

---

**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**

---

**18 Páginas**

---

**Entrelinha 1,5, sem figuras**

---

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

---

**2016**

---

**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. 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 cotações 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)

$\theta$  – temperatura em grau Celsius

- Densidade (massa volúmica)

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$m$  – massa

$V$  – volume

- Efeito fotoelétrico

$$E_{\text{rad}} = E_{\text{rem}} + E_c$$

$E_{\text{rad}}$  – energia de um fotão da radiação incidente no metal

$E_{\text{rem}}$  – 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  $\text{H}_3\text{O}^+$

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

- **1.ª Lei da Termodinâmica**

$$\Delta U = W + Q + R$$

$\Delta U$  – variação da energia interna do sistema (também representada por  $\Delta E_i$ )  
 $W$  – 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**

$$P = e \sigma A T^4$$

$P$  – potência total irradiada pela superfície de um corpo  
 $e$  – emissividade da superfície do corpo  
 $\sigma$  – 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  
 $\Delta T$  – 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  $\Delta t$   
 $k$  – 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  
 $\Delta T$  – 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  
 $\alpha$  – 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

$\Delta E_c$  – 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.<sup>a</sup> 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

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

$$v = v_0 + a t$$

$x$  – valor (componente escalar) da posição

$v$  – valor (componente escalar) da velocidade

$a$  – valor (componente escalar) da aceleração

$t$  – tempo

- **Equações do movimento circular com velocidade linear de módulo constante**

$$a_c = \frac{v^2}{r}$$

$$v = \frac{2\pi r}{T}$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

$a_c$  – módulo da aceleração centrípeta

$v$  – módulo da velocidade linear

$r$  – raio da trajetória

$T$  – período do movimento

$\omega$  – 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

$\omega$  – frequência angular

$t$  – tempo

- **Fluxo magnético que atravessa uma superfície, de área  $A$ , em que existe um campo magnético uniforme,  $\vec{B}$**

$$\Phi_m = B A \cos \alpha$$

$\alpha$  – 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  $\Delta t$

- **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

$\alpha_1, \alpha_2$  – 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

1 <b>H</b> 1,01	2
-----------------------	---

Número atómico <b>Elemento</b>	Massa atómica relativa	
	3	4

3 <b>Li</b> 6,94	4 <b>Be</b> 9,01	
11 <b>Na</b> 22,99	12 <b>Mg</b> 24,31	
19 <b>K</b> 39,10	20 <b>Ca</b> 40,08	21 <b>Sc</b> 44,96
		22 <b>Ti</b> 47,87
		23 <b>V</b> 50,94
		24 <b>Cr</b> 52,00
		25 <b>Mn</b> 54,94
		26 <b>Fe</b> 55,85
		27 <b>Co</b> 58,93
		28 <b>Ni</b> 58,69
		29 <b>Cu</b> 63,55
		30 <b>Zn</b> 65,41
		31 <b>Ge</b> 69,72
		32 <b>As</b> 72,64
		33 <b>Se</b> 74,92
		34 <b>Br</b> 78,96
		35 <b>Kr</b> 83,80
		36 <b>Xe</b> 131,29
		37 <b>Rb</b> 85,47
		38 <b>Sr</b> 87,62
		39 <b>Y</b> 88,91
		40 <b>Zr</b> 91,22
		41 <b>Nb</b> 92,91
		42 <b>Mo</b> 95,94
		43 <b>Tc</b> 97,91
		44 <b>Ru</b> 101,07
		45 <b>Rh</b> 102,91
		46 <b>Pd</b> 106,42
		47 <b>Ag</b> 107,87
		48 <b>Cd</b> 112,41
		49 <b>In</b> 114,82
		50 <b>Sn</b> 118,71
		51 <b>Sb</b> 121,76
		52 <b>Te</b> 127,60
		53 <b>I</b> 126,90
		54 <b>Rn</b> 222,02
		55 <b>Cs</b> 132,91
		56 <b>Ba</b> 137,33
		57-71 Lantândeos
		72 <b>Hf</b> 178,49
		73 <b>Ta</b> 180,95
		74 <b>W</b> 183,84
		75 <b>Re</b> 186,21
		76 <b>Os</b> 190,23
		77 <b>Ir</b> 192,22
		78 <b>Pt</b> 195,08
		79 <b>Au</b> 196,97
		80 <b>Hg</b> 200,59
		82 <b>Pb</b> 204,38
		83 <b>Bi</b> 207,21
		84 <b>Po</b> 208,98
		85 <b>At</b> 209,99
		87 <b>Fr</b> [223]
		88 <b>Ra</b> [226]
		89-103 Actinídeos
		104 <b>Rf</b> [261]
		105 <b>Db</b> [262]
		106 <b>Sg</b> [266]
		107 <b>Bh</b> [264]
		108 <b>Hs</b> [277]
		109 <b>Mt</b> [268]
		110 <b>Ds</b> [271]
		111 <b>Rg</b> [272]
		138,91 <b>La</b>
		140,12 <b>Ce</b>
		140,91 <b>Pr</b>
		144,24 <b>Nd</b>
		150,36 <b>Pm</b> [145]
		151,96 <b>Eu</b>
		157,25 <b>Gd</b>
		158,92 <b>Tb</b>
		162,50 <b>Dy</b>
		164,93 <b>Ho</b>
		167,26 <b>Er</b>
		168,93 <b>Tm</b>
		173,04 <b>Yb</b>
		174,98 <b>Lu</b>

89 <b>Ac</b> [227]	90 <b>Th</b> 232,04	91 <b>Pa</b> 231,04	92 <b>U</b> 238,03	93 <b>Np</b> [237]	94 <b>Pu</b> [244]	95 <b>Am</b> [243]	96 <b>Cm</b> [241]	97 <b>Bk</b> [247]	98 <b>Cf</b> [251]	99 <b>Es</b> [252]	100 <b>Fm</b> [257]	101 <b>Md</b> [258]	102 <b>No</b> [259]	103 <b>Lr</b> [262]
--------------------------	---------------------------	---------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------

18

---

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, explice 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) uma proveta.
- (B) uma pipeta.
- (C) um gobelé.
- (D) um balão volumétrico.

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)  $5,0\text{ cm}^3$
- (B)  $10,0\text{ cm}^3$
- (C)  $50,0\text{ cm}^3$
- (D)  $200,0\text{ cm}^3$

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

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

<b>Capacidade do picnómetro</b>	98,73 mL
<b>Massa do picnómetro vazio</b>	31,55 g
<b>Massa do picnómetro cheio com a solução-mãe de <math>\text{KCl}</math></b>	145,09 g

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

Calcule o fator de diluição a considerar na preparação da solução diluída de  $\text{KCl}$ .

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,  $\text{KCl}$  ( $M = 74,55 \text{ g mol}^{-1}$ ), em água, é  $35,54 \text{ g}$  de sal por  $100 \text{ g}$  de água, a  $25^\circ\text{C}$ .

Considere uma solução saturada de  $\text{KCl}$  constituída apenas por este sal e por água.

Determine a quantidade de  $\text{KCl}$  dissolvida em  $250 \text{ g}$  dessa solução, a  $25^\circ\text{C}$ .

Apresente todas as etapas de resolução.

2. A variação de entalpia ( $\Delta H$ ) associada ao processo de dissolução do  $\text{KCl}$  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,  $\text{KClO}_4$ , constituído pelos iões  $\text{K}^+$  e  $\text{ClO}_4^-$ , 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  $25^\circ\text{C}$ .

A solubilidade deste sal em água, a  $25^\circ\text{C}$ , será

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

### 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. Se o rendimento do processo de transferência de energia considerado for 100%, prevê-se teoricamente que:

- no intervalo de tempo  $[0; 36]$  s a temperatura da amostra aumente linearmente com o tempo, desde 980 K até 1044 K;
- no intervalo de tempo  $[36; 273]$  s a temperatura da amostra se mantenha constante e igual a 1044 K;
- no intervalo de tempo  $[273; 310]$  s a temperatura da amostra aumente também linearmente com o tempo.
- nos intervalos de tempo  $[0; 36]$  s e  $[273; 310]$  s as taxas temporais de aumento de temperatura sejam aproximadamente iguais.

1.1. Se a potência da fonte fosse maior,

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

**1.2.** De acordo com as previsões teóricas referidas, 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 nula apenas em dois dos intervalos de tempo considerados.
- (B)** é nula nos três intervalos de tempo considerados.
- (C)** é diferente de zero apenas em dois dos intervalos de tempo considerados.
- (D)** é diferente de zero 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 nas previsões teóricas apresentadas 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

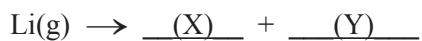
- (A)** ambos apenas seis eletrões de valência.
- (B)** o mesmo número de orbitais de valência.
- (C)** configurações eletrónicas diferentes.
- (D)** ambos apenas cinco orbitais ocupadas.

## 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<sup>-1</sup>.

Indique a que correspondem (X) e (Y), no 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)** ambos os reagentes se esgotem no decurso da reação.
- (B)** a quantidade dos produtos formados seja igual à quantidade inicial dos reagentes.
- (C)** a massa dos produtos formados seja igual à massa inicial dos reagentes.
- (D)** pelo menos um dos reagentes se esgote no decurso da reação.

**2.2.** Na reação considerada, o lítio \_\_\_\_\_, atuando como \_\_\_\_\_.

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

**2.3.** Numa tina contendo  $200\text{ cm}^3$  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 ( $Z = 19$ ) reage mais vigorosamente com a água do que o lítio ( $Z = 3$ ).

## 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) 0,18 m
- (B) 0,42 m
- (C) 0,52 m
- (D) 0,55 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) o mesmo sentido e intensidades diferentes.
- (B) sentidos opostos e intensidades diferentes.
- (C) o mesmo sentido e a mesma intensidade.
- (D) sentidos opostos e a mesma intensidade.

2. Uma bola de ténis passa sobre a rede de um campo de ténis com velocidade horizontal, 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).

2.1. O alcance da bola \_\_\_\_\_ do módulo da velocidade com que a bola passa sobre a rede e \_\_\_\_\_ da massa da bola.

- (A) depende ... depende
- (B) depende ... não depende
- (C) não depende ... não depende
- (D) não depende ... depende

2.2. O vetor que representa a resultante das forças que atuam na bola é, em qualquer ponto da trajetória parabólica descrita,

- (A) tangente à trajetória.
- (B) horizontal.
- (C) perpendicular à trajetória.
- (D) vertical.

2.3. A bola passa sobre a rede a 1,35 m do solo e o alcance da bola é 9,0 m.

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  $6,5 \times 10^{-7}$  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 ... diminui
- (B) diminui ... aumenta
- (C) aumenta ... aumenta
- (D) aumenta ... 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. A experiência realizada terá permitido concluir que o ângulo de reflexão

- (A) é independente do ângulo de incidência.
- (B) é sempre igual ao ângulo de incidência.
- (C) pode ser superior ao ângulo de incidência.
- (D) pode ser inferior ao ângulo de incidência.

- 3.2.** Na experiência realizada, mediu-se um ângulo de refração de  $13,5^\circ$ , para um ângulo de incidência de  $20,0^\circ$ .

Determine a velocidade de propagação da radiação considerada no vidro constituinte do paralelepípedo utilizado na experiência.

Apresente todas as etapas de resolução.

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

**FIM**

## COTAÇÕES

### GRUPO I

1.	5 pontos
2.	5 pontos
3.	15 pontos
4.	5 pontos
	<b>30 pontos</b>

### GRUPO IV

1.	5 pontos
2.	
2.1.	5 pontos
2.2.	5 pontos
2.3.	10 pontos
2.4.	10 pontos
	<b>35 pontos</b>

### GRUPO II

1.	10 pontos
2.	10 pontos
3.	5 pontos
	<b>25 pontos</b>

### GRUPO V

1.	
1.1.	5 pontos
1.2.	5 pontos
1.3.	5 pontos
2.	
2.1.	5 pontos
2.2.	5 pontos
2.3.	15 pontos
	<b>40 pontos</b>

### GRUPO III

1.	
1.1.	5 pontos
1.2.	5 pontos
1.3.	5 pontos
1.4.	10 pontos
1.5.	10 pontos
2.	
2.1.	5 pontos
2.2.	5 pontos
	<b>45 pontos</b>

### GRUPO VI

1.	5 pontos
2.	5 pontos
3.	
3.1.	5 pontos
3.2.	10 pontos
	<b>25 pontos</b>
<b>TOTAL</b>	<b>200 pontos</b>