



EXAME FINAL NACIONAL DO ENSINO SECUNDÁRIO

Prova Escrita de Física e Química A

11.º Ano de Escolaridade

Decreto-Lei n.º 139/2012, de 5 de julho

Prova 715/2.ª Fase

16 Páginas

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

2015

VERSÃO 1

Indique de forma legível a versão da prova.

Utilize apenas caneta ou esferográfica de tinta azul ou preta.

É permitida a utilização de régua, esquadro, transferidor e calculadora gráfica.

Não é permitido o uso de corretor. Deve riscar aquilo que pretende que não seja classificado.

Para cada resposta, identifique o grupo e o item.

Apresente as suas respostas de forma legível.

Apresente apenas uma resposta para cada item.

A prova inclui uma tabela de constantes, um formulário e uma tabela periódica.

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** $\frac{Q}{\Delta t} = k \frac{A}{l} \Delta T$
 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** $x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} at^2$
 x – valor (componente escalar) da posição
 v – valor (componente escalar) da velocidade $v = v_0 + at$
 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** $|\mathcal{E}_i| = \frac{|\Delta \Phi_m|}{\Delta t}$
 $\Delta \Phi_m$ – 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

TABELA PERIÓDICA

1		2										18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
1	H													17		16		15		14		13		12		11		10		9		8		7		6		5		4		3		2		1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
1,01																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											

Nas respostas aos itens de escolha múltipla, selecione a opção correta. Escreva, na folha de respostas, o número do item e a letra que identifica a opção escolhida.

Nas respostas aos itens em que é pedida a apresentação de todas as etapas de resolução, explicita todos os cálculos efetuados e apresente todas as justificações ou conclusões solicitadas.

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

Utilize os valores numéricos fornecidos no enunciado dos itens.

GRUPO I

A palavra radar é o acrónimo de *Radio Detection And Ranging*, que, em português, significa deteção e localização por rádio. Trata-se de um sistema que permite detetar a presença, a posição e a direção do movimento de objetos distantes, tais como navios e aviões.

O funcionamento do radar baseia-se na reflexão de um feixe de radiação eletromagnética. A radiação utilizada no radar pode ter comprimentos de onda, no vácuo, da ordem de grandeza do centímetro.

Quando o feixe de radiação, geralmente emitido por impulsos, encontra um obstáculo, uma parte desse feixe é refletida, regressando à antena emissora. O tempo que um impulso demora a chegar ao obstáculo e a regressar à antena emissora, depois de refletido, permite determinar a distância a que o obstáculo se encontra dessa antena.

M. Teresa Escoval, *A Ação da Física na Nossa Vida*, Lisboa, Ed. Presença, 2012, pp. 192-193 (adaptado)

1. A frequência de uma radiação eletromagnética cujo comprimento de onda, no vácuo, seja cerca de 1 cm é da ordem de grandeza de

(A) 10^4 Hz (B) 10^6 Hz (C) 10^8 Hz (D) 10^{10} Hz

2. Qual das expressões seguintes permite calcular a distância, em metros, a que um obstáculo se encontra da antena emissora, se Δt representar o intervalo de tempo, em segundos, que decorre entre a emissão de um impulso e a receção do respetivo eco?

(A) $\left(\frac{2 \times 3,00 \times 10^8}{\Delta t} \right) \text{m}$

(B) $\left(\frac{3,00 \times 10^8}{2 \times \Delta t} \right) \text{m}$

(C) $\left(\frac{3,00 \times 10^8 \times \Delta t}{2} \right) \text{m}$

(D) $(2 \times 3,00 \times 10^8 \times \Delta t) \text{m}$

3. A radiação eletromagnética utilizada no radar pode ser produzida num dispositivo onde existem ímanes que originam campos magnéticos semelhantes ao campo magnético $\vec{B}$ representado na Figura 1.

Qual é o esboço do gráfico que pode representar o módulo desse campo magnético, B , em função da distância, d , ao polo norte (N) do íman que produz esse campo?

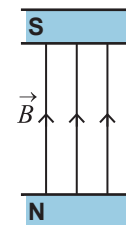
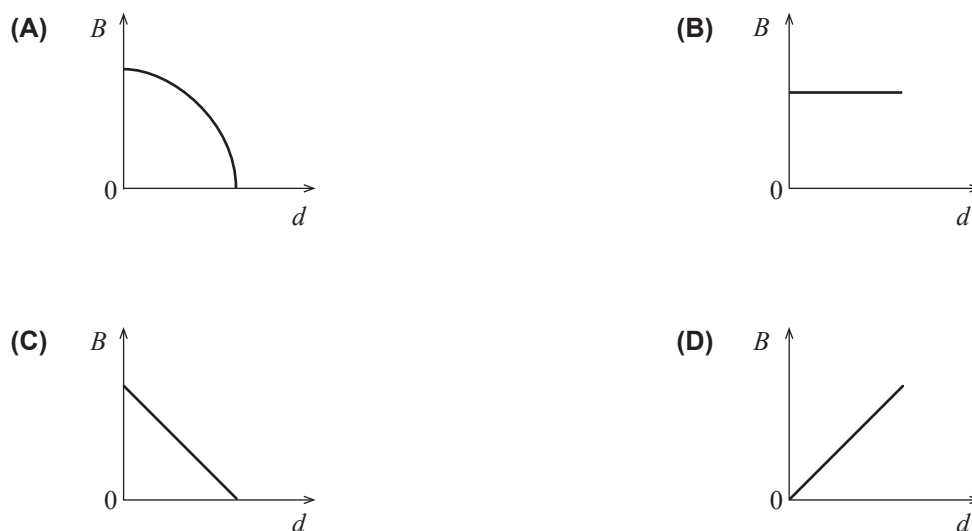


Figura 1



4. A Figura 2 representa um feixe de uma radiação eletromagnética monocromática que se propaga na atmosfera da Terra, atravessando três meios óticos diferentes – meios 1, 2 e 3.

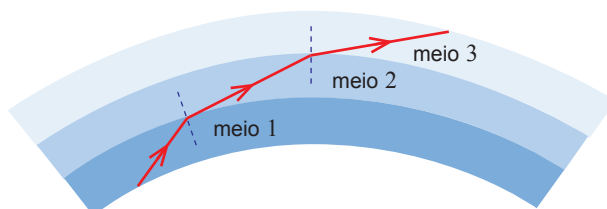


Figura 2

Para a radiação considerada, o índice de refração do meio 1 é _____ ao índice de refração do meio 2, sendo a velocidade de propagação dessa radiação no meio 1 _____ à sua velocidade de propagação no meio 2.

- (A) inferior ... superior
 (B) superior ... superior
 (C) inferior ... inferior
 (D) superior ... inferior

GRUPO II

1. O metano (CH_4), o óxido nitroso (N_2O) e o dióxido de carbono (CO_2) são gases à temperatura ambiente e à pressão normal.

- 1.1. O teor médio de $\text{CH}_4(\text{g})$ na troposfera é 1,7 partes por milhão em volume.

Este teor, em percentagem em volume, é

- (A) $1,7 \times 10^{-2}\%$
- (B) $1,7 \times 10^{-4}\%$
- (C) $1,7 \times 10^{-6}\%$
- (D) $1,7 \times 10^{-8}\%$

- 1.2. Considere uma amostra pura de $\text{CH}_4(\text{g})$ e uma amostra pura de $\text{N}_2\text{O}(\text{g})$, com volumes iguais, nas mesmas condições de pressão e de temperatura.

Quantas vezes é que a amostra de N_2O é mais pesada do que a amostra de CH_4 ?

Apresente o resultado arredondado às unidades.

- 1.3. Calcule o número total de átomos que existem em $50,0 \text{ dm}^3$ de $\text{CO}_2(\text{g})$, nas condições normais de pressão e de temperatura (PTN).

Apresente todas as etapas de resolução.

2. A molécula de CO_2 é

- (A) linear, e o átomo central apresenta eletrões de valência não ligantes.
- (B) angular, e o átomo central apresenta eletrões de valência não ligantes.
- (C) linear, e o átomo central não apresenta eletrões de valência não ligantes.
- (D) angular, e o átomo central não apresenta eletrões de valência não ligantes.

3. Considere átomos de hidrogénio, de carbono e de nitrogénio.

3.1. A tabela seguinte apresenta os valores de energia dos níveis $n = 1$ e $n = 2$ do átomo de hidrogénio.

n	E_n / J
1	$-2,18 \times 10^{-18}$
2	$-5,45 \times 10^{-19}$

A transição do eletrão do átomo de hidrogénio do nível $n = 1$ para o nível $n = 2$ envolve a

- (A) absorção de $1,64 \times 10^{-18} \text{ J}$.
- (B) libertação de $1,64 \times 10^{-18} \text{ J}$.
- (C) absorção de $2,73 \times 10^{-18} \text{ J}$.
- (D) libertação de $2,73 \times 10^{-18} \text{ J}$.

3.2. Considere um átomo de carbono no estado fundamental.

Dos seis eletrões do átomo,

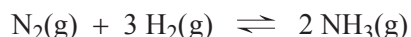
- (A) quatro encontram-se em orbitais com $l = 1$.
- (B) apenas dois se encontram em orbitais com $l = 0$.
- (C) quatro encontram-se em orbitais com $n = 2$.
- (D) apenas dois se encontram em orbitais com $n = 2$.

3.3. Explique porque é que o átomo de carbono apresenta menor energia de ionização do que o átomo de nitrogénio.

Tenha em consideração as configurações eletrónicas desses átomos no estado fundamental.

GRUPO III

A reação de síntese do amoníaco pode ser traduzida por



1. Na tabela seguinte, estão registadas, além das concentrações iniciais de $\text{N}_2(\text{g})$ e de $\text{H}_2(\text{g})$, as concentrações de equilíbrio das substâncias envolvidas na reação considerada relativas a um mesmo estado de equilíbrio do sistema, à temperatura T .

Admita que a reação ocorreu num reator com a capacidade de 1,00 L e que as substâncias envolvidas não participaram em nenhum outro processo.

	N_2	H_2	NH_3
Concentração inicial/mol dm ⁻³	0,200	0,500	?
Concentração de equilíbrio/mol dm ⁻³	0,144	0,332	0,112

- 1.1. Verifique se inicialmente existia, ou não, NH_3 no reator.

Apresente todas as etapas de resolução.

- 1.2. Admita que, num determinado instante, se adicionou $\text{H}_2(\text{g})$ ao sistema no estado de equilíbrio considerado e que a concentração deste gás aumentou, nesse instante, para o dobro.

O valor aproximado do quociente de reação, imediatamente após aquela adição, pode ser calculado pela expressão

(A) $\frac{0,112^2}{0,200 \times 0,500^3}$

(B) $\frac{0,112^2}{0,288 \times 0,664^3}$

(C) $\frac{0,112^2}{0,200 \times 1,000^3}$

(D) $\frac{0,112^2}{0,144 \times 0,664^3}$

2. A variação de energia associada à formação de 2 mol de amoníaco, a partir da reação de síntese considerada, é -92 kJ.

A energia (média) da ligação N – H é 393 kJ mol⁻¹.

Determine a energia total que é absorvida na rutura de 1 mol de ligações $\text{N} \equiv \text{N}$ e de 3 mol de ligações H – H.

Apresente todas as etapas de resolução.

3. Na reação de síntese do amoníaco, o número de oxidação do nitrogénio varia de

(A) +2 para +1

(B) +2 para -1

(C) 0 para -3

(D) 0 para +3

GRUPO IV

A reação do amoníaco com a água pode ser traduzida por



1. Nesta reação, comportam-se como ácidos de Brønsted-Lowry as espécies

- (A) $\text{NH}_3(\text{aq})$ e $\text{NH}_4^+(\text{aq})$
- (B) $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ e $\text{NH}_4^+(\text{aq})$
- (C) $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ e $\text{NH}_3(\text{aq})$
- (D) $\text{NH}_3(\text{aq})$ e $\text{OH}^-(\text{aq})$

2. Considere uma solução aquosa de amoníaco de concentração $5,00 \times 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$ cujo pH, a 25°C , é 10,97.

2.1. Calcule a quantidade (em mol) de amoníaco não ionizado que existe em 250 cm^3 dessa solução.

Apresente todas as etapas de resolução.

2.2. Considere que se adicionam lentamente algumas gotas de uma solução aquosa de um ácido forte àquela solução de amoníaco, a temperatura constante.

À medida que aquela adição ocorre, o pH da solução resultante _____ e a ionização da espécie $\text{NH}_3(\text{aq})$ torna-se _____ extensa.

- (A) diminui ... mais
- (B) diminui ... menos
- (C) aumenta ... mais
- (D) aumenta ... menos

GRUPO V

1. No âmbito de estudos sobre transferência de energia, por condução, utilizaram-se várias placas de alumínio e de aço inoxidável, de igual área e de espessuras 0,7 mm e 5,0 mm, que foram submetidas a uma mesma diferença de temperatura entre as respetivas faces.

A condutividade térmica do alumínio é $237 \text{ W m}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ e a do aço inoxidável utilizado é $26 \text{ W m}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$.

Verificou-se que a mesma energia era mais rapidamente transferida, por condução, através das placas de

- (A) alumínio de 0,7 mm de espessura.
- (B) alumínio de 5,0 mm de espessura.
- (C) aço inoxidável de 0,7 mm de espessura.
- (D) aço inoxidável de 5,0 mm de espessura.

2. Considere que uma barra de alumínio é aquecida.

- 2.1. À medida que a temperatura da barra aumenta, o comprimento de onda da radiação de máxima intensidade emitida pela barra _____ e a potência da radiação emitida pela sua superfície _____.

- (A) diminui ... diminui
- (B) diminui ... aumenta
- (C) aumenta ... diminui
- (D) aumenta ... aumenta

- 2.2. Verificou-se que a energia interna da barra de alumínio aumentou 36 kJ quando lhe foi fornecida uma energia de $4,5 \times 10^4 \text{ J}$.

Qual foi o rendimento deste processo de aquecimento?

3. Para determinar a capacidade térmica mássica do alumínio, forneceu-se energia a um cilindro desse metal, de massa 1,010 kg, a uma taxa temporal de 3,0 J por segundo.

Na tabela seguinte, encontram-se registadas as variações de temperatura, $\Delta\theta$, do cilindro de alumínio em função do tempo de aquecimento, t .

t / s	$\Delta\theta / ^\circ\text{C}$
100	0,33
200	0,65
300	1,00
400	1,29
500	1,65

Admita que toda a energia fornecida contribuiu para o aumento de temperatura do cilindro de alumínio.

Calcule a capacidade térmica mássica do alumínio.

Utilize as potencialidades gráficas da calculadora. Apresente a equação da reta de ajuste obtida, identificando as grandezas físicas consideradas.

Apresente todas as etapas de resolução.

GRUPO VI

Na Figura 3 (que não se encontra à escala), está representado um carrinho que percorre o troço final de uma montanha-russa.

Admita que o carrinho, de massa 600 kg, passa no ponto A, situado a 18 m do solo, com uma velocidade de módulo 10 m s^{-1} .

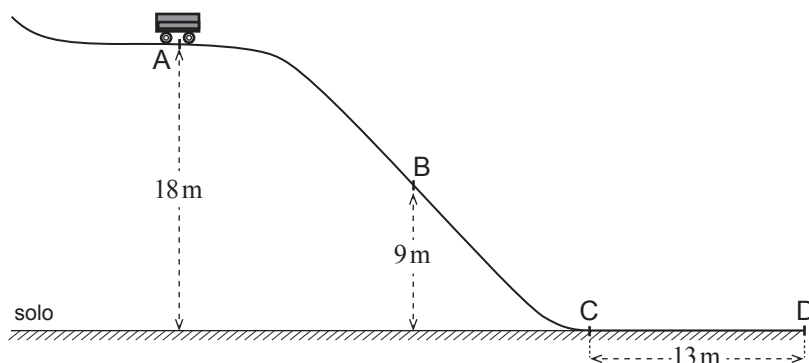


Figura 3

Considere o solo como nível de referência da energia potencial gravítica e considere que o carrinho pode ser representado pelo seu centro de massa (modelo da partícula material).

Entre os pontos A e C, a soma dos trabalhos realizados pelas forças não conservativas que atuam no carrinho é desprezável.

1. A energia cinética do carrinho será o quádruplo da sua energia cinética em A num ponto em que a
 - (A) velocidade do carrinho for o dobro da sua velocidade em A.
 - (B) energia potencial gravítica do sistema *carrinho + Terra* for metade da sua energia potencial gravítica em A.
 - (C) velocidade do carrinho for o quádruplo da sua velocidade em A.
 - (D) energia potencial gravítica do sistema *carrinho + Terra* for um quarto da sua energia potencial gravítica em A.

2. O trabalho realizado pela força gravítica que atua no carrinho é
 - (A) maior entre os pontos A e B do que entre os pontos B e C.
 - (B) menor entre os pontos A e B do que entre os pontos B e C.
 - (C) positivo entre os pontos A e C e negativo entre os pontos C e D.
 - (D) positivo entre os pontos A e C e nulo entre os pontos C e D.

3. Considere que entre os pontos C e D, que distam 13 m entre si, atuam no carrinho forças de travagem cuja resultante tem direção horizontal e intensidade constante, imobilizando-se o carrinho no ponto D.

Calcule a intensidade da resultante das forças de travagem que atuam no carrinho, no percurso entre os pontos C e D.

Apresente todas as etapas de resolução.

GRUPO VII

A Figura 4 representa uma montagem utilizada numa atividade laboratorial. Nessa atividade, um carrinho move-se sobre uma calha horizontal, ligado por um fio a um corpo C que cai na vertical.

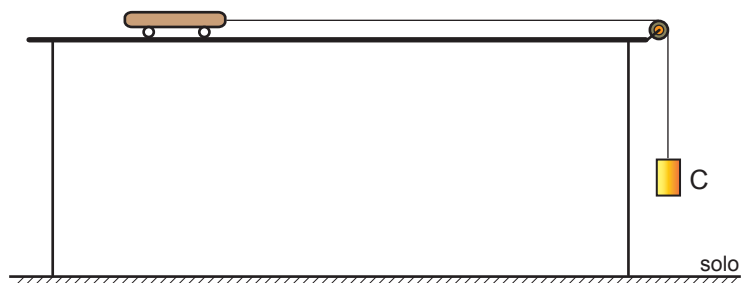


Figura 4

1. Durante o movimento do carrinho ao longo da calha, a força gravítica que nele atua é equilibrada pela
 - (A) força normal exercida pela calha no carrinho, constituindo estas forças um par ação-reação.
 - (B) força que o carrinho exerce na calha, constituindo estas forças um par ação-reação.
 - (C) força normal exercida pela calha no carrinho, não constituindo estas forças um par ação-reação.
 - (D) força que o carrinho exerce na calha, não constituindo estas forças um par ação-reação.

2. A Figura 5 representa o gráfico do módulo da velocidade, v , do carrinho em função do tempo, t , obtido na atividade laboratorial com um sistema de aquisição de dados adequado.

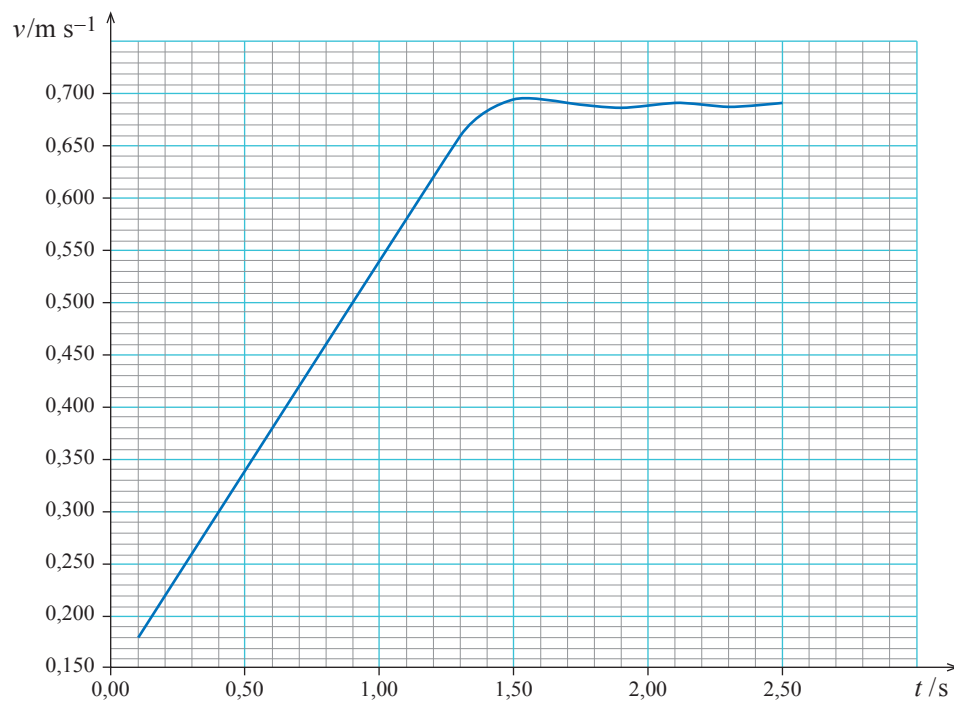


Figura 5

- 2.1. Desenhe, na sua folha de respostas, o corpo C e dois vetores que possam representar as forças que nele atuaram enquanto caía na vertical, antes de embater no solo.

Identifique aquelas forças e tenha em atenção o tamanho relativo dos vetores que as representam.

- 2.2. Determine a intensidade da resultante das forças que atuaram no carrinho, de massa 200,07 g, enquanto o fio esteve sob tensão.

Apresente todas as etapas de resolução.

- 2.3. Explique porque é que os resultados experimentais permitem concluir que a resultante das forças de atrito que atuaram no carrinho foi desprezável.

Tenha em consideração os resultados experimentais obtidos a partir do instante em que o corpo C embateu no solo.

FIM

COTAÇÕES

GRUPO I

1. 5 pontos
 2. 5 pontos
 3. 5 pontos
 4. 5 pontos
-
- 20 pontos**

GRUPO II

1.
 - 1.1. 5 pontos
 - 1.2. 5 pontos
 - 1.3. 10 pontos
 2. 5 pontos
 3.
 - 3.1. 5 pontos
 - 3.2. 5 pontos
 - 3.3. 10 pontos
-
- 45 pontos**

GRUPO III

1.
 - 1.1. 10 pontos
 - 1.2. 5 pontos
 2. 10 pontos
 3. 5 pontos
-
- 30 pontos**

GRUPO IV

1. 5 pontos
 2.
 - 2.1. 15 pontos
 - 2.2. 5 pontos
-
- 25 pontos**

GRUPO V

1. 5 pontos
 2.
 - 2.1. 5 pontos
 - 2.2. 5 pontos
 3. 10 pontos
-
- 25 pontos**

GRUPO VI

1. 5 pontos
 2. 5 pontos
 3. 15 pontos
-
- 25 pontos**

GRUPO VII

1. 5 pontos
 2.
 - 2.1. 5 pontos
 - 2.2. 10 pontos
 - 2.3. 10 pontos
-
- 30 pontos**

TOTAL **200 pontos**



EXAME FINAL NACIONAL DO ENSINO SECUNDÁRIO

Prova Escrita de Física e Química A

11.º Ano de Escolaridade

Decreto-Lei n.º 139/2012, de 5 de julho

Prova 715/2.ª Fase

Critérios de Classificação

12 Páginas

2015

VERSÃO DE TRABALHO

CRITÉRIOS GERAIS DE CLASSIFICAÇÃO

A classificação a atribuir a cada resposta resulta da aplicação dos critérios gerais e dos critérios específicos apresentados para cada item e é expressa por um número inteiro.

A ausência de indicação inequívoca da versão da prova implica a classificação com zero pontos das respostas aos itens de escolha múltipla.

As respostas ilegíveis são classificadas com zero pontos.

Em caso de omissão ou de engano na identificação de uma resposta, esta pode ser classificada se for possível identificar inequivocamente o item a que diz respeito.

Se for apresentada mais do que uma resposta ao mesmo item, só é classificada a resposta que surgir em primeiro lugar.

ITENS DE SELEÇÃO

Nos itens de escolha múltipla, a cotação do item só é atribuída às respostas que apresentem de forma inequívoca a opção correta. Todas as outras respostas são classificadas com zero pontos.

Nas respostas aos itens de escolha múltipla, a transcrição do texto da opção escolhida é considerada equivalente à indicação da letra correspondente.

ITENS DE CONSTRUÇÃO

Resposta curta

Nos itens de resposta curta, são atribuídas pontuações às respostas total ou parcialmente corretas, de acordo com os critérios específicos.

As respostas que contenham elementos contraditórios são classificadas com zero pontos.

As respostas em que sejam utilizadas abreviaturas, siglas ou símbolos não claramente identificados são classificadas com zero pontos.

Resposta restrita

Nos itens de resposta restrita, os critérios de classificação apresentam-se organizados por níveis de desempenho ou por etapas. A cada nível de desempenho e a cada etapa corresponde uma dada pontuação.

Caso as respostas contenham elementos contraditórios, os tópicos ou as etapas que apresentem esses elementos não são considerados para efeito de classificação, ou são pontuadas com zero pontos, respetivamente.

A classificação das respostas aos itens cujos critérios se apresentam organizados por níveis de desempenho resulta da pontuação do nível de desempenho em que as respostas forem enquadradas.

Nas respostas classificadas por níveis de desempenho, se permanecerem dúvidas quanto ao nível a atribuir, deve optar-se pelo nível mais elevado de entre os dois tidos em consideração.

É classificada com zero pontos qualquer resposta que não atinja o nível 1 de desempenho.

As respostas que não apresentem exatamente os mesmos termos ou expressões constantes dos critérios específicos de classificação são classificadas em igualdade de circunstâncias com aquelas que os apresentem, desde que o seu conteúdo seja cientificamente válido, adequado ao solicitado e enquadrado pelos documentos curriculares de referência.

A classificação das respostas aos itens que envolvam a produção de um texto tem em conta os tópicos de referência apresentados, a organização dos conteúdos e a utilização de linguagem científica adequada.

Nas respostas que envolvam a produção de um texto, a utilização de abreviaturas, de siglas e de símbolos

não claramente identificados ou a apresentação apenas de uma esquematização do raciocínio efetuado constituem fatores de desvalorização, implicando a atribuição da pontuação correspondente ao nível de desempenho imediatamente abaixo do nível em que a resposta seria enquadrada.

A classificação das respostas aos itens cujos critérios se apresentam organizados por etapas resulta da soma das pontuações atribuídas às etapas apresentadas, à qual podem ser subtraídos pontos em função dos erros cometidos.

Na classificação das respostas aos itens que envolvam a realização de cálculos, consideram-se dois tipos de erros:

Erros de tipo 1 — erros de cálculo numérico, transcrição incorreta de valores numéricos na resolução, conversão incorreta de unidades, desde que coerentes com a grandeza calculada, ou apresentação de unidades incorretas no resultado final, também desde que coerentes com a grandeza calculada.

Erros de tipo 2 — erros de cálculo analítico, ausência de conversão de unidades (qualquer que seja o número de conversões não efetuadas, contabiliza-se apenas como um erro de tipo 2), ausência de unidades no resultado final, apresentação de unidades incorretas no resultado final não coerentes com a grandeza calculada e outros erros que não possam ser considerados de tipo 1.

À soma das pontuações atribuídas às etapas apresentadas deve(m) ser subtraído(s):

- 1 ponto, se forem cometidos apenas erros de tipo 1, qualquer que seja o seu número.
- 2 pontos, se for cometido apenas um erro de tipo 2, qualquer que seja o número de erros de tipo 1 cometidos.
- 4 pontos, se forem cometidos mais do que um erro de tipo 2, qualquer que seja o número de erros de tipo 1 cometidos.

Os erros cometidos só são contabilizados nas etapas que não sejam pontuadas com zero pontos.

No quadro seguinte, apresentam-se os critérios de classificação a aplicar, em situações específicas, às respostas aos itens de resposta restrita que envolvam a realização de cálculos.

Situação	Classificação
1. Apresentação apenas do resultado final, não incluindo os cálculos efetuados nem as justificações ou conclusões solicitadas.	A resposta é classificada com zero pontos.
2. Utilização de processos de resolução não previstos nos critérios específicos de classificação.	É aceite qualquer processo de resolução cientificamente correto, desde que respeite as instruções dadas. Os critérios específicos serão adaptados, em cada caso, ao processo de resolução apresentado.
3. Utilização de processos de resolução que não respeitem as instruções dadas.	Se a instrução dada se referir apenas a uma etapa de resolução, essa etapa é pontuada com zero pontos. Se a instrução se referir ao processo global de resolução do item, a resposta é classificada com zero pontos.
4. Utilização de expressões ou de equações erradas.	As etapas em que essas expressões ou essas equações forem utilizadas são pontuadas com zero pontos.
5. Utilização de valores numéricos de outras grandezas que não apenas as referidas na prova (no enunciado dos itens, na tabela de constantes e na tabela periódica).	As etapas em que os valores dessas grandezas forem utilizados são pontuadas com zero pontos.

Situação	Classificação
6. Utilização de valores numéricos diferentes dos fornecidos no enunciado dos itens.	As etapas em que esses valores forem utilizados são pontuadas com zero pontos, salvo se esses valores resultarem de erros de transcrição identificáveis, caso em que serão considerados erros de tipo 1.
7. Não apresentação dos cálculos correspondentes a uma ou mais etapas de resolução.	As etapas nas quais os cálculos não sejam apresentados são pontuadas com zero pontos.
8. Não explicitação dos valores numéricos a calcular em etapas de resolução intermédias.	A não explicitação desses valores não implica, por si só, qualquer desvalorização, desde que seja dada continuidade ao processo de resolução.
9. Ausência de unidades ou apresentação de unidades incorretas nos resultados obtidos em etapas de resolução intermédias.	Estas situações não implicam, por si só, qualquer desvalorização.
10. Apresentação de uma unidade correta no resultado final diferente daquela que é considerada nos critérios específicos de classificação.	Esta situação não implica, por si só, qualquer desvalorização, exceto se houver uma instrução explícita relativa à unidade a utilizar, caso em que será considerado um erro de tipo 2.
11. Obtenção ou utilização de valores numéricos que careçam de significado físico.	As etapas em que esses valores forem obtidos ou utilizados são pontuadas com zero pontos.
12. Resolução com erros (de tipo 1 ou de tipo 2) de uma ou mais etapas necessárias à resolução da(s) etapa(s) subsequente(s).	Essa(s) etapa(s) e a(s) etapa(s) subsequente(s) são pontuadas de acordo com os critérios de classificação.
13. Existência de uma ou mais etapas, necessárias à resolução da(s) etapa(s) subsequente(s), pontuadas com zero pontos.	A(s) etapa(s) subsequente(s) é(são) pontuada(s) de acordo com os critérios de classificação, exceto se a pontuação com zero pontos daquelas etapas tiver decorrido da ausência dessa(s) etapa(s) ou da realização de cálculos sem significado físico. Nestes casos, a(s) etapa(s) subsequente(s) que dela(s) dependa(m) são pontuadas com zero pontos.
14. Apresentação de cálculos desnecessários que evidenciam a não identificação da grandeza cujo cálculo foi solicitado.	A última etapa prevista nos critérios específicos de classificação é pontuada com zero pontos.
15. Apresentação de valores calculados com arredondamentos incorretos ou com um número incorreto de algarismos significativos.	A apresentação desses valores não implica, por si só, qualquer desvalorização. Constituem exceção situações decorrentes da resolução de itens de natureza experimental e situações em que haja uma instrução explícita relativa a arredondamentos ou a algarismos significativos.

CRITÉRIOS ESPECÍFICOS DE CLASSIFICAÇÃO

GRUPO I

1. Versão 1 – (D); Versão 2 – (A) 5 pontos
2. Versão 1 – (C); Versão 2 – (D) 5 pontos
3. Versão 1 – (B); Versão 2 – (D) 5 pontos
4. Versão 1 – (D); Versão 2 – (C) 5 pontos

GRUPO II

- 1.1. Versão 1 – (B); Versão 2 – (C) 5 pontos
- 1.2. 5 pontos
3 [vezes].
- 1.3. 10 pontos
Etapas de resolução:
 - A) Determinação da quantidade de CO_2 que existe no volume considerado, nas condições normais de pressão e de temperatura ($n = 2,232 \text{ mol}$) 4 pontos
 - B) Determinação da quantidade total de átomos existentes ($n = 6,696 \text{ mol}$)
OU
Determinação do número de moléculas de CO_2 existentes ($N = 1,344 \times 10^{24}$) 3 pontos
 - C) Determinação do número total de átomos que existem no volume considerado, nas condições normais de pressão e de temperatura ($N = 4,03 \times 10^{24}$) 3 pontos
2. Versão 1 – (C); Versão 2 – (B) 5 pontos
- 3.1. Versão 1 – (A); Versão 2 – (C) 5 pontos
- 3.2. Versão 1 – (C); Versão 2 – (A) 5 pontos

A resposta integra os tópicos de referência seguintes ou outros de conteúdo equivalente:

- A) Os eletrões de valência dos átomos de carbono e de nitrogénio [no estado fundamental] encontram-se no mesmo nível de energia.
- B) Sendo a carga nuclear do átomo de carbono inferior à do átomo de nitrogénio, a força [atractiva] exercida pelo núcleo do átomo de carbono sobre os seus eletrões de valência é menor [do que a força exercida pelo núcleo do átomo de nitrogénio sobre os seus eletrões de valência].
- C) Assim, a energia mínima necessária para remover um dos eletrões do átomo de carbono será menor [do que a energia mínima necessária para remover um dos eletrões do átomo de nitrogénio].

OU

Assim, será necessária menos energia para remover um dos eletrões [de valência] mais energéticos do átomo de carbono [do que para remover um dos eletrões de valência mais energéticos do átomo de nitrogénio].

Níveis	Descritores do nível de desempenho	Pontuação
5	A resposta integra os três tópicos de referência com organização coerente dos conteúdos e linguagem científica adequada.	10
4	A resposta integra os três tópicos de referência com falhas na organização dos conteúdos ou na utilização da linguagem científica. OU A resposta integra apenas os tópicos de referência A e B com organização coerente dos conteúdos e linguagem científica adequada.	8
3	A resposta integra apenas os tópicos de referência A e B com falhas na organização dos conteúdos ou na utilização da linguagem científica.	6
2	A resposta integra apenas o tópico de referência A ou apenas o tópico de referência B com linguagem científica adequada.	4
1	A resposta integra apenas o tópico de referência A ou apenas o tópico de referência B com falhas na utilização da linguagem científica.	2

GRUPO III

1.1. 10 pontos

Etapas de resolução:

A) Determinação da quantidade de N_2 que reagiu ($n = 0,056$ mol)
OU

Determinação da quantidade de H_2 que reagiu ($n = 0,168$ mol) 4 pontos

B) Determinação da quantidade de NH_3 que se formou ($n = 0,112$ mol) 4 pontos

C) Referência à inexistência de NH_3 no reator (no início) 2 pontos

1.2. Versão 1 – (D); Versão 2 – (B) 5 pontos

2. 10 pontos

Etapas de resolução:

A) Determinação da energia libertada na formação de 6 mol de ligações N – H
($E = 2358$ kJ) 5 pontos

B) Determinação da energia total absorvida na rutura de 1 mol de ligações $N \equiv N$
e de 3 mol de ligações H – H ($E = 2266$ kJ) 5 pontos

3. Versão 1 – (C); Versão 2 – (A) 5 pontos

GRUPO IV

1. Versão 1 – (B); Versão 2 – (C) 5 pontos

2.1. 15 pontos

Etapas de resolução:

A) Cálculo da concentração de $\text{OH}^-(\text{aq})$ ($[\text{OH}^-] = 9,33 \times 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3}$) 5 pontos

B) Cálculo da concentração de amoníaco não ionizado
($[\text{NH}_3] = 4,91 \times 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$) 5 pontos

C) Cálculo da quantidade de amoníaco não ionizado que existe no volume de
solução considerado ($n = 1,23 \times 10^{-2} \text{ mol}$) 5 pontos

OU

A) Cálculo da concentração de $\text{OH}^-(\text{aq})$ ($[\text{OH}^-] = 9,33 \times 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3}$) 5 pontos

B) Cálculo da quantidade de amoníaco ionizado que existe no volume de
solução considerado ($n = 2,33 \times 10^{-4} \text{ mol}$)

OU

Cálculo da quantidade total de amoníaco (ionizado e não ionizado) que
existe no volume de solução considerado ($n = 1,25 \times 10^{-2} \text{ mol}$) 5 pontos

C) Cálculo da quantidade de amoníaco não ionizado que existe no volume de
solução considerado ($n = 1,23 \times 10^{-2} \text{ mol}$) 5 pontos

2.2. Versão 1 – (A); Versão 2 – (B) 5 pontos

GRUPO V

1. Versão 1 – (A); Versão 2 – (D) 5 pontos

2.1. Versão 1 – (B); Versão 2 – (A) 5 pontos

2.2. 5 pontos

80% OU 0,80

Nota – A apresentação do valor solicitado com um número incorreto de algarismos significativos não implica qualquer desvalorização.

3. 10 pontos

Etapas de resolução:

A) Apresentação, para o gráfico de $\Delta\theta$ em função de t , da equação da reta que melhor se ajusta ao conjunto dos valores registados na tabela ($\Delta\theta = 3,28 \times 10^{-3} t$ (SI)) (ver notas 1 e 2) 5 pontos

B) Determinação da capacidade térmica mássica do alumínio ($c = 9,1 \times 10^2 \text{ J kg}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$) (ver nota 3) 5 pontos

OU

A) Apresentação, para o gráfico de $\Delta\theta$ em função de E , da equação da reta que melhor se ajusta ao conjunto dos valores considerados ($\Delta\theta = 1,09 \times 10^{-3} E$ (SI)) (ver notas 1 e 2) 5 pontos

B) Determinação da capacidade térmica mássica do alumínio ($c = 9,1 \times 10^2 \text{ J kg}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$) (ver nota 3) 5 pontos

Notas:

1. A apresentação da equação da reta para o gráfico de t em função de $\Delta\theta$ ($t = 3,05 \times 10^2 \Delta\theta + 0,2$) ou para o gráfico de E em função de $\Delta\theta$ ($E = 9,14 \times 10^2 \Delta\theta + 0,7$) será considerada um erro de tipo 2.
2. A não identificação ou a identificação incorreta de, pelo menos, uma das grandezas físicas consideradas implica a pontuação desta etapa com zero pontos.
3. A apresentação do valor solicitado com um número incorreto de algarismos significativos não implica qualquer desvalorização.

GRUPO VI

1. Versão 1 – (A); Versão 2 – (D) 5 pontos

2. Versão 1 – (D); Versão 2 – (A) 5 pontos

3. 15 pontos

Etapas de resolução:

A) Determinação da energia mecânica do sistema no ponto A ($E_m = 1,38 \times 10^5 \text{ J}$) 5 pontos

B) Identificação, implícita ou explícita, da energia mecânica do sistema no ponto C com a energia mecânica do sistema no ponto A e determinação da variação da energia mecânica do sistema no percurso CD ($\Delta E_m = -1,38 \times 10^5 \text{ J}$).

OU

Identificação, implícita ou explícita, da energia cinética do carrinho no ponto C com a energia mecânica do sistema no ponto A e determinação da variação da energia cinética do carrinho no percurso CD ($\Delta E_c = -1,38 \times 10^5 \text{ J}$) 4 pontos

C) Determinação da intensidade da resultante das forças de travagem que atuam no carrinho ($F = 1,1 \times 10^4 \text{ N}$) (ver nota) 6 pontos

OU

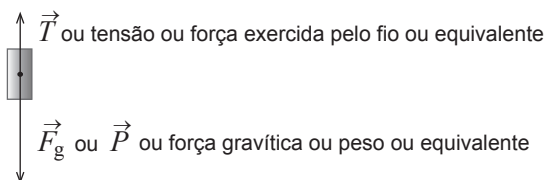
- A) Determinação da energia mecânica do sistema no ponto A
($E_m = 1,38 \times 10^5 \text{ J}$) 5 pontos
- B) Identificação, implícita ou explícita, da energia cinética do carrinho no ponto C com a energia mecânica do sistema no ponto A e determinação do módulo da aceleração do carrinho no percurso CD ($a = 17,7 \text{ m s}^{-2}$) 6 pontos
- C) Determinação da intensidade da resultante das forças de travagem que atuam no carrinho ($F = 1,1 \times 10^4 \text{ N}$) 4 pontos

Nota – A explicitação do ângulo ($\alpha = 180^\circ$) na determinação da intensidade da resultante das forças de travagem que atuam no carrinho é obrigatória. Se esse ângulo não for explicitado, a etapa é pontuada com zero pontos.

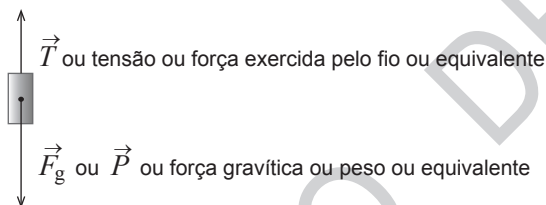
GRUPO VII

1. Versão 1 – (C); Versão 2 – (B) 5 pontos

2.1. 5 pontos



OU



2.2. 10 pontos

Etapas de resolução:

- A) Determinação do módulo da aceleração do carrinho ($a = 0,400 \text{ m s}^{-2}$) 5 pontos
- B) Determinação da intensidade da resultante das forças que atuaram no carrinho ($F = 8,0 \times 10^{-2} \text{ N}$) 5 pontos

OU

- A) Determinação da variação da energia cinética do carrinho, num intervalo de tempo adequado 5 pontos
- B) Determinação da distância percorrida pelo carrinho no intervalo de tempo considerado e determinação da intensidade da resultante das forças que atuaram no carrinho ($F = 8,0 \times 10^{-2} \text{ N}$) 5 pontos

Nota – A apresentação do valor solicitado com um número incorreto de algarismos significativos não implica qualquer desvalorização.

A resposta integra os tópicos de referência seguintes ou outros de conteúdo equivalente:

- A) Os resultados experimentais obtidos [a partir do instante em que o corpo C embateu no solo,] evidenciam que o módulo da velocidade (ou a velocidade) do carrinho se mantém [aproximadamente] constante.
- B) Assim, [de acordo com a 1.^a lei (ou com a 2.^a lei) de Newton,] a resultante das forças que atuaram no carrinho [, a partir daquele instante,] foi nula.
- C) Como a força gravítica e a força de reação normal se anulam, conclui-se que a resultante das forças de atrito [que atuaram no carrinho] foi desprezável [uma vez que, a partir do instante considerado, nenhuma outra força poderia ter atuado no carrinho].

Níveis	Descritores do nível de desempenho	Pontuação
5	A resposta integra os três tópicos de referência com organização coerente dos conteúdos e linguagem científica adequada.	10
4	A resposta integra os três tópicos de referência com falhas na organização dos conteúdos ou na utilização da linguagem científica. OU A resposta integra apenas dois dos tópicos de referência com organização coerente dos conteúdos e linguagem científica adequada.	8
3	A resposta integra apenas dois dos tópicos de referência com falhas na organização dos conteúdos ou na utilização da linguagem científica.	6
2	A resposta integra apenas um dos tópicos de referência com linguagem científica adequada.	4
1	A resposta integra apenas um dos tópicos de referência com falhas na utilização da linguagem científica.	2

COTAÇÕES

GRUPO I

1. 5 pontos
2. 5 pontos
3. 5 pontos
4. 5 pontos
- 20 pontos**

GRUPO II

1.
 - 1.1. 5 pontos
 - 1.2. 5 pontos
 - 1.3. 10 pontos
2. 5 pontos
3.
 - 3.1. 5 pontos
 - 3.2. 5 pontos
 - 3.3. 10 pontos
- 45 pontos**

GRUPO III

1.
 - 1.1. 10 pontos
 - 1.2. 5 pontos
2. 10 pontos
3. 5 pontos
- 30 pontos**

GRUPO IV

1. 5 pontos
2.
 - 2.1. 15 pontos
 - 2.2. 5 pontos
- 25 pontos**

GRUPO V

1. 5 pontos
2.
 - 2.1. 5 pontos
 - 2.2. 5 pontos
3. 10 pontos
- 25 pontos**

GRUPO VI

1. 5 pontos
2. 5 pontos
3. 15 pontos
- 25 pontos**

GRUPO VII

1. 5 pontos
2.
 - 2.1. 5 pontos
 - 2.2. 10 pontos
 - 2.3. 10 pontos
- 30 pontos**

TOTAL **200 pontos**