

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.

2016

VERSÃO 2

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. Risque 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 citações dos itens encontram-se no final do enunciado da prova.

Nos termos da lei em vigor, as provas de avaliação externa são obras protegidas pelo Código do Direito de Autor e dos Direitos Conexos. A sua divulgação não suprime os direitos previstos na lei. Assim, é proibida a utilização destas provas, além do determinado na lei ou do permitido pelo IAVE, I.P., sendo expressamente vedada a sua exploração comercial.

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** $E = mc\Delta T$
 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** $E_c = \frac{1}{2} m v^2$
 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
 a – valor (componente escalar) da aceleração
 t – tempo
 $v = v_0 + a t$
- 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
 r – raio da trajetória
 T – período do movimento
 ω – módulo da velocidade angular
 $v = \frac{2\pi r}{T}$
 $\omega = \frac{2\pi}{T}$
- 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** $|\varepsilon_{\text{ind}}| = \frac{|\Delta \Phi_m|}{\Delta t}$
 $\Delta \Phi_m$ – 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

18

		13	14	15	16	17	18											
1	2																	
3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18			
		Número atômico																
		Elemento																
		Massa atômica relativa																
1 H 1,01	2 He 4,00																	
3 Li 6,94	4 Be 9,01																	
11 Na 22,99	12 Mg 24,31																	
19 K 39,10	20 Ca 40,08	21 Sc 44,96	22 Ti 47,87	23 V 50,94	24 Cr 52,00	25 Mn 54,94	26 Fe 55,85	27 Co 58,93	28 Ni 58,69	29 Cu 63,55	30 Zn 65,41	31 Ga 69,72	32 Ge 72,64	33 As 74,92	34 Se 78,96	35 Br 79,90	36 Kr 83,80	
37 Rb 85,47	38 Sr 87,62	39 Y 88,91	40 Zr 91,22	41 Nb 92,91	42 Mo 95,94	43 Tc 97,91	44 Ru 101,07	45 Rh 102,91	46 Pd 106,42	47 Ag 107,87	48 Cd 112,41	49 In 114,82	50 Sn 118,71	51 Sb 121,76	52 Te 127,60	53 I 126,90	54 Xe 131,29	
55 Cs 132,91	56 Ba 137,33	57-71 Lantanídeos		72 Hf 178,49	73 Ta 180,95	74 W 183,84	75 Re 186,21	76 Os 190,23	77 Ir 192,22	78 Pt 195,08	79 Au 196,97	80 Hg 200,59	81 Tl 204,38	82 Pb 207,21	83 Bi 208,98	84 Po [208,98]	85 At [209,99]	86 Rn [222,02]
87 Fr [223]	88 Ra [226]	89-103 Actínídeos		104 Rf [261]	105 Db [262]	106 Sg [266]	107 Bh [264]	108 Hs [277]	109 Mt [268]	110 Ds [271]	111 Rg [272]							
57 La 138,91	58 Ce 140,12	59 Pr 140,91	60 Nd 144,24	61 Pm [145]	62 Sm 150,36	63 Eu 151,96	64 Gd 157,25	65 Tb 158,92	66 Dy 162,50	67 Ho 164,93	68 Er 167,26	69 Tm 168,93	70 Yb 173,04	71 Lu 174,98				
89 Ac [227]	90 Th 232,04	91 Pa 231,04	92 U 238,03	93 Np [237]	94 Pu [244]	95 Am [243]	96 Cm [247]	97 Bk [247]	98 Cf [251]	99 Es [252]	100 Fm [257]	101 Md [258]	102 No [259]	103 Lr [262]				

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

Um dos procedimentos mais comuns em laboratório é a preparação de soluções aquosas por diluição de soluções mais concentradas, de concentração conhecida, habitualmente designadas por soluções-mãe.

Na preparação rigorosa de uma solução por diluição, é necessário medir com rigor um determinado volume da solução mais concentrada, transferir esse volume de solução para um balão volumétrico (de capacidade igual ao volume de solução pretendido) e completar o volume de solução pretendido com água até ao traço de referência do balão. Durante a preparação da solução, esta deve ser agitada.

Em laboratório, é também possível determinar a densidade (massa volúmica) de soluções utilizando diferentes métodos, um dos quais é a picnometria de líquidos. Este método baseia-se na determinação da massa de solução contida num picnómetro cuja capacidade foi previamente calibrada, a uma mesma temperatura.

1. Para «medir com rigor um determinado volume da solução mais concentrada» (terceira e quarta linhas do texto), utiliza-se
 - (A) um gobelé.
 - (B) um balão volumétrico.
 - (C) uma pipeta.
 - (D) uma proveta.

2. Se pretendesse preparar $250,0 \text{ cm}^3$ de uma solução cinco vezes mais diluída do que a solução-mãe, que volume da solução-mãe teria de medir?
 - (A) $200,0 \text{ cm}^3$
 - (B) $50,0 \text{ cm}^3$
 - (C) $10,0 \text{ cm}^3$
 - (D) $5,0 \text{ cm}^3$

3. Considere uma solução-mãe de cloreto de potássio, KCl(aq) , que contém $2,35 \times 10^{-3} \text{ mol}$ de KCl por cada 1,00 g de solução.

A massa volúmica desta solução foi determinada por picnometria, tendo sido obtidos, a uma mesma temperatura, os dados apresentados na tabela seguinte.

Capacidade do picnómetro	98,73 mL
Massa do picnómetro vazio	31,55 g
Massa do picnómetro cheio com a solução-mãe de KCl	145,09 g

Admita que quer preparar, por diluição dessa solução-mãe, uma solução de KCl de concentração $0,27 \text{ mol dm}^{-3}$.

Calcule o fator de diluição a considerar na preparação da solução diluída de KCl .

Apresente todas as etapas de resolução.

4. A picnometria de líquidos permite determinar de forma indireta a massa volúmica de uma solução.

Que instrumento utilizaria se quisesse determinar de forma direta a massa volúmica de uma solução?

GRUPO II

1. A solubilidade do cloreto de potássio, KCl, em água, é 35,54 g de sal por 100 g de água, a 25 °C.

Considere uma solução saturada de KCl constituída apenas por este sal e por água.

Determine a quantidade de KCl dissolvida em 250 g dessa solução, a 25 °C.

Apresente todas as etapas de resolução.

2. A variação de entalpia (ΔH) associada ao processo de dissolução do KCl em água é positiva.

Preveja, com base no princípio de Le Châtelier, como variará a solubilidade deste sal em água à medida que a temperatura aumenta. Justifique a resposta.

3. O perclorato de potássio, KClO_4 , constituído pelos iões K^+ e ClO_4^- , é um sal bastante menos solúvel em água do que o cloreto de potássio.

O produto de solubilidade do perclorato de potássio é $1,05 \times 10^{-2}$, a 25 °C.

A solubilidade deste sal em água, a 25 °C, será

- (A) $1,02 \times 10^{-1} \text{ mol dm}^{-3}$
(B) $2,10 \times 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$
(C) $1,05 \times 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$
(D) $5,25 \times 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$

GRUPO III

Considere uma amostra pura de 200 g de cloreto de potássio, KCl, inicialmente no estado sólido à temperatura de 980 K, à qual é fornecida energia com uma fonte de 300 W.

1. A Figura 1 representa um gráfico teórico da temperatura, T , dessa amostra em função do tempo, t . No traçado do gráfico, admitiu-se um rendimento de 100% para o processo de transferência de energia considerado.

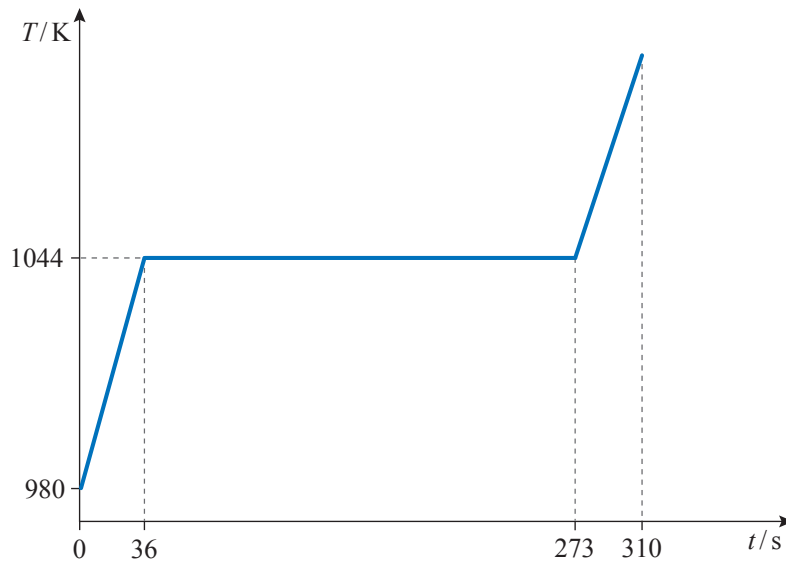


Figura 1

1.1. Se a potência da fonte fosse maior,

- (A) seria necessária menos energia para fundir completamente a amostra.
- (B) seria necessária mais energia para a temperatura da amostra aumentar 1 K.
- (C) a mesma energia provocaria um maior aumento da energia interna do sistema.
- (D) a mesma energia seria transferida num intervalo de tempo menor.

1.2. De acordo com o gráfico, qual será a variação da temperatura da amostra de KCl considerada no intervalo de tempo $[0; 36]$ s?

1.3. Considere os intervalos de tempo $[0; 36]$ s, $[36; 273]$ s e $[273; 310]$ s, e admita que a amostra de KCl constitui um sistema fechado.

A variação da energia interna do sistema

- (A) é diferente de zero nos três intervalos de tempo considerados.
- (B) é diferente de zero apenas em dois dos intervalos de tempo considerados.
- (C) é nula apenas em dois dos intervalos de tempo considerados.
- (D) é nula nos três intervalos de tempo considerados.

1.4. Calcule a energia necessária para fundir 1,0 kg de KCl que se encontra à temperatura de fusão.

Apresente todas as etapas de resolução.

1.5. A capacidade térmica mássica do KCl sólido e a capacidade térmica mássica do KCl líquido são semelhantes.

Mostre, com base no gráfico da Figura 1 e sem efetuar cálculos, que esta afirmação é verdadeira.

2. O cloreto de potássio é constituído pelos iões K^+ e Cl^- .

2.1. A amostra considerada contém 2,68 mol de KCl.

Quantos iões existem, no total, na amostra?

Apresente o resultado com três algarismos significativos.

2.2. Os iões K^+ e Cl^- , no estado fundamental, apresentam

- (A) configurações eletrónicas diferentes.
- (B) ambos apenas cinco orbitais ocupadas.
- (C) ambos apenas seis eletrões de valência.
- (D) o mesmo número de orbitais de valência.

GRUPO IV

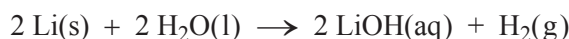
O lítio, Li, e o potássio, K, são elementos do grupo 1 da tabela periódica.

1. A energia de ionização do lítio é 519 kJ mol^{-1} .

Transcreva e complete o esquema seguinte de modo a obter uma equação química que traduza a ionização de 1 mol de átomos de lítio, no estado fundamental, isolados e em fase gasosa, quando lhes é fornecida uma energia de 519 kJ.



2. O lítio reage com a água, sendo a reação traduzida por



- 2.1. A reação do lítio com a água é uma reação completa, o que implica que

- (A) a massa dos produtos formados seja igual à massa inicial dos reagentes.
- (B) pelo menos um dos reagentes se esgote no decurso da reação.
- (C) a quantidade dos produtos formados seja igual à quantidade inicial dos reagentes.
- (D) ambos os reagentes se esgotem no decurso da reação.

- 2.2. Na reação considerada, o lítio _____, atuando como _____.

- (A) reduz-se ... oxidante
- (B) reduz-se ... redutor
- (C) oxida-se ... redutor
- (D) oxida-se ... oxidante

- 2.3. Numa tina contendo 200 cm^3 de água, fez-se reagir um pequeno pedaço de lítio. No final da reação, verificou-se que, a $25 \text{ }^\circ\text{C}$, o pH da solução resultante era 13,27.

Determine o volume, medido nas condições normais de pressão e de temperatura, de $\text{H}_2\text{(g)}$ que se terá formado na reação.

Admita que o volume da solução resultante é igual ao volume inicial de água.

Apresente todas as etapas de resolução.

- 2.4. Explique, com base nas configurações eletrónicas dos respetivos átomos no estado fundamental, porque é que o potássio reage mais vigorosamente com a água do que o lítio.

GRUPO V

1. Uma bola de ténis, de massa m , cai verticalmente, depois de abandonada a 1,70 m do solo. A bola colide com o solo e ressalta, atingindo num primeiro ressalto a altura máxima de 0,94 m.

Considere desprezável a força de resistência do ar, e admita que a bola pode ser representada pelo seu centro de massa (modelo da partícula material).

- 1.1. Qual das expressões seguintes permite calcular o trabalho realizado pela força gravítica que atua na bola, no deslocamento entre a posição em que a bola é abandonada e a posição em que, após o primeiro ressalto, a bola atinge a altura máxima?

(A) $-10m \times (0,94 + 1,70)$

(B) $-10m \times (0,94 - 1,70)$

(C) $10m \times (0,94 + 1,70)$

(D) $10m \times (0,94 - 1,70)$

- 1.2. Se a percentagem de energia dissipada for a mesma em todas as colisões com o solo, é de prever que, num segundo ressalto, a bola atinja uma altura máxima de

(A) 0,55 m

(B) 0,52 m

(C) 0,42 m

(D) 0,18 m

- 1.3. Durante a colisão da bola com o solo, a força exercida pela bola sobre o solo e a força exercida pelo solo sobre a bola têm, em cada instante,

(A) sentidos opostos e a mesma intensidade.

(B) o mesmo sentido e intensidades diferentes.

(C) sentidos opostos e intensidades diferentes.

(D) o mesmo sentido e a mesma intensidade.

2. A Figura 2 (que não se encontra à escala) representa uma bola de ténis que passa sobre a rede de um campo de ténis com velocidade horizontal, \vec{v} , descrevendo uma trajetória parabólica até embater no solo. Considere desprezável a força de resistência do ar, e admita que a bola pode ser representada pelo seu centro de massa (modelo da partícula material).

Tenha em conta o referencial bidimensional representado na Figura 2.

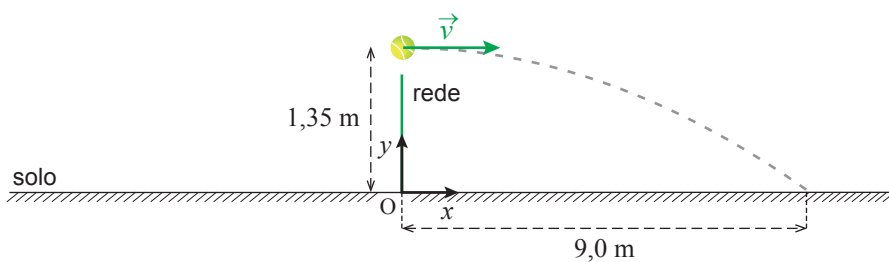
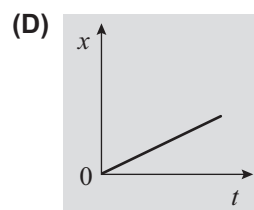
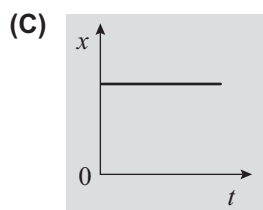
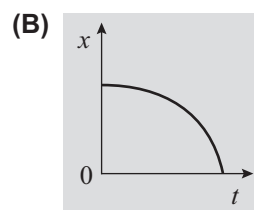
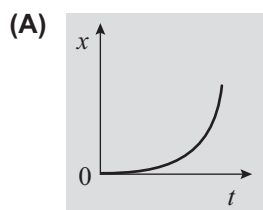
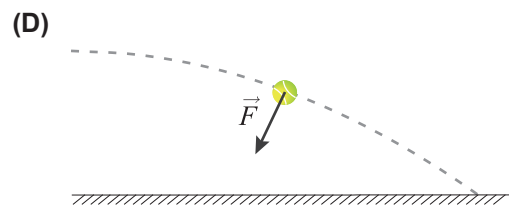
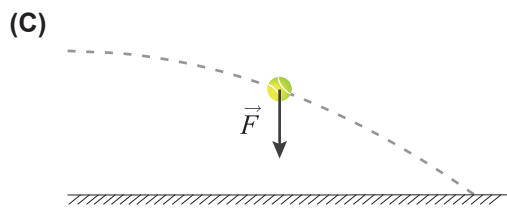
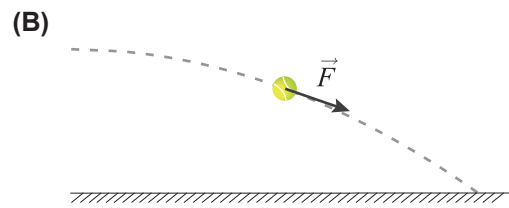
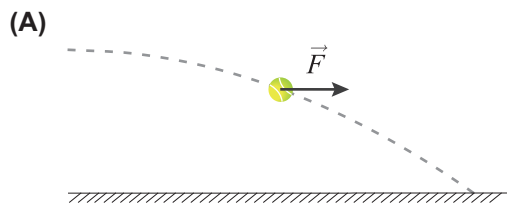


Figura 2

- 2.1. Qual é o esboço do gráfico que pode representar a componente escalar x da posição da bola, em função do tempo, t , desde o instante em que a bola passa sobre a rede até ao instante em que embate no solo?



2.2. Em qual dos esquemas seguintes o vetor \vec{F} pode representar a resultante das forças que atuam na bola, na posição assinalada?



2.3. A bola passa sobre a rede a 1,35 m do solo e embate no solo a 9,0 m da rede, como representado na Figura 2.

Calcule o módulo da velocidade com que a bola atinge o solo.

Apresente todas as etapas de resolução.

GRUPO VI

Um feixe de radiação monocromática propaga-se no ar e incide numa face de um paralelepípedo de vidro.

Uma parte do feixe é refletida na face do paralelepípedo, enquanto outra parte passa a propagar-se no vidro, sendo o ângulo de refração menor do que o ângulo de incidência.

1. O comprimento de onda, no vácuo, da radiação utilizada na experiência é $6,5 \times 10^{-7} \text{ m}$.

Qual é a frequência, em hertz (Hz), dessa radiação eletromagnética?

Apresente o resultado com dois algarismos significativos.

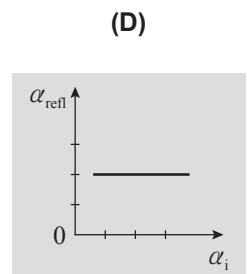
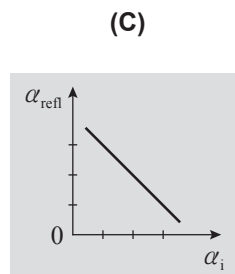
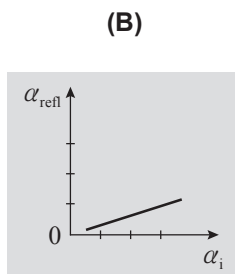
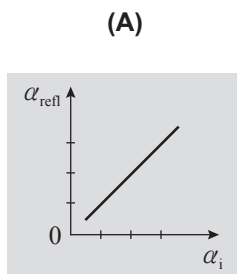
2. Quando a radiação passa do ar para o vidro, a sua velocidade de propagação _____ e o seu comprimento de onda _____ .

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

3. Para diversos ângulos de incidência na superfície de separação ar-vidro, mediram-se os ângulos de reflexão e de refração correspondentes.

- 3.1. Os resultados obtidos permitiram traçar o gráfico do ângulo de reflexão, α_{refl} , em função do ângulo de incidência, α_i .

Qual é o esboço desse gráfico, assumindo a mesma escala nos dois eixos?



- 3.2. Na tabela seguinte, estão registados os senos dos ângulos de incidência, $\sin \alpha_i$, e os senos dos correspondentes ângulos de refração, $\sin \alpha_{\text{refr}}$.

$\sin \alpha_i$	$\sin \alpha_{\text{refr}}$
0,342	0,232
0,423	0,291
0,500	0,342
0,574	0,392
0,643	0,438

Determine, para a radiação considerada, o índice de refração do vidro constituinte do paralelepípedo utilizado na experiência.

Na sua resposta, apresente a equação da reta de ajuste obtida, identificando as grandezas consideradas.

Apresente todas as etapas de resolução.

$$n_{\text{ar}} (\text{índice de refração do ar}) = 1,00$$

FIM

COTAÇÕES

Grupo	Item							
	Cotação (em pontos)							
I	1.	2.	3.	4.				
	5	5	15	5				30
II	1.	2.	3.					
	10	10	5					25
III	1.1.	1.2.	1.3.	1.4.	1.5.	2.1.	2.2.	
	5	5	5	10	10	5	5	45
IV	1.	2.1.	2.2.	2.3.	2.4.			
	5	5	5	10	10			35
V	1.1.	1.2.	1.3.	2.1.	2.2.	2.3.		
	5	5	5	5	5	15		40
VI	1.	2.	3.1.	3.2.				
	5	5	5	10				25
TOTAL								200