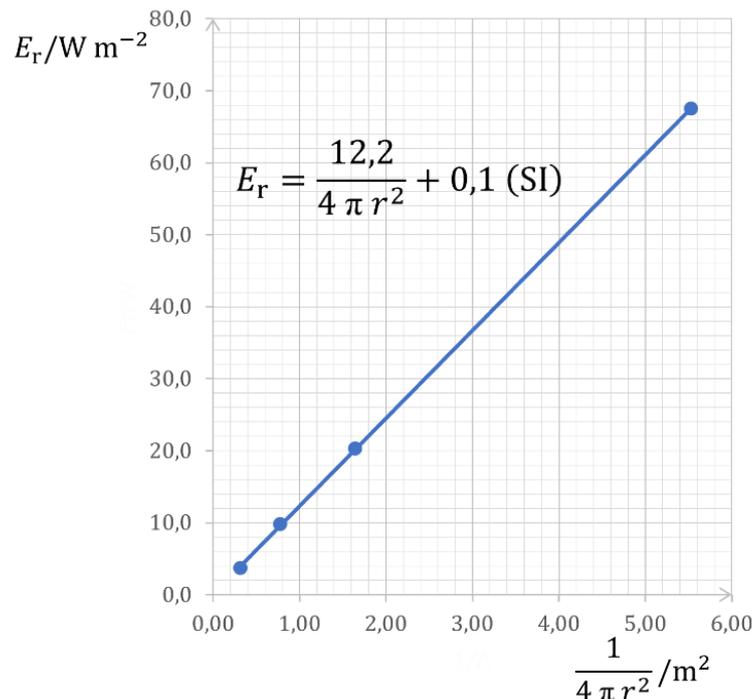
$$\eta = \frac{P}{E_r} \times 100\%,$$

conclui-se que para o mesmo rendimento, mantendo-se a irradiância, a potência elétrica fornecida pelo painel fotovoltaico aumenta quando a área do painel aumenta.

3.2. (*)

- Admitindo que a lâmpada de incandescência pode ser considerada uma fonte luminosa pontual, a irradiância, E_r , num painel fotovoltaico é inversamente proporcional a r^2 , em que r é a distância do painel fotovoltaico à lâmpada de incandescência (ou a irradiância é inversamente proporcional).
- Traçado do gráfico considerando a 1.ª e a 4.ª colunas da tabela e equação da linha de ajuste

Gráfico $E_r = f\left(\frac{1}{4\pi r^2}\right)$:



- Determinação da potência da radiação incidente na superfície esférica de raio r (e área $A = 4 \pi r^2$)

Considerando a expressão que permite relacionar a irradiância com a potência da radiação incidente na superfície esférica de área A ,

$$E_r = \frac{P_{\text{radiação incidente}}}{A},$$

conclui-se que o declive da linha de ajuste é numericamente igual à potência da radiação incidente na superfície esférica de área A .

$$\text{Assim, } P_{\text{radiação incidente}} = 12,2 \text{ W}$$

- Determinação da potência da radiação emitida pela lâmpada de incandescência

Considerando que a potência da radiação incidente na superfície esférica de área A é igual à potência da radiação emitida pela lâmpada de incandescência, tem-se:

$$P_{\text{radiação emitida}} = 12,2 \text{ W}$$

5.

5.1.

5.1.1.

(C)

As equações do movimento do dirigível expressas em unidades do SI podem ser representadas por

$$y(t) = 10 + \frac{g}{80} t^2; \quad v(t) = + \frac{g}{40} t$$

Notas:

- Uma vez que o dirigível inicialmente se encontra em repouso e vai subir com aceleração constante, o movimento vai ser retilíneo uniformemente acelerado, tendo as componentes escalares da aceleração e da velocidade o mesmo sinal (e a componente escalar da aceleração nas duas equações tem o mesmo sinal).
- Como em 40,4 s, partindo do repouso, sobe verticalmente de uma posição a 10 m do solo até aos 210 m, com aceleração constante, determina-se a componente escalar da aceleração usando a equação

$$y = y_0 + v_{0y} t + \frac{1}{2} a_y t_{\text{subida}}^2$$

Substituindo, fica:

$$210 = 10 + \frac{1}{2} a_y 40,4^2 \text{ (SI)} \Leftrightarrow \frac{1}{2} a_y = 0,1225 \text{ (SI)}$$

$$a_y = 2 \times 0,1225 \text{ (SI)} \Leftrightarrow a_y = 0,245 \text{ m s}^{-2}$$

$$\frac{g}{a_y} = \frac{9,80 \text{ m s}^{-2}}{0,245 \text{ m s}^{-2}} \Leftrightarrow \frac{g}{a_y} = 40$$

$$\frac{1}{2} a_y \times 40 = \frac{1}{2} g \Leftrightarrow \frac{1}{2} a_y = \frac{g}{80}$$

$$a_y \times 40 = g \Leftrightarrow a_y = \frac{g}{40}$$

5.1.2.

(A)

O trabalho realizado pela força gravítica que atua no dirigível durante a subida é negativo e simétrico da variação da energia potencial gravítica do sistema dirigível + Terra.

Notas:

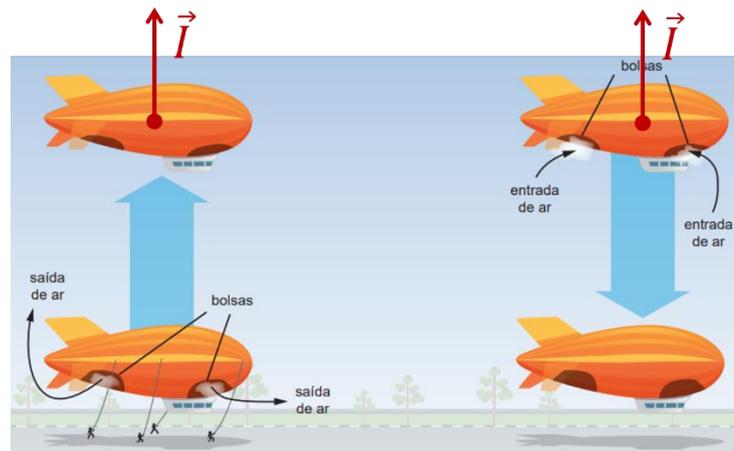
- A força gravítica é uma força conservativa, pelo que o trabalho realizado pela força gravítica que atua no dirigível é simétrico de variação da energia potencial gravítica do sistema dirigível + Terra
- Durante a subida, a energia potencial gravítica do sistema dirigível + Terra aumenta, pelo que o trabalho realizado pela força gravítica que atua no dirigível durante a subida é negativo.

Ou

Na subida, o ângulo que a força gravítica que atua no dirigível faz com o deslocamento é de 180° , pelo que o trabalho realizado pela força gravítica que atua no dirigível durante a subida é negativo.

5.2. (*)

- Mantendo-se o volume do dirigível constante, considerando que a densidade do ar se mantém constante, a impulsão exercida pelo ar sobre o dirigível no percurso de subida é igual à impulsão exercida pelo ar sobre o dirigível no percurso de descida.



- Considerando a Lei Fundamental da Dinâmica e sabendo que a magnitude da aceleração no percurso de subida é igual à magnitude da aceleração no percurso de descida, nos percursos de subida e descida temos:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Subida: } m a = I - m g \end{array} \right. \quad (\text{Eq. 1})$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Descida: } (m + m_{\text{ar}}) a = (m + m_{\text{ar}}) g - I \end{array} \right. \quad (\text{Eq. 2})$$

Adicionando membro a membro as equações (Eq. 1) e (Eq. 2), vem:

$$(2 m + m_{\text{ar}}) a = m_{\text{ar}} g \Leftrightarrow m_{\text{ar}} = 2 m \times \frac{a}{g - a} \quad (\text{Eq. 3})$$

- Substituindo na (Eq. 3), fica:

$$m_{\text{ar}} = 2 m \times \frac{0,10}{9,80 - 0,10} \text{ (SI)} \Leftrightarrow m_{\text{ar}} = m \times \frac{0,20}{9,70} \text{ (SI)} \Leftrightarrow m_{\text{ar}} = 0,021 m$$

5.3. (*)

- Considerando que numa parte do percurso descendente do dirigível este se move verticalmente com movimento retilíneo e uniforme — o que significa que a velocidade é constante—, sem que haja alteração da sua massa, a energia cinética do dirigível permanece constante.
- Durante esse movimento, a força de resistência do ar é considerada desprezável, pelo que as únicas forças que realizam trabalho são a força gravítica e a impulsão do ar.
- Considerando o Teorema da Energia Cinética, temos:

$$W_{\vec{F}_g} + W_{\vec{I}} = \Delta E_c$$

- Sendo a força gravítica uma força conservativa, $W_{\vec{F}_g} = -\Delta E_{pg}$, vem:

$$-\Delta E_{pg} + W_{\vec{I}} = \Delta E_c \Leftrightarrow W_{\vec{I}} = \Delta E_c + \Delta E_{pg} \Rightarrow W_{\vec{I}} = \Delta E_m$$

- Apesar de $\Delta E_c = 0$, há variação (diminuição) de energia potencial gravítica do sistema dirigível + Terra, uma vez a altura varia (diminui) durante o movimento desce, há variação (diminuição) da energia mecânica.
- Assim, não há conservação da energia mecânica do sistema dirigível + Terra nessa parte do percurso.