



Prova Escrita de Física e Química A

10.º e 11.º Anos de Escolaridade

Prova 715/1.ª Fase

16 Páginas

Duração da Prova: 120 minutos. Tolerância: 30 minutos.

2013

VERSÃO 2

Na folha de respostas, indique de forma legível a versão da prova (Versão 1 ou Versão 2). A ausência dessa indicação implica a classificação com zero pontos das respostas aos itens de escolha múltipla.

Utilize apenas caneta ou esferográfica de tinta indelével, azul ou preta.

Pode utilizar régua, esquadro, transferidor e máquina de calcular gráfica.

Não é permitido o uso de corretor. Em caso de engano, deve riscar de forma inequívoca aquilo que pretende que não seja classificado.

Escreva de forma legível a numeração dos itens, bem como as respetivas respostas. As respostas ilegíveis ou que não possam ser claramente identificadas são classificadas com zero pontos.

Para cada item, apresente apenas uma resposta. Se escrever mais do que uma resposta a um mesmo item, apenas é classificada a resposta apresentada em primeiro lugar.

Para responder aos itens de escolha múltipla, escreva, na folha de respostas:

- o número do item;
- a letra que identifica a única opção escolhida.

Nos itens de construção de cálculo, apresente todas as etapas de resolução, explicitando todos os cálculos efetuados e apresentando todas as justificações e/ou conclusões solicitadas.

A prova inclui uma tabela de constantes na página 2, um formulário nas páginas 2 e 3, e uma tabela periódica na página 4.

As cotações dos itens encontram-se no final do enunciado da prova.

TABELA DE 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	$g = 10 \text{ m s}^{-2}$
Constante de 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

- **Conversão de temperatura (de grau Celsius para kelvin)** $T = \theta + 273,15$
 T – temperatura absoluta (temperatura em kelvin)
 θ – temperatura em grau Celsius
- **Densidade (massa volúmica)** $\rho = \frac{m}{V}$
 m – massa
 V – volume
- **Efeito fotoelétrico** $E_{\text{rad}} = E_{\text{rem}} + E_c$
 E_{rad} – energia de um fóton da radiação incidente no metal
 E_{rem} – energia de remoção de um eletrão do metal
 E_c – energia cinética do eletrão removido
- **Concentração de solução** $c = \frac{n}{V}$
 n – quantidade de soluto
 V – volume de solução
- **Relação entre pH e concentração de H_3O^+** $\text{pH} = -\log \{[\text{H}_3\text{O}^+] / \text{mol dm}^{-3}\}$
- **1.ª Lei da Termodinâmica** $\Delta U = W + Q + R$
 ΔU – variação da energia interna do sistema (também representada por ΔE_i)
 W – energia transferida, entre o sistema e o exterior, sob a forma de trabalho
 Q – energia transferida, entre o sistema e o exterior, sob a forma de calor
 R – energia transferida, entre o sistema e o exterior, sob a forma de radiação
- **Lei de Stefan-Boltzmann** $P = e \sigma AT^4$
 P – potência total irradiada pela superfície de um corpo
 e – emissividade da superfície do corpo
 σ – constante de Stefan-Boltzmann
 A – área da superfície do corpo
 T – temperatura absoluta da superfície do corpo
- **Energia ganha ou perdida por um corpo devido à variação da sua temperatura** $E = m c \Delta T$
 m – massa do corpo
 c – capacidade térmica mássica do material de que é constituído o corpo
 ΔT – variação da temperatura do corpo
- **Taxa temporal de transferência de energia, sob a forma de calor, por condução** $\frac{Q}{\Delta t} = k \frac{A}{\ell} \Delta T$
 Q – energia transferida, sob a forma de calor, por condução, através de uma barra, no intervalo de tempo Δt
 k – condutividade térmica do material de que é constituída a barra
 A – área da secção da barra, perpendicular à direção de transferência de energia
 ℓ – comprimento da barra
 ΔT – diferença de temperatura entre as extremidades da barra

- Trabalho realizado por uma força constante, \vec{F} , que atua sobre um corpo em movimento retilíneo** $W = Fd \cos \alpha$
 d – módulo do deslocamento do ponto de aplicação da força
 α – ângulo definido pela força e pelo deslocamento
- Energia cinética de translação** $E_c = \frac{1}{2} mv^2$
 m – massa
 v – módulo da velocidade
- Energia potencial gravítica em relação a um nível de referência** $E_p = m g h$
 m – massa
 g – módulo da aceleração gravítica junto à superfície da Terra
 h – altura em relação ao nível de referência considerado
- Teorema da energia cinética** $W = \Delta E_c$
 W – soma dos trabalhos realizados pelas forças que atuam num corpo, num determinado intervalo de tempo
 ΔE_c – variação da energia cinética do centro de massa do corpo, no mesmo intervalo de tempo
- Lei da Gravitação Universal** $F_g = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$
 F_g – módulo da força gravítica exercida pela massa pontual m_1 (m_2) na massa pontual m_2 (m_1)
 G – constante de Gravitação Universal
 r – distância entre as duas massas
- 2.ª Lei de Newton** $\vec{F} = m \vec{a}$
 \vec{F} – resultante das forças que atuam num corpo de massa m
 \vec{a} – aceleração do centro de massa do corpo
- Equações do movimento retilíneo com aceleração constante** $x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$
 x – valor (componente escalar) da posição
 v – valor (componente escalar) da velocidade $v = v_0 + a t$
 a – valor (componente escalar) da aceleração
 t – tempo
- Equações do movimento circular com velocidade linear de módulo constante** $a_c = \frac{v^2}{r}$
 a_c – módulo da aceleração centrípeta
 v – módulo da velocidade linear $v = \frac{2\pi r}{T}$
 r – raio da trajetória
 T – período do movimento $\omega = \frac{2\pi}{T}$
 ω – módulo da velocidade angular
- Comprimento de onda** $\lambda = \frac{v}{f}$
 v – módulo da velocidade de propagação da onda
 f – frequência do movimento ondulatório
- Função que descreve um sinal harmónico ou sinusoidal** $y = A \sin(\omega t)$
 A – amplitude do sinal
 ω – frequência angular
 t – tempo
- Fluxo magnético que atravessa uma superfície, de área A , em que existe um campo magnético uniforme, \vec{B}** $\Phi_m = B A \cos \alpha$
 α – ângulo entre a direção do campo e a direção perpendicular à superfície
- Força eletromotriz induzida numa espira metálica** $|\varepsilon_{i}| = \frac{|\Delta \Phi_m|}{\Delta t}$
 $\Delta \Phi_m$ – variação do fluxo magnético que atravessa a superfície delimitada pela espira, no intervalo de tempo Δt
- Lei de Snell-Descartes para a refração** $n_1 \sin \alpha_1 = n_2 \sin \alpha_2$
 n_1, n_2 – índices de refração dos meios 1 e 2, respetivamente
 α_1, α_2 – ângulos entre a direção de propagação da onda e a normal à superfície separadora no ponto de incidência, nos meios 1 e 2, respetivamente

Para responder aos itens de escolha múltipla, **selecione a única opção (A, B, C ou D)** que permite obter uma afirmação correta ou responder corretamente à questão colocada.

Se apresentar mais do que uma opção, a resposta será classificada com zero pontos, o mesmo acontecendo se a letra transcrita for ilegível.

Utilize unicamente valores numéricos das grandezas referidas na prova (no enunciado, na tabela de constantes e na tabela periódica).

Utilize os valores numéricos fornecidos no enunciado.

GRUPO I

Quando um sistema químico, no qual ocorra uma reação química reversível, se encontra num estado de equilíbrio – o que, em rigor, só é possível se não houver trocas, nem de matéria nem de energia, entre o sistema e o exterior –, as concentrações dos reagentes e dos produtos envolvidos na reação mantêm-se constantes ao longo do tempo, não existindo alterações visíveis no sistema.

O facto de as propriedades macroscópicas de um sistema químico em equilíbrio não sofrerem alteração pode sugerir que terá deixado de ocorrer qualquer reação. No entanto, a nível molecular, tanto a reação direta, na qual os reagentes se convertem em produtos, como a reação inversa, na qual os produtos se convertem em reagentes, continuam efetivamente a dar-se, em simultâneo, ocorrendo ambas à mesma velocidade. O equilíbrio químico não significa, portanto, ausência de reação.

Assim, num sistema químico em equilíbrio, os reagentes e os produtos encontram-se todos presentes, em simultâneo, em concentrações que não variam ao longo do tempo.

Baseado em A. Pereira e F. Camões, *Química 12.º ano*, 2001

1. Identifique uma das «propriedades macroscópicas» a que o texto se refere.

2. O equilíbrio que se estabelece num sistema químico é dinâmico porque

- (A) não existem alterações visíveis no sistema.
- (B) tanto a reação direta como a reação inversa se continuam a dar.
- (C) os reagentes e os produtos se encontram todos presentes, em simultâneo.
- (D) as concentrações dos reagentes e dos produtos se mantêm constantes ao longo do tempo.

3. A Figura 1 apresenta o esboço do gráfico da concentração, em função do tempo, de três espécies que participam numa reação química.

Transcreva do texto a afirmação que permite justificar que o esboço do gráfico apresentado não pode traduzir o estabelecimento de um estado de equilíbrio químico.

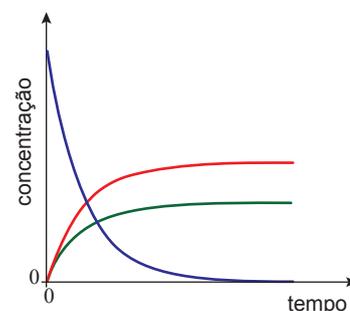


Figura 1

4. «[...] se não houver trocas, nem de matéria nem de energia, entre o sistema e o exterior [...]», o sistema químico será um sistema
- (A) isolado e a sua energia interna variará.
 - (B) fechado e a sua energia interna manter-se-á constante.
 - (C) isolado e a sua energia interna manter-se-á constante.
 - (D) fechado e a sua energia interna variará.
5. A Figura 2 apresenta o gráfico que traduz a evolução da concentração, ao longo do tempo, das espécies A, B e C que intervêm numa reação química em fase gasosa, à temperatura T .

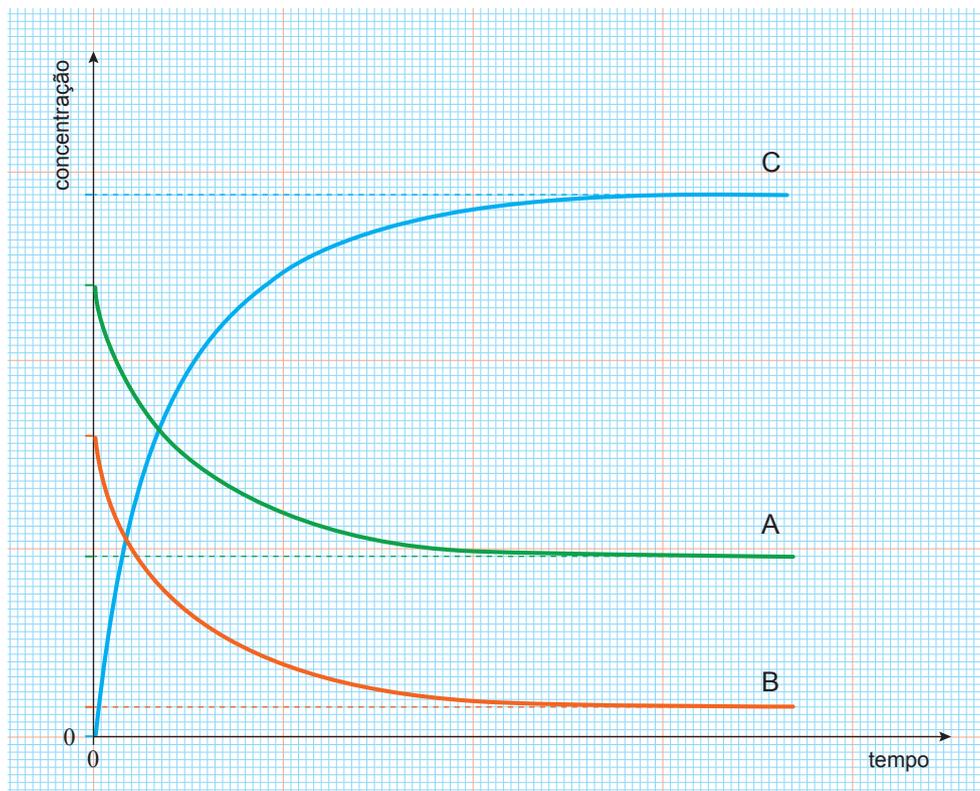


Figura 2

5.1. Na tabela seguinte, estão registadas concentrações de equilíbrio das espécies A, B e C, relativas a um mesmo estado de equilíbrio do sistema químico, à temperatura T .

Espécie	Concentração de equilíbrio/mol dm ⁻³
A	0,144
B	0,0238
C	0,432

Determine a constante de equilíbrio, K_c , da reação considerada, à temperatura T .

Apresente todas as etapas de resolução.

5.2. Considere que a reação de formação da espécie C é uma reação exotérmica.

Conclua, justificando, como variará a constante de equilíbrio, K_c , da reação considerada se a temperatura aumentar.

GRUPO II

1. Uma lata contendo um refrigerante foi exposta à luz solar até ficar em equilíbrio térmico com a sua vizinhança.

1.1. Sob que forma foi transferida a energia do Sol para a lata?

1.2. Quando o sistema *lata + refrigerante* ficou em equilíbrio térmico com a sua vizinhança, a temperatura média do sistema passou a ser constante.

Estabelecido o equilíbrio térmico, o sistema

(A) passou a emitir e a absorver energia à mesma taxa temporal.

(B) passou a emitir e a absorver energia a taxas temporais diferentes.

(C) deixou de absorver energia do exterior.

(D) deixou de trocar energia com o exterior.

1.3. A lata continha 0,34 kg de um refrigerante de capacidade térmica mássica $4,2 \times 10^3 \text{ J kg}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$. Considere que a área da superfície da lata exposta à luz solar era $1,4 \times 10^2 \text{ cm}^2$ e que a intensidade média da radiação solar incidente era $6,0 \times 10^2 \text{ W m}^{-2}$.

Verificou-se que, ao fim de 90 min de exposição, a temperatura do refrigerante tinha aumentado $16,5 \text{ }^\circ\text{C}$.

Determine a percentagem da energia incidente na área da superfície da lata exposta à luz solar que terá contribuído para o aumento da energia interna do refrigerante, no intervalo de tempo considerado.

Apresente todas as etapas de resolução.

2. Uma cafeteira com água previamente aquecida foi abandonada sobre uma bancada até a água ficar à temperatura ambiente.

Conclua, justificando, se a taxa temporal de transferência de energia como calor, através das paredes da cafeteira, aumentou, diminuiu ou se manteve constante, desde o instante em que se abandonou a cafeteira com água sobre a bancada até ao instante em que a água ficou à temperatura ambiente.

GRUPO III

A Figura 3 representa um feixe de luz monocromática, muito fino, que incide na superfície de separação de dois meios transparentes, I e II. Uma parte do feixe incidente sofre reflexão nessa superfície e outra parte é refratada, passando a propagar-se no meio II.

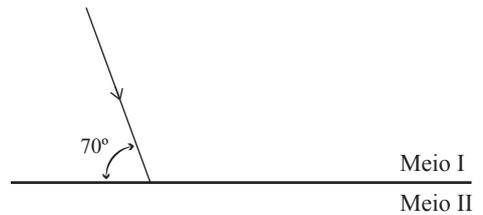


Figura 3

1. Qual é o ângulo entre o feixe incidente e o feixe refletido?
 - (A) 70°
 - (B) 60°
 - (C) 40°
 - (D) 20°

2. Admita que, para a radiação considerada, o índice de refração do meio I é o dobro do índice de refração do meio II.
 - 2.1. Comparando o módulo da velocidade de propagação dessa radiação nos meios I e II, respectivamente v_I e v_{II} , e o seu comprimento de onda nos meios I e II, respectivamente λ_I e λ_{II} , conclui-se que
 - (A) $v_I = 2v_{II}$ e $\lambda_I = \frac{1}{2}\lambda_{II}$
 - (B) $v_I = 2v_{II}$ e $\lambda_I = 2\lambda_{II}$
 - (C) $v_I = \frac{1}{2}v_{II}$ e $\lambda_I = \frac{1}{2}\lambda_{II}$
 - (D) $v_I = \frac{1}{2}v_{II}$ e $\lambda_I = 2\lambda_{II}$
 - 2.2. Qual é o ângulo de incidência a partir do qual ocorre reflexão total da radiação considerada na superfície de separação dos meios I e II?
 - (A) 40°
 - (B) 30°
 - (C) 28°
 - (D) 10°

GRUPO IV

1. O carbono é um elemento químico que entra na constituição de um grande número de compostos.

1.1. Quantos valores diferenciados de energia apresentam os elétrons de um átomo de carbono no estado fundamental?

- (A) Dois.
- (B) Três.
- (C) Quatro.
- (D) Seis.

1.2. Qual das configurações eletrônicas seguintes pode corresponder a um átomo de carbono num estado excitado?

- (A) $1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_y^0 2p_z^1$
- (B) $1s^2 2s^1 2p_x^0 2p_y^0 2p_z^3$
- (C) $1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^0$
- (D) $1s^2 2s^1 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^1$

2. O ião cianeto, CN^- , constituído pelos elementos químicos carbono e nitrogénio, é muito tóxico.

2.1. O ião cianeto apresenta, no total, o mesmo número de elétrons que a molécula N_2 .

O ião CN^- apresenta, assim, no total,

- (A) dez elétrons, sete dos quais são de valência.
- (B) catorze elétrons, seis dos quais são de valência.
- (C) dez elétrons, seis dos quais são de valência.
- (D) catorze elétrons, dez dos quais são de valência.

2.2. No ião cianeto, a ligação entre o átomo de carbono e o átomo de nitrogénio é uma ligação covalente tripla, tal como a ligação entre os átomos de nitrogénio na molécula N_2 .

Preveja, justificando com base nas posições relativas dos elementos carbono e nitrogénio na tabela periódica, qual das ligações, $C \equiv N$ ou $N \equiv N$, apresentará maior energia de ligação.

3. O cianeto de hidrogénio, HCN, que tem um cheiro característico a amêndoa amarga, apresenta um ponto de ebulição de 26 °C, à pressão de 1 atm.

3.1. Um teor de HCN, no ar, de 0,860 ppm corresponde a um teor, expresso em percentagem em massa, de

(A) $8,60 \times 10^3 \%$

(B) $8,60 \times 10^{-2} \%$

(C) $8,60 \times 10^{-5} \%$

(D) $8,60 \times 10^{-7} \%$

3.2. Considere que a densidade do HCN(g) ($M = 27,03 \text{ g mol}^{-1}$), à pressão de 1 atm e à temperatura de 30 °C, é $1,086 \text{ g dm}^{-3}$.

Qual das expressões seguintes permite calcular a quantidade de HCN(g) que existe numa amostra pura de $5,0 \text{ dm}^3$ desse gás, nas condições de pressão e de temperatura referidas?

(A) $\left(\frac{27,03}{1,086 \times 5,0} \right) \text{ mol}$

(B) $\left(\frac{1,086}{27,03 \times 5,0} \right) \text{ mol}$

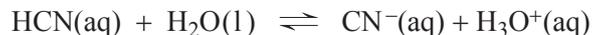
(C) $\left(\frac{27,03 \times 5,0}{1,086} \right) \text{ mol}$

(D) $\left(\frac{1,086 \times 5,0}{27,03} \right) \text{ mol}$

GRUPO V

O cianeto de hidrogénio dissolve-se em água, dando origem ao ácido cianídrico, $\text{HCN}(\text{aq})$, um ácido monoprotónico fraco, cuja constante de acidez é $4,9 \times 10^{-10}$, a $25\text{ }^\circ\text{C}$.

A reação do ácido cianídrico com a água pode ser traduzida por

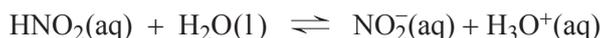


1. Escreva a equação química que traduz a reação do ião cianeto, $\text{CN}^-(\text{aq})$, com a água.

Refira, justificando, se esse ião se comporta, nessa reação, como um ácido ou como uma base segundo Brønsted-Lowry.

2. O ácido nitroso, $\text{HNO}_2(\text{aq})$, é outro ácido monoprotónico fraco, cuja constante de acidez é $4,5 \times 10^{-4}$, a $25\text{ }^\circ\text{C}$.

A reação do ácido nitroso com a água pode ser traduzida por



2.1. Comparando, em termos das respetivas ordens de grandeza, a força do ácido nitroso com a força do ácido cianídrico, conclui-se que o ácido nitroso é cerca de

- (A) 10^6 vezes mais forte do que o ácido cianídrico.
- (B) 10^4 vezes mais fraco do que o ácido cianídrico.
- (C) 10^4 vezes mais forte do que o ácido cianídrico.
- (D) 10^6 vezes mais fraco do que o ácido cianídrico.

2.2. Considere uma solução de ácido nitroso cujo pH, a $25\text{ }^\circ\text{C}$, é 2,72.

Determine a concentração inicial de HNO_2 na solução, à mesma temperatura.

Apresente todas as etapas de resolução.

GRUPO VI

Colocou-se um balão cheio de ar (com alguns feijões no seu interior) sob um sensor de movimento ligado a um sistema de aquisição de dados adequado. Seguidamente, largou-se o balão, de modo que caísse verticalmente segundo uma trajetória retilínea, coincidente com o eixo Oy de um referencial unidimensional.

A Figura 4 representa o gráfico da componente escalar, segundo o eixo Oy , da velocidade, v_y , do balão em função do tempo, t , no intervalo de tempo em que os dados foram registados.

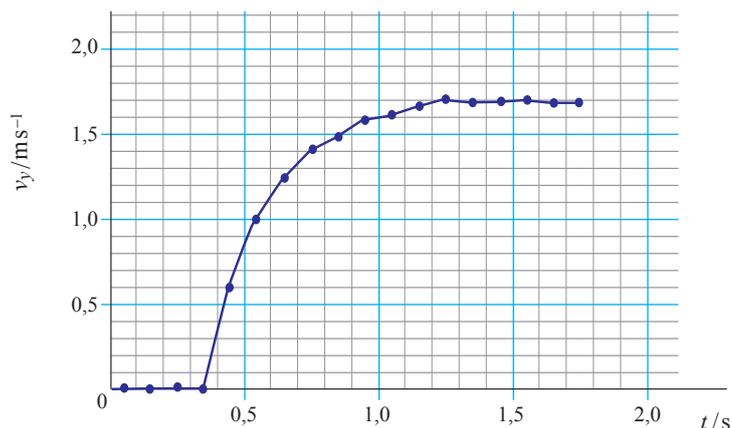


Figura 4

1. Considere o deslocamento do balão, de massa 4,8 g, no intervalo de tempo [1,3 ; 1,7] s.

Determine o trabalho realizado pelo peso do balão nesse deslocamento.

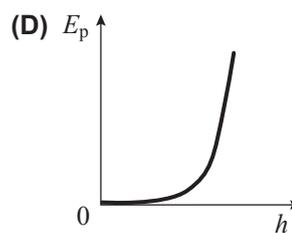
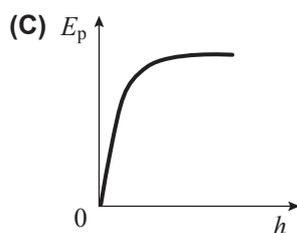
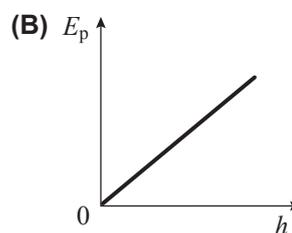
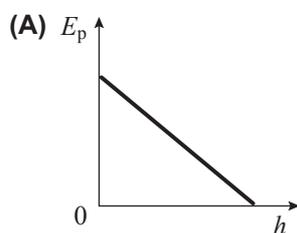
Apresente todas as etapas de resolução.

2. No intervalo de tempo [0,4 ; 1,7] s, a energia mecânica do sistema *balão + Terra*

- (A) aumentou sempre.
- (B) aumentou e depois manteve-se constante.
- (C) diminuiu e depois manteve-se constante.
- (D) diminuiu sempre.

3. Considere o solo como nível de referência da energia potencial gravítica.

Qual é o esboço do gráfico que pode representar a energia potencial gravítica do sistema *balão + Terra* em função da altura, h , em relação ao solo?



GRUPO VII

Para estudar a relação entre o módulo da velocidade de lançamento horizontal de uma esfera e o seu alcance, um grupo de alunos montou, sobre uma mesa, uma calha polida, que terminava num troço horizontal, situado a uma determinada altura em relação ao solo, tal como esquematizado na Figura 5 (a figura não se encontra à escala). Junto à posição B, os alunos colocaram uma célula fotoelétrica ligada a um cronómetro digital e, no solo, colocaram uma caixa com areia onde a esfera, E, deveria cair.

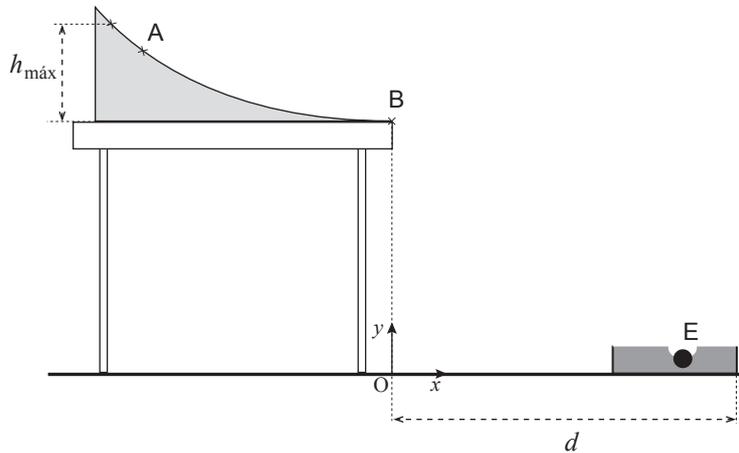


Figura 5

Os alunos realizaram vários ensaios nos quais abandonaram a esfera de diversas posições sobre a calha, medindo, em cada ensaio, o tempo, Δt , que a esfera demorava a passar em frente à célula fotoelétrica e o alcance do lançamento horizontal.

1. Num primeiro conjunto de ensaios, os alunos abandonaram a esfera, de diâmetro 27,0 mm, sempre da posição A sobre a calha. A tabela seguinte apresenta os tempos, Δt , que a esfera demorou a passar em frente à célula fotoelétrica.

Ensaio	$\Delta t/s$ ($\pm 0,0001$ s)
1.º	0,0150
2.º	0,0147
3.º	0,0147

Calcule o valor mais provável do módulo da velocidade com que a esfera passa na posição B, em frente à célula fotoelétrica, quando é abandonada da posição A.

Apresente todas as etapas de resolução.

2. Os alunos realizaram, ainda, outros conjuntos de ensaios, em cada um dos quais abandonaram a esfera de uma mesma posição sobre a calha. Para cada um desses conjuntos de ensaios, determinaram o módulo da velocidade de lançamento da esfera (módulo da velocidade com que a esfera passava na posição B) e o respetivo alcance.

Os valores obtidos estão registados na tabela seguinte.

Módulo da velocidade de lançamento / m s^{-1}	Alcance / m
1,98	0,929
1,86	0,873
1,79	0,840
1,60	0,750
1,48	0,695

Os alunos traçaram, na calculadora gráfica, o gráfico do alcance em função do módulo da velocidade de lançamento, obtendo a equação da reta que melhor se ajusta ao conjunto de valores apresentados na tabela.

2.1. Qual é o significado físico do declive da reta obtida?

2.2. Considere que a distância d representada na Figura 5 é 1,10 m.

Considere que são desprezáveis todas as forças dissipativas e admita que a esfera pode ser representada pelo seu centro de massa (modelo da partícula material).

Calcule a altura máxima, $h_{\text{máx}}$, em relação ao tampo da mesa, da qual a esfera pode ser abandonada, de modo a cair na caixa com areia.

Comece por apresentar a equação da reta que melhor se ajusta ao conjunto de valores apresentados na tabela.

Apresente todas as etapas de resolução.

FIM

COTAÇÕES

GRUPO I

1.	.....	5 pontos
2.	.....	5 pontos
3.	.....	5 pontos
4.	.....	5 pontos
5.		
5.1.	.....	10 pontos
5.2.	.....	10 pontos
		<hr/>
		40 pontos

GRUPO II

1.		
1.1.	.....	5 pontos
1.2.	.....	5 pontos
1.3.	.....	10 pontos
2.	.....	10 pontos
		<hr/>
		30 pontos

GRUPO III

1.	.....	5 pontos
2.		
2.1.	.....	5 pontos
2.2.	.....	5 pontos
		<hr/>
		15 pontos

GRUPO IV

1.		
1.1.	.....	5 pontos
1.2.	.....	5 pontos
2.		
2.1.	.....	5 pontos
2.2.	.....	15 pontos
3.		
3.1.	.....	5 pontos
3.2.	.....	5 pontos
		<hr/>
		40 pontos

GRUPO V

1.	.....	10 pontos
2.		
2.1.	.....	5 pontos
2.2.	.....	10 pontos
		<hr/>
		25 pontos

GRUPO VI

1.	.....	10 pontos
2.	.....	5 pontos
3.	.....	5 pontos
		<hr/>
		20 pontos

GRUPO VII

1.	.....	10 pontos
2.		
2.1.	.....	5 pontos
2.2.	.....	15 pontos
		<hr/>
		30 pontos

TOTAL **200 pontos**