

EXAME NACIONAL DO ENSINO SECUNDÁRIO
11.º Ano de Escolaridade (Decreto-Lei n.º 74/2004, de 26 de Março)

**Curso Científico-Humanístico
de Ciências e Tecnologias**

Duração da prova: 120 minutos
2006

1.ª FASE

PROVA ESCRITA DE FÍSICA E QUÍMICA – A

VERSÃO 1

Na sua folha de respostas, indique claramente a versão da prova.

A ausência dessa indicação implica a anulação de todos os itens de escolha múltipla e de verdadeiro/falso.

Identifique claramente os itens a que responde.

Utilize apenas caneta ou esferográfica de tinta azul ou preta (excepto nas respostas que impliquem a elaboração de construções, desenhos ou outras representações).

É interdito o uso de «esferográfica-lápis» e de corrector.

As cotações da prova encontram-se na página 16.

A prova inclui na página 3 uma Tabela de Constantes, nas páginas 3, 4 e 5 um Formulário e na página 6 uma Tabela Periódica.

Pode utilizar máquina de calcular gráfica.

Nos itens de escolha múltipla

- Indique, claramente, na sua folha de respostas, o NÚMERO do item e a LETRA da alternativa pela qual optou.
- É atribuída a cotação de zero pontos aos itens em que apresente:
 - mais do que uma opção (ainda que nelas esteja incluída a opção correcta);
 - o número e/ou a letra ilegíveis.
- Em caso de engano, este deve ser riscado e corrigido, à frente, de modo bem legível.

Nos itens de Verdadeiro/Falso, não transcreva as frases, registre apenas as letras **(A)**, **(B)**, **(C)**, etc. Escreva, na sua folha de respostas, um **V** para as afirmações que considerar Verdadeiras e um **F** para as afirmações que considerar Falsas.

Nos itens em que seja solicitada a escrita de um texto, a classificação das respostas contempla aspectos relativos aos conteúdos, à organização lógico-temática e à terminologia científica.

Nos itens em que seja solicitado o cálculo de uma grandeza, deverá apresentar todas as etapas de resolução.

Os dados imprescindíveis à resolução de alguns itens específicos são indicados no final do seu enunciado, nos gráficos, nas figuras ou nas tabelas que lhes estão anexas ou, ainda, na Tabela de Constantes e no Formulário.

CONSTANTES

Velocidade de propagação da luz no vácuo	$c = 3,00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$
Módulo da aceleração gravítica de um corpo junto à superfície da Terra	$g = 10 \text{ m s}^{-2}$
Massa da Terra	$M_T = 5,98 \times 10^{24} \text{ kg}$
Constante da Gravitação Universal	$G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$
Constante de Avogadro	$N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Constante de Stefan-Boltzmann	$\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$
Produto iónico da água (a 25 °C)	$K_w = 1,00 \times 10^{-14}$
Volume molar de um gás (PTN)	$V_m = 22,4 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$

FORMULÁRIO

- **Concentração de solução** $c = \frac{n}{V}$
 n – quantidade de substância (soluto)
 V – volume de solução

- **Quantidade de substância** $n = \frac{m}{M}$
 M – massa molar
 m – massa

- **Massa volúmica** $\rho = \frac{m}{V}$
 m – massa
 V – volume

- **Número de partículas** $N = n N_A$
 n – quantidade de substância
 N_A – constante de Avogadro

- **Volume molar de um gás** $V_m = \frac{V}{n}$
 V – volume do gás
 n – quantidade de substância do gás

- **Relação entre pH e a concentração de H_3O^+** $\text{pH} = -\log \{[\text{H}_3\text{O}^+] / \text{mol dm}^{-3}\}$

- **Conversão da temperatura**
(de grau Celsius para kelvin) $T / \text{K} = \theta / ^\circ\text{C} + 273,15$
(de grau Fahrenheit para grau Celsius) $\theta / ^\circ\text{C} = \frac{5}{9} (\theta / ^\circ\text{F} - 32)$
 T – temperatura absoluta
 θ – temperatura

- **Efeito fotoelétrico** $E_{\text{inc}} = W + E_{\text{cin}}$
 E_{inc} – energia da radiação incidente no metal
 W – energia para remover um electrão do metal
 E_{cin} – energia cinética do electrão removido

- Energia eléctrica fornecida por um gerador durante o intervalo de tempo Δt** $E = I U \Delta t$
 I – intensidade da corrente eléctrica no gerador
 U – diferença de potencial entre os terminais do gerador
- Comprimento de onda** $\lambda = \frac{v}{f}$
 f – frequência do movimento ondulatório
 v – módulo da velocidade de propagação da onda
- Lei de Stefan-Boltzmann** $P = e \sigma A T^4$
 P – potência total irradiada por um corpo
 e – emissividade do material de que é constituído o corpo
 σ – constante de Stefan-Boltzmann
 A – área da superfície do corpo
 T – temperatura absoluta do corpo
- 1.ª Lei da Termodinâmica** $\Delta U = W + Q + R$
 ΔU – variação da energia interna do sistema
 W – energia transferida para fora do sistema ou recebida do exterior como trabalho
 Q – energia transferida para fora do sistema ou recebida do exterior como calor
 R – energia transferida para fora do sistema ou recebida do exterior como radiação
- Trabalho de uma força constante, \vec{F} , cujo ponto de aplicação se desloca de uma distância, d , numa trajectória rectilínea que faz um ângulo α com a direcção da força** $W = F d \cos \alpha$
- Teorema da energia cinética** $\sum_i W_i = \Delta E_{\text{cin}}$
 $\sum_i W_i$ – soma dos trabalhos das forças que actuam num corpo, num determinado intervalo de tempo
 ΔE_{cin} – variação da energia cinética do corpo no mesmo intervalo de tempo
- Lei de acção e reacção** $\vec{F}_{A,B} = -\vec{F}_{B,A}$
 $\vec{F}_{A,B}$ – força exercida pelo corpo A no corpo B
 $\vec{F}_{B,A}$ – força exercida pelo corpo B no corpo A
- Módulo da força gravítica exercida pela massa pontual m_1 (m_2) na massa pontual m_2 (m_1)** $F_g = G \frac{m_1 m_2}{d^2}$
 G – constante da gravitação universal
 d – distância entre as duas massas
- 2.ª Lei de Newton** $\vec{F} = m \vec{a}$
 \vec{F} – resultante das forças que actuam num corpo de massa m
 \vec{a} – aceleração do centro de massa do corpo
- Força eléctrica exercida num corpo com carga eléctrica q , num ponto em que existe um campo eléctrico \vec{E}** $\vec{F} = q \vec{E}$
- Fluxo magnético que atravessa uma superfície de área A em que existe um campo magnético uniforme \vec{B}** $\Phi_m = BA \cos \theta$
 θ – ângulo entre a direcção do campo e a direcção perpendicular à superfície

- **Força electromotriz induzida numa espira metálica atravessada por um fluxo magnético Φ_m** $|\varepsilon_{il}| = \frac{|\Delta\Phi_m|}{\Delta t}$

- **Lei de Snell para a refração** $\frac{\sin i}{\sin r} = n_{21}$
 i – ângulo de incidência
 r – ângulo de refração
 n_{21} – razão dos índices de refração, respectivamente, do meio em que se dá a refração e do meio em que se dá a incidência

- **Equações do movimento unidimensional com aceleração constante**

$$v = v_0 + at$$

$$x = x_0 + v_0t + \frac{1}{2}at^2$$

$$v^2 = v_0^2 + 2a(x - x_0)$$

$$x = x_0 + \frac{1}{2}(v_0 + v)t$$

x – posição; v – velocidade;

a – aceleração; t – tempo

1. Leia atentamente as informações seguintes.


Mais de 70% da superfície da Terra está coberta por água, e 97% dessa água encontra-se nos oceanos.

A água dos oceanos é uma solução aquosa extremamente complexa (Tabelas 1 e 2). Há cerca de $1,5 \times 10^{21}$ L de água salgada nos oceanos, dos quais 3,5% (em massa), em média, é matéria dissolvida.

Tabela 1

Composição média da água dos oceanos	
Íão	Concentração mássica / g dm^{-3}
Cl^-	19,22
Br^-	0,07
HCO_3^-	0,14
SO_4^{2-}	2,51
Na^+	10,70
K^+	0,39
Mg^{2+}	1,29
Ca^{2+}	0,40

Tabela 2

Compostos mais abundantes na água dos oceanos	
Cloreto de sódio	
Cloreto de magnésio	
Sulfato de magnésio	
Sulfato de cálcio	
Cloreto de potássio	
Carbonato de cálcio	
Brometo de potássio	

Define-se a salinidade de uma água do mar como a massa, em gramas, de sais dissolvidos num quilograma dessa água e expressa-se em partes por mil (‰). Embora a salinidade da água de um oceano varie consideravelmente de lugar para lugar, as proporções relativas dos elementos permanecem constantes.

Há séculos que se estudam processos de dessalinização da água salgada, para obtenção de água potável.

O método mais antigo de dessalinização é a destilação. A dessalinização por congelação, que tem estado a ser desenvolvida há vários anos, baseia-se no facto de que, quando uma solução aquosa congela, o sólido que se separa da solução é praticamente água pura. A dessalinização por osmose inversa é, actualmente, muito utilizada e é economicamente o processo mais viável.

1.1. Com base na informação apresentada, seleccione a alternativa **CORRECTA**.

- (A) A massa de sódio que se encontra na água dos oceanos é cerca de cinco vezes maior do que a massa de magnésio.
- (B) A água existente nos rios representa 3% da água existente na Terra.
- (C) A massa de cloreto de sódio dissolvida nos oceanos é calculada por $\frac{3,5 \times 1,5 \times 10^{21}}{100}$ g.
- (D) A salinidade média da água dos oceanos é 35 partes por mil.

V.S.F.F.

715.V1/7

1.2. Com base na informação apresentada, seleccione a alternativa **INCORRECTA**.

- (A) O composto de fórmula química $MgCl_2$ está dissolvido na água do oceano.
- (B) A dessalinização da água salgada por destilação e a dessalinização por congelação envolvem mudanças de fase.
- (C) A dessalinização da água salgada por destilação é, dos três processos referidos, o mais económico.
- (D) A salinidade diminui em zonas oceânicas que recebem grandes descargas de água de rios.

1.3. O esquema da figura 1 representa um processo simples de dessalinização da água salgada.

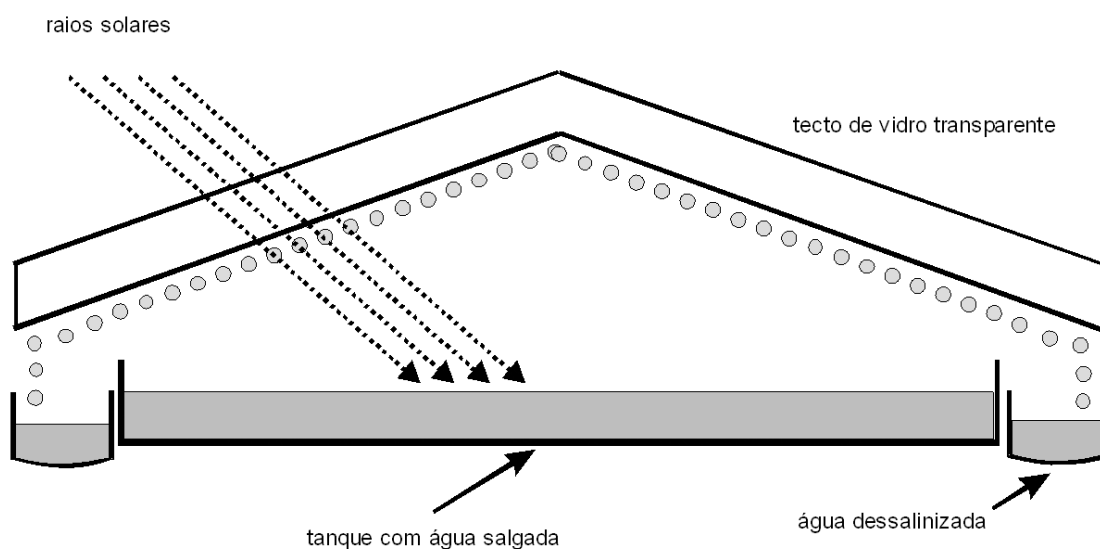


Fig. 1

1.3.1. Descreva num texto, com base no esquema da figura 1, como se obtém água dessalinizada através deste processo.

1.3.2. Apresente duas desvantagens da aplicação deste processo em grande escala.

1.4. Recolheu-se uma amostra de $5,0 \text{ dm}^3$ de água do oceano.

Calcule, com base nas informações apresentadas nas tabelas 1 e 2 e na Tabela Periódica, a massa de cloreto de sódio obtida por evaporação completa da água da amostra referida.

Apresente todas as etapas de resolução.

- 1.5. Para além de sais, também o CO_2 atmosférico se dissolve na água do oceano, dissolução essa que se pode traduzir pelo equilíbrio $\text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{aq})$.

Seleccione a alternativa que permite completar correctamente a frase seguinte.

A solubilidade do CO_2 na água é aumentada devido à ocorrência da reacção reversível traduzida pela equação...

- (A) ... $\text{CO}_2(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\ell) \rightleftharpoons 2 \text{HCO}_3^-(\text{aq}) + \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$.
(B) ... $\text{CO}_2(\text{aq}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\ell) \rightleftharpoons \text{HCO}_3^-(\text{aq}) + \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$.
(C) ... $\text{CO}_2(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\ell) \rightleftharpoons \text{HCO}_3^-(\text{aq}) + \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$.
(D) ... $\text{CO}_2(\text{aq}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\ell) \rightleftharpoons \text{HCO}_3^+(\text{aq}) + \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$.

- 1.6. O magnésio, Mg, e o bromo, Br, são extraídos comercialmente, em grande escala, da água do oceano.

Classifique como verdadeira (V) ou falsa (F) cada uma das afirmações seguintes. Consulte a Tabela Periódica.

- (A) Os átomos de bromo e de flúor têm o mesmo número de electrões de valência.
(B) A configuração electrónica $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1 3p^1$ pode corresponder a um átomo de magnésio.
(C) O raio atómico do elemento bromo é superior ao raio iónico do anião brometo.
(D) A energia de primeira ionização do átomo de magnésio é inferior à energia de primeira ionização do átomo de cloro.
(E) Os electrões do átomo de magnésio, no estado de energia mínima, estão distribuídos por seis orbitais.
(F) Três electrões do átomo de bromo ocupam uma orbital cujos números quânticos, n , ℓ e m_ℓ , têm, respectivamente, os valores 1, 0 e 0.
(G) Os electrões do átomo de bromo, no estado de energia mínima, estão distribuídos por orbitais de número quântico principal 1, 2, 3, 4 e 5.
(H) O magnésio e o bromo são elementos que pertencem, respectivamente, às famílias dos metais alcalino-terrosos e dos halogéneos.

2. Um método utilizado, no início do século XX, para sinalizar a presença de barcos-farol quando havia nevoeiro, consistia no seguinte: o barco-farol (A) emitia um sinal sonoro por uma sirene situada num ponto elevado do barco e, simultaneamente, outro sinal sonoro por um emissor (um gongo) situado debaixo de água. Ambos os sinais podiam ser detectados por outros barcos. Os tripulantes de um barco (B) que se encontrasse na vizinhança obtinham a distância ao barco-farol cronometrando o intervalo de tempo entre a chegada dos dois sinais sonoros (figura 2).

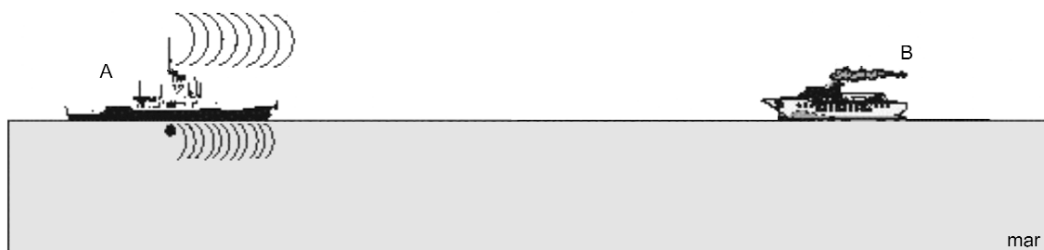


Fig. 2

- 2.1. Suponha que a temperatura do ar é de 20 °C e que a temperatura da água do mar é de 25 °C.

Calcule, utilizando dados da tabela 3 que considere apropriados, a distância entre os dois barcos se os dois sinais sonoros forem detectados pelo barco (B) com uma diferença de 9 s.

Despreze os efeitos dos ventos e das correntes marítimas na propagação do som.

Apresente todas as etapas de resolução.

Tabela 3

Gases	
Material	Velocidade do som / m s ⁻¹
Hidrogénio (0 °C)	1286
Hélio (0 °C)	972
Ar (20 °C)	343
Ar (0 °C)	331
Líquidos a 25 °C	
Material	Velocidade do som / m s ⁻¹
Glicerina	1904
Água do mar	1533
Água	1493
Mercúrio	1450

- 2.2. Ondas sonoras utilizadas para detecção de objectos submersos (ondas de sonar) têm comprimento de onda da ordem de 30 cm. Ondas electromagnéticas com o mesmo comprimento de onda são utilizadas no radar.

Indique duas diferenças nas características destes dois tipos de onda.

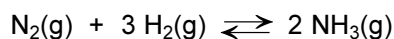
- 2.3. Uma partícula de um meio em que se propaga uma onda efectua um movimento oscilatório harmónico simples. A equação que exprime a posição, x , da partícula que efectua este movimento, em função do tempo, t , é $x = 2,0 \times 10^{-2} \sin 24\pi t$ (SI).

Selecione a alternativa **CORRECTA**.

- (A) A amplitude do movimento é de 24 m.
- (B) A frequência angular do movimento é de $24 \pi \text{ rad s}^{-1}$.
- (C) O período do movimento é de $2,0 \times 10^{-2} \text{ s}$.
- (D) A frequência angular do movimento é de 24 s^{-1} .

3. O amoníaco é uma substância gasosa, à temperatura ambiente, de grande utilidade para a sociedade em geral.

Assim, para fornecer as indústrias e as actividades que dependem do amoníaco como matéria-prima, é necessário ter um processo industrial rendível para a sua produção, como é o caso do processo Haber-Bosch, que utiliza o azoto e o hidrogénio gasosos como reagentes, de acordo com o seguinte equilíbrio:



A figura 3 traduz a percentagem molar de amoníaco, em equilíbrio, na mistura gasosa obtida a partir de N_2 e H_2 para temperaturas no intervalo 400-600 °C e a diferentes pressões.

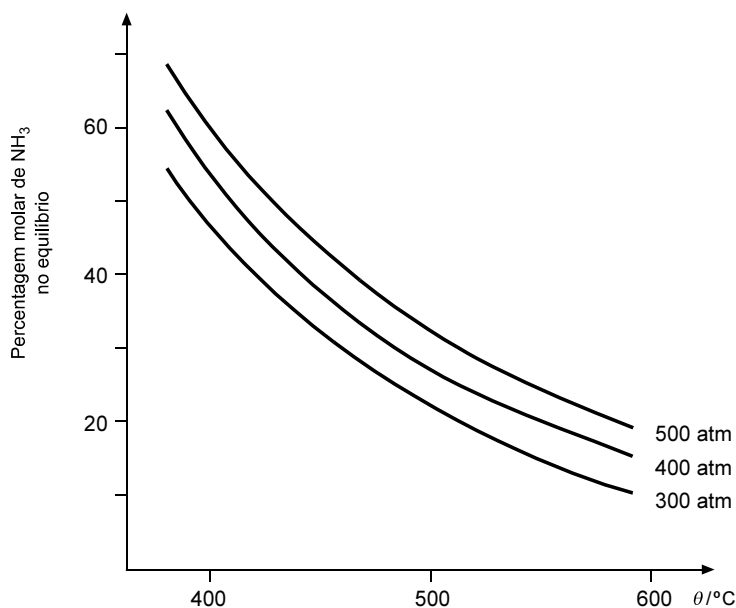


Fig. 3

- 3.1. De acordo com a informação apresentada, seleccione a alternativa **CORRECTA**.

- (A) Para uma mesma temperatura, quando a mistura reaccional é comprimida, a percentagem molar de amoníaco obtida é menor.
- (B) A síntese do amoníaco pelo método de Haber-Bosch é um processo endotérmico.
- (C) Se ocorrer uma diminuição de temperatura, no sistema a pressão constante, a percentagem molar de amoníaco obtida é maior.
- (D) Se ocorrer um aumento de pressão, no sistema a temperatura constante, o equilíbrio evolui no sentido inverso.

- 3.2. Num recipiente fechado de capacidade 2,00 L, a uma temperatura T_A , foram colocados 1,00 mol de $\text{N}_2(\text{g})$ e 3,00 mol de $\text{H}_2(\text{g})$. Sabe-se que, ao atingir o equilíbrio, existem 0,080 mol de NH_3 , 0,96 mol de $\text{N}_2(\text{g})$ e 2,88 mol de $\text{H}_2(\text{g})$.

Calcule a constante de equilíbrio, K_C , à temperatura T_A .

Apresente todas as etapas de resolução, incluindo a expressão da constante de equilíbrio, K_C .

- 3.3. Um balão contém 4,48 dm³ de amoníaco, NH₃(g), em condições normais de pressão e temperatura (PTN).

Selecione a alternativa que permite calcular o número de moléculas de amoníaco que existem no balão.

(A) $N = \frac{4,48}{22,4 \times 6,02 \times 10^{23}}$ moléculas

(B) $N = \frac{4,48}{22,4} \times 6,02 \times 10^{23}$ moléculas

(C) $N = 4,48 \times 22,4 \times 6,02 \times 10^{23}$ moléculas

(D) $N = \frac{22,4}{4,48} \times 6,02 \times 10^{23}$ moléculas

- 3.4. Suponha que trabalha como engenheiro(a) químico(a) numa unidade industrial de produção de amoníaco.

Explique, num texto, de acordo com a informação apresentada, como poderia otimizar a produção de amoníaco pelo processo de Haber-Bosch, tendo em conta a influência da temperatura e da pressão, bem como a utilização de um catalisador.

- 3.5. A configuração electrónica de um átomo de azoto, no estado de menor energia, pode ser representada por [He] 2s² 2p³.

Selecione a alternativa que completa correctamente a frase:

A geometria de uma molécula de amoníaco é...

- (A) ... piramidal triangular, e o átomo central possui apenas três pares de electrões.
(B) ... piramidal triangular, e o átomo central possui três pares de electrões ligantes e um não ligante.
(C) ... triangular plana, e o átomo central possui apenas três pares de electrões.
(D) ... triangular plana, e o átomo central possui três pares de electrões ligantes e um não ligante.

4. Propõe-se a um grupo de alunos de uma Escola que criticassem e apresentassem sugestões sobre um projecto de uma pequena pista de treino para um desporto em que vários atletas se deslocam num trenó, ao longo de uma pista de gelo, procurando percorrê-la no mais curto intervalo de tempo possível.

A pista é constituída por três percursos rectilíneos, com diferentes comprimentos e declives, e por um percurso circular, como mostra a figura 4. Suponha que a trajectória do trenó no percurso circular é horizontal, existindo uma parede vertical de gelo que o mantém nessa trajectória. Na figura 4, o percurso circular BCD é apresentado em perspectiva.

O trenó deverá atingir o ponto F com velocidade nula e em segurança. Consideram-se desprezáveis todos os atritos no percurso ABCDE, bem como a resistência do ar na totalidade do percurso.

A massa total, m , do sistema *trenó + atletas* é de 300 kg, e o trenó parte do repouso no ponto A.

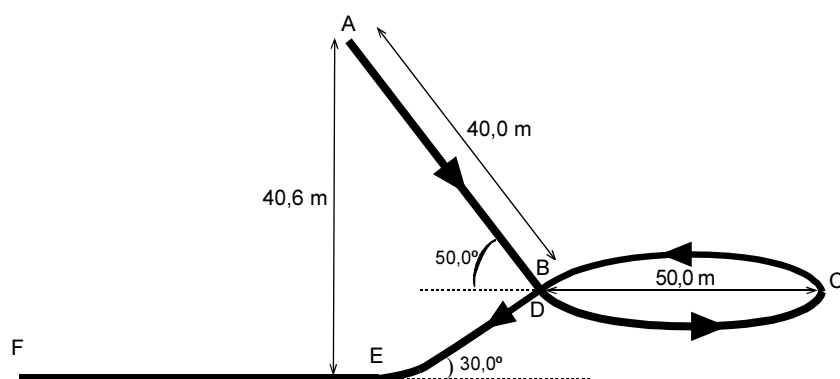


Fig. 4

- 4.1. Nas condições apresentadas, qual é a variação da energia potencial gravítica do sistema constituído pela Terra e *trenó + atletas*, no percurso entre os pontos A e E?

Seleccione a alternativa **CORRECTA**.

- (A) $-9,19 \times 10^4$ J
- (B) $+9,19 \times 10^4$ J
- (C) $-1,22 \times 10^5$ J
- (D) $+1,22 \times 10^5$ J

- 4.2. Por questões de segurança, o módulo da aceleração do trenó não deverá ultrapassar no percurso AB o valor $0,80g$, sendo g o módulo da aceleração gravítica à superfície da Terra. No seu relatório, os alunos concluíram que, efectivamente, esta exigência foi cumprida.

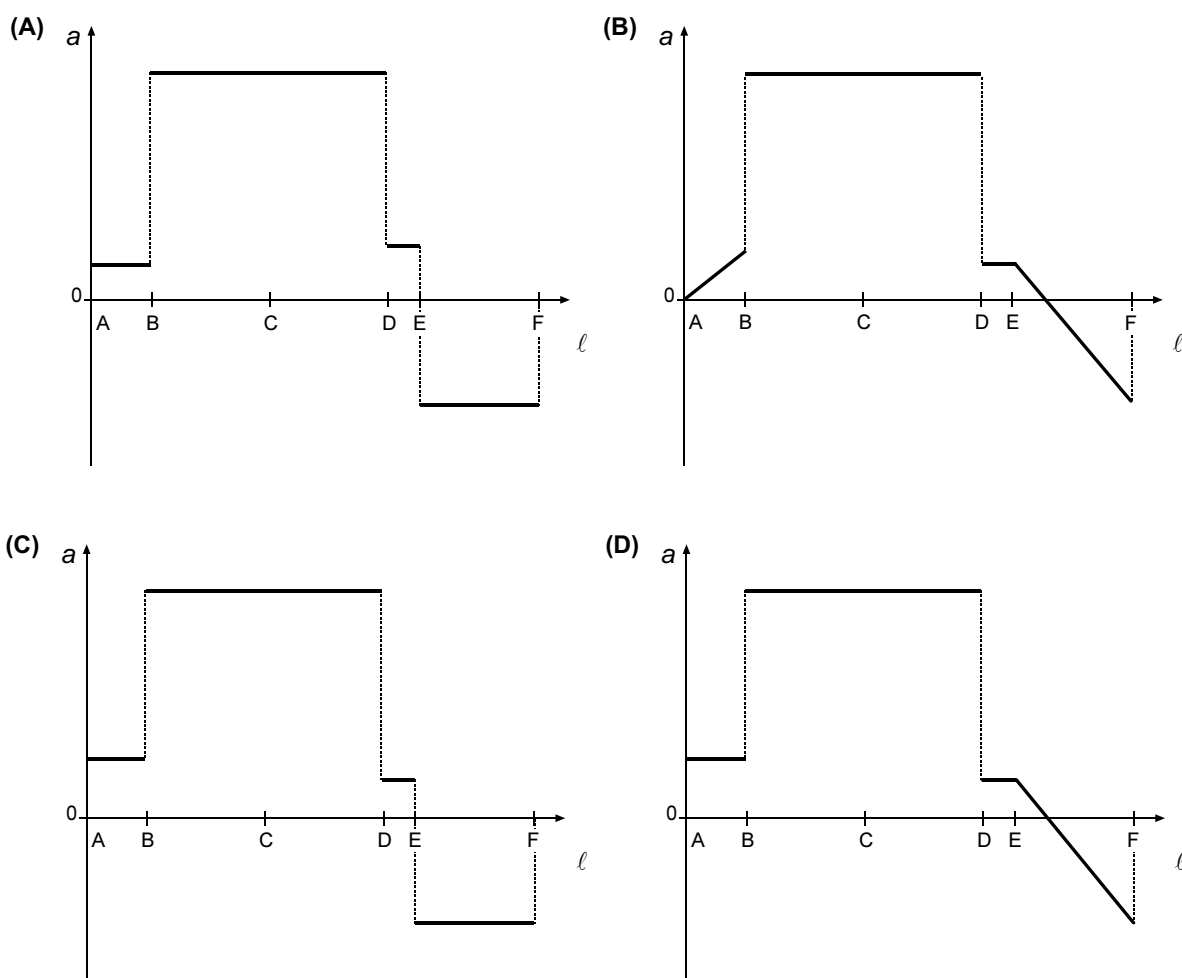
Verifique esta conclusão, partindo de um argumento energético. Apresente todas as etapas de resolução.

- 4.3. O módulo da velocidade, v , do trenó no ponto C é de $24,8 \text{ m s}^{-1}$.

O módulo da força centrípeta que actua no sistema no ponto C é $F_c = m \frac{v^2}{r}$, sendo r o raio da trajectória circular.

Calcule a aceleração do sistema *trenó + atletas* no ponto C, indicando o módulo, a direcção e o sentido. Apresente todas as etapas de resolução.

4.4. Qual dos seguintes gráficos melhor representa o valor da aceleração do sistema *trenó + atletas*, em função da posição, ℓ , ao longo do percurso AF?



4.5. Para que o *trenó* atinja o final da pista com velocidade nula, é necessária uma força de atrito constante muito intensa no percurso EF.

Qual é a modificação que se pode efectuar nesse percurso, EF, para que o *trenó* atinja a extremidade da pista com velocidade nula, mas sujeito a uma força de atrito de menor intensidade?

4.6. Ao escreverem o relatório, alguns alunos discutiram se o módulo da velocidade do *trenó* se manteria, ou não, constante no percurso horizontal circular BCD, tendo em conta que nesse percurso há forças a actuar no *trenó*.

Escreva um texto em que justifique a conclusão que terá prevalecido no relatório.

FIM

V.S.F.F.

715.V1/15