

## **Exame Final Nacional de Física e Química A**

### **Prova 715 | 2.ª Fase | Ensino Secundário | 2023**

**11.º Ano de Escolaridade**

Decreto-Lei n.º 55/2018, de 6 de julho | Decreto-Lei n.º 22/2023, de 3 de abril

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

15 Páginas

## **VERSÃO 1**

A prova inclui 16 itens, devidamente identificados no enunciado, cujas respostas contribuem obrigatoriamente para a classificação final. Dos restantes 8 itens da prova, apenas contribuem para a classificação final os 4 itens cujas respostas obtenham melhor pontuação.

Indique de forma legível a versão da prova.

Para cada resposta, identifique o item.

Utilize apenas caneta ou esferográfica de tinta azul ou preta.

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

É permitido o uso de régua, esquadro, transferidor e calculadora gráfica.

Apresente apenas uma resposta para cada item.

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

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

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.

Utilize os valores numéricos fornecidos no enunciado dos itens.

## TABELA DE CONSTANTES

Capacidade térmica mássica da água líquida	$c = 4,18 \times 10^3 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$
Constante de Avogadro	$N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Constante de gravitação universal	$G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$
Índice de refração do ar	$n = 1,000$
Módulo da aceleração gravítica de um corpo junto à superfície da Terra	$g = 9,80 \text{ m s}^{-2}$
Módulo da velocidade de propagação da luz no vácuo	$c = 3,00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$
Produto iônico da água (a 25 °C)	$K_w = 1,012 \times 10^{-14}$
Volume molar de um gás (PTN)	$V_m = 22,4 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$

## FORMULÁRIO

• Quantidade, massa e volume

$$n = \frac{N}{N_A} \quad M = \frac{m}{n} \quad V_m = \frac{V}{n} \quad \rho = \frac{m}{V}$$

• Soluções

$$c = \frac{n}{V} \quad x_A = \frac{n_A}{n_{\text{total}}} \quad \text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+], \\ \text{com } [\text{H}_3\text{O}^+] \text{ expresso em mol dm}^{-3}$$

• Energia

$$E_c = \frac{1}{2} m v^2 \quad E_{pg} = m g h \quad E_m = E_c + E_p \quad P = \frac{E}{\Delta t}$$

$$W = F d \cos \alpha \quad \sum_i W_i = \Delta E_c \quad W_{\vec{F}_g} = -\Delta E_{pg}$$

$$U = RI \quad P = RI^2 \quad U = \varepsilon - rI$$

$$E = m c \Delta T \quad \Delta U = W + Q \quad E_r = \frac{P}{A}$$

• Mecânica

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

$$a_c = \frac{v^2}{r} \quad \omega = \frac{2\pi}{T} \quad v = \omega r$$

$$\vec{F} = m \vec{a} \quad F_g = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

• Ondas e eletromagnetismo

$$\lambda = \frac{\nu}{f} \quad \Phi_m = BA \cos \alpha \quad |\varepsilon_i| = \frac{|\Delta \Phi_m|}{\Delta t}$$

$$n = \frac{c}{\nu} \quad n_1 \sin \alpha_1 = n_2 \sin \alpha_2$$

# TABELA PERIÓDICA DOS ELEMENTOS QUÍMICOS

**1**

<b>1</b> <b>H</b> 1,01	<b>2</b>
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
37 <b>Rb</b> 85,47	38 <b>Sr</b> 87,62
55 <b>Cs</b> 132,91	56 <b>Ba</b> 137,33
87 <b>Fr</b>	88 <b>Ra</b> Actinídeos

Número atómico	Elemento
Massa atómica relativa	

18	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
			5 <b>B</b> 10,81	6 <b>C</b> 12,01	7 <b>N</b> 14,01	8 <b>O</b> 16,00	9 <b>F</b> 19,00	10 <b>Ne</b> 20,18											
			11 <b>Al</b> 26,98	12 <b>Si</b> 28,09	13 <b>P</b> 30,97	14 <b>S</b> 32,06	15 <b>Cl</b> 35,45	16 <b>S</b> 39,95											
			17 <b>Ge</b> 72,63	18 <b>As</b> 74,92	19 <b>Se</b> 78,97	20 <b>Br</b> 79,90													
			21 <b>Zn</b> 65,38	22 <b>Ga</b> 69,72	23 <b>Ge</b> 72,63	24 <b>As</b> 74,92	25 <b>Ge</b> 72,63	26 <b>Mn</b> 54,94	27 <b>Co</b> 58,93	28 <b>Ni</b> 58,69	29 <b>Cu</b> 63,55	30 <b>Zn</b> 65,38	31 <b>Ga</b> 69,72	32 <b>Ge</b> 72,63	33 <b>As</b> 74,92	34 <b>Se</b> 78,97	35 <b>Br</b> 79,90		
			36 <b>Kr</b> 83,80																
			37 <b>Rb</b> 85,47	38 <b>Sr</b> 87,62	39 <b>Y</b> 88,91	40 <b>Nb</b> 91,22	41 <b>Zr</b> 91,22	42 <b>Mo</b> 95,95	43 <b>Tc</b> 101,07	44 <b>Ru</b> 102,91	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>Sp</b> 121,76	52 <b>Te</b> 127,60	53 <b>I</b> 126,90
			54 <b>Xe</b> 131,29																
			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	81 <b>Tl</b> 204,38	82 <b>Pb</b> 207,2	83 <b>Bi</b> 208,98	84 <b>Po</b>	85 <b>At</b>
			86 <b>Rn</b>																
			87 <b>Fr</b>	88 <b>Ra</b> Actinídeos	89-103	104 <b>Rf</b>	105 <b>Db</b>	106 <b>Sg</b>	107 <b>Bh</b>	108 <b>Hs</b>	109 <b>Mt</b>	110 <b>Ds</b>	111 <b>Rg</b>	112 <b>Cn</b>	113 <b>Nh</b>	114 <b>Fl</b>	115 <b>Mc</b>	116 <b>Lv</b>	
			117 <b>Ts</b>																
			118 <b>Og</b>																

57 <b>La</b> 138,91	58 <b>Ce</b> 140,12	59 <b>Pr</b> 140,91	60 <b>Nd</b> 144,24	61 <b>Pm</b> 150,36	62 <b>Sm</b> 151,96	63 <b>Eu</b> 157,25	64 <b>Gd</b> 158,93	65 <b>Tb</b> 162,50	66 <b>Dy</b> 164,93	67 <b>Ho</b> 167,26	68 <b>Er</b> 168,93	69 <b>Tm</b> 168,93	70 <b>Yb</b> 173,05	71 <b>Lu</b> 174,97
89 <b>Ac</b>	90 <b>Th</b> 231,04	91 <b>Pa</b> 238,03	92 <b>U</b>	93 <b>Np</b>	94 <b>Pu</b>	95 <b>Am</b>	96 <b>Cm</b>	97 <b>Bk</b>	98 <b>Cf</b>	99 <b>Es</b>	100 <b>Fm</b>	101 <b>Md</b>	102 <b>No</b>	103 <b>Lr</b>

1. O «papel salgado» foi um dos primeiros processos de impressão fotográfica, tendo sido utilizado comercialmente com muito sucesso entre 1840 e 1860.

Nesta técnica, um papel era impregnado com duas soluções:

- uma solução aquosa de cloreto de sódio,  $\text{NaCl}$  ( $M = 58,44 \text{ g mol}^{-1}$ );
- uma solução aquosa de nitrato de prata,  $\text{AgNO}_3$  ( $M = 169,88 \text{ g mol}^{-1}$ ).

A Figura 1 apresenta o gráfico da solubilidade do  $\text{AgNO}_3$  e do  $\text{NaCl}$  em função da temperatura.

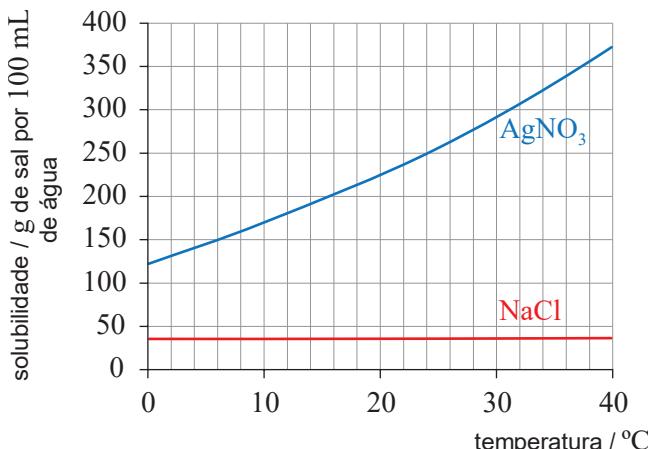


Figura 1

- \* 1.1. O sal mais solúvel em água, no intervalo de temperaturas considerado no gráfico, é o

- (A)  $\text{NaCl}$ , e a sua solubilidade aumenta com o aumento da temperatura.
- (B)  $\text{NaCl}$ , e a sua solubilidade não é afetada pela temperatura.
- (C)  $\text{AgNO}_3$ , e a sua solubilidade aumenta com o aumento da temperatura.
- (D)  $\text{AgNO}_3$ , e a sua solubilidade não é afetada pela temperatura.

- 1.2. Numa reprodução deste processo, as soluções foram preparadas a 24 °C, de acordo com o procedimento seguinte:

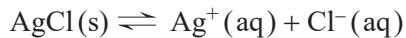
- dissolver 12,0 g de  $\text{AgNO}_3$  em 100 mL de água destilada;
- dissolver 5,0 g de  $\text{NaCl}$  em 100 mL de água destilada.

Admita que o volume de cada solução corresponde ao volume do solvente.

- 1.2.1. Qual é a massa de  $\text{AgNO}_3$  que ainda seria possível adicionar à solução inicialmente preparada desse sal, para obter uma solução saturada, à temperatura de 24 °C?

- (A) 245 g
- (B) 238 g
- (C) 250 g
- (D) 210 g

- \* 1.2.2. O cloreto de prata, AgCl, é um sal pouco solúvel em água, sendo o seu equilíbrio de solubilidade expresso por



O produto de solubilidade do AgCl,  $K_s$ , é  $1,6 \times 10^{-10}$ , à temperatura de 24 °C.

Verifique que ocorreu formação de precipitado de AgCl(s) quando se juntaram as soluções de AgNO<sub>3</sub> e de NaCl previamente preparadas.

Mostre como chegou à verificação solicitada, apresentando todos os cálculos efetuados.

2. O cloreto de prata, AgCl, é um sal branco que, ao ser exposto a uma luz suficientemente energética, sofre uma reação fotoquímica, observando-se um escurecimento.

Para investigar experimentalmente o efeito de algumas radiações do espectro visível na reação fotoquímica do AgCl, um grupo de alunos preparou cinco tubos de ensaio da forma seguinte:

Tubo de ensaio A – Sem revestimento

Tubo de ensaio B – Revestimento transparente vermelho

Tubo de ensaio C – Revestimento transparente verde

Tubo de ensaio D – Revestimento transparente azul

Tubo de ensaio E – Revestimento opaco prateado

Em cada tubo de ensaio, os alunos colocaram 1,0 mL de solução aquosa de nitrato de prata, AgNO<sub>3</sub>(aq), e 1,0 mL de solução aquosa de cloreto de sódio, NaCl(aq), para formar o precipitado de AgCl(s).

Após o mesmo tempo de exposição à luz visível, os alunos removeram os revestimentos dos tubos de ensaio B, C, D e E.

A Figura 2 esquematiza os tubos de ensaio, antes e após a remoção dos revestimentos.

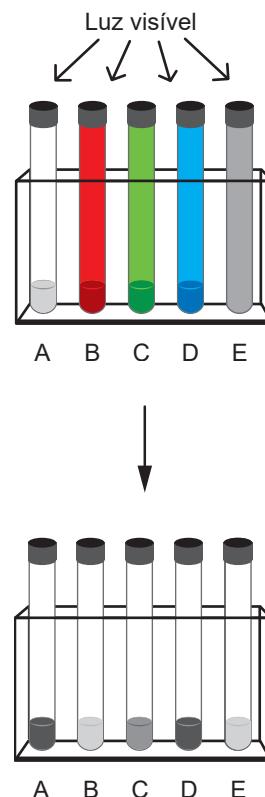


Figura 2

- 2.1. Analisados os resultados da experiência, conclui-se que as amostras de AgCl escurecem quando são expostas a \_\_\_\_\_ das radiações da luz visível e que, no tubo de ensaio E, sendo a luz visível \_\_\_\_\_ pelo revestimento, a amostra não escurece.

(A) algumas ... refletida

(B) algumas ... transmitida

(C) qualquer uma ... refletida

(D) qualquer uma ... transmitida

- \* 2.2. Qual é a opção em que se apresentam as radiações testadas por ordem crescente de energia?

(A) Azul, vermelha e verde.

(B) Azul, verde e vermelha.

(C) Vermelha, verde e azul.

(D) Vermelha, azul e verde.

3. Um feixe de radiação monocromática, que se propaga inicialmente no ar, incide numa das faces paralelas de uma lâmina de vidro, com um ângulo de incidência  $\alpha$ . Ao atravessar a lâmina de vidro, de largura  $L$ , o feixe sofre um desvio na sua direção de propagação, como mostra a Figura 3.

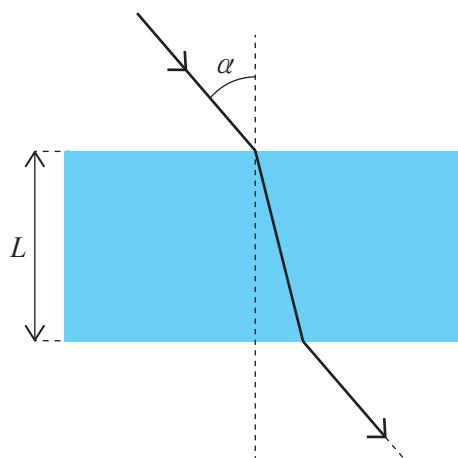


Figura 3

- \* 3.1. A lâmina de vidro tem um índice de refração 1,52 para o feixe de luz considerado.

Considere que  $\alpha = 32^\circ$  e que  $L = 2,81\text{ cm}$ .

Determine a distância que a luz percorre ao atravessar a lâmina de vidro.

Apresente todos os cálculos efetuados.

- \* 3.2. A Figura 4 apresenta o gráfico do índice de refração,  $n$ , de um vidro BK7, em função do comprimento de onda,  $\lambda$ , da radiação eletromagnética visível (no vácuo).

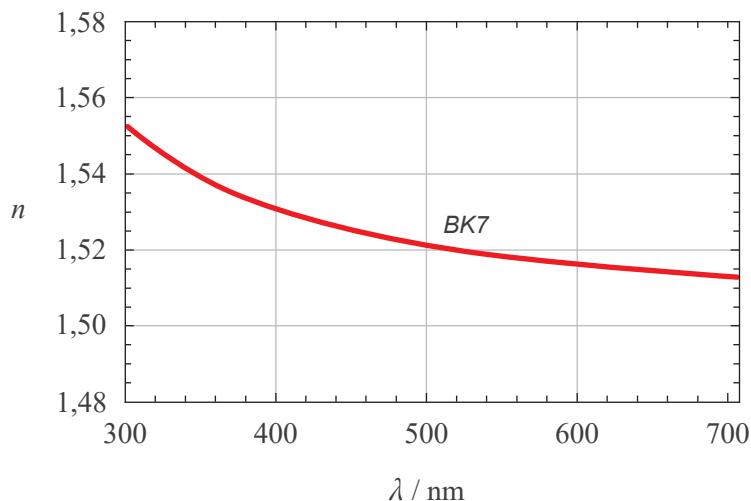


Figura 4

Explique, considerando a informação do gráfico, como varia a velocidade de propagação da radiação eletromagnética no vidro BK7, à medida que o comprimento de onda da radiação diminui.

Escreva um texto estruturado, utilizando linguagem científica adequada.

- \* 4. Para o estudo das características de um movimento circular uniforme, realizaram-se, em contexto real, num carrossel, medições do módulo da aceleração em função do raio, utilizando sensores de aceleração em telemóveis (*smartphones*).

Tal como é ilustrado na Figura 5, num carrossel circular, fixaram-se cinco telemóveis em posições diferentes, numa direção radial.



Figura 5

Na tabela seguinte, estão registados os raios,  $r$ , e os módulos da aceleração centrípeta,  $a_c$ , medidos.

$r / \text{m}$	$a_c / \text{m s}^{-2}$
1,10	0,26
2,00	0,50
2,40	0,57
3,20	0,72
3,40	0,79

Determine o módulo da velocidade angular, nas condições em que decorre a experiência, a partir da equação da reta de ajuste a um gráfico adequado.

Na sua resposta:

- identifique as variáveis independente e dependente a considerar nos eixos do gráfico;
- apresente a equação da reta de ajuste ao gráfico;
- apresente o valor solicitado com dois algarismos significativos.

Apresente todos os cálculos efetuados.

5. O modelo de Bohr do átomo de hidrogénio, proposto em 1913, baseando-se em órbitas estacionárias circulares, permite o cálculo da energia dos eletrões nos diferentes níveis de energia. A cada nível de energia do eletrão corresponde uma única órbita em torno do protão.

5.1. Admita que, no estado fundamental, o eletrão se move numa órbita circular de raio  $5,29 \times 10^{-11}$  m (raio de Bohr) e realiza 1000 voltas em  $1,52 \times 10^{-13}$  s.

Considere que o movimento do eletrão é circular e uniforme.

Qual é o módulo da velocidade do eletrão nesta órbita?

- (A)  $6,96 \times 10^5$  m s<sup>-1</sup>
- (B)  $1,09 \times 10^6$  m s<sup>-1</sup>
- (C)  $4,13 \times 10^{16}$  m s<sup>-1</sup>
- (D)  $2,19 \times 10^6$  m s<sup>-1</sup>

5.2. Submetendo um tubo de descarga com gás di-hidrogénio rarefeito a uma descarga elétrica de alta tensão, é possível, através de um espectroscópio, observar o espectro de emissão daquele elemento.

\* 5.2.1. A diferença de potencial entre os elétrodos nas extremidades do tubo de descarga corresponde à

- (A) energia transferida para o gás rarefeito por unidade de carga que o atravessa.
- (B) energia transferida para o gás rarefeito por unidade de tempo.
- (C) carga transferida para o gás rarefeito por unidade de energia que é absorvida.
- (D) carga transferida para o gás rarefeito por unidade de tempo.

\* 5.2.2. A Figura 6 representa as quatro primeiras riscas do espectro de emissão, na zona do visível, do átomo de hidrogénio em função do comprimento de onda,  $\lambda$ , da radiação.

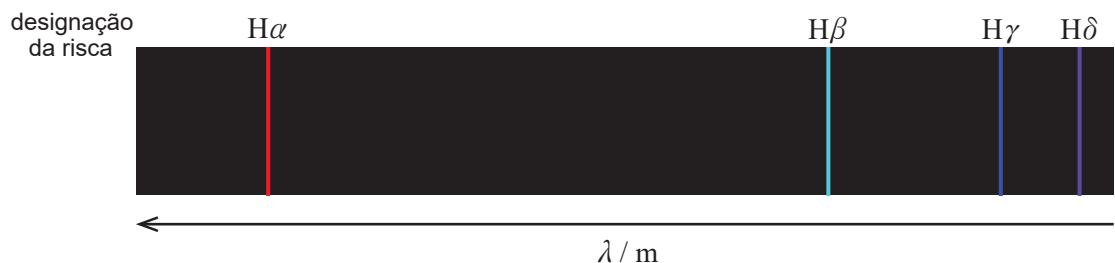
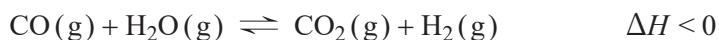


Figura 6

Qual é a risca correspondente à transição eletrónica com origem no nível 4?

- (A) H $\alpha$
- (B) H $\beta$
- (C) H $\gamma$
- (D) H $\delta$

- \* 6. O di-hidrogénio,  $H_2(g)$ , pode ser obtido a partir de uma reação do monóxido de carbono,  $CO(g)$ , com água. Esta reação pode ser traduzida por



Admita que o sistema se encontra inicialmente em equilíbrio, num reservatório fechado.

Pretende-se maximizar a produção de  $H_2$ .

Preveja, justificando, se cada um dos procedimentos seguintes assegura o cumprimento do objetivo pretendido:

- diminuir o volume do reservatório, mantendo a temperatura do sistema constante;
- diminuir a temperatura do sistema, mantendo o volume do reservatório constante.

Escreva um texto estruturado, utilizando linguagem científica adequada.

7. As indústrias cimenteiras são grandes emissoras de dióxido de carbono, CO<sub>2</sub>.

Uma das estratégias para a redução e valorização do CO<sub>2</sub>(g) consiste em fazê-lo reagir com di-hidrogénio, H<sub>2</sub>(g), formando metano, CH<sub>4</sub>(g), e água, H<sub>2</sub>O(g), o que permite armazenar energia na forma de CH<sub>4</sub> (gás natural sintético). A reação pode ser traduzida por



\* 7.1. Determine a variação de entalpia da reação.

Considere as energias de ligação médias apresentadas na tabela.

Ligaçāo	$E$ (C — H)	$E$ (C = O)	$E$ (C — O)	$E$ (O — H)	$E$ (H — H)
$E$ / kJ mol <sup>-1</sup>	414	799	354	460	436

Apresente todos os cálculos efetuados.

**7.2.** Uma indústria cimenteira avalia a produção de gás natural sintético num teste-piloto. Neste teste, faz-se reagir 4,40 kg de  $\text{CO}_2$  ( $M = 44,01 \text{ g mol}^{-1}$ ) com  $4,48 \times 10^3 \text{ dm}^3$  de  $\text{H}_2$ , medido em condições PTN.

Considere que o rendimento da reação de formação de  $\text{CH}_4$  é 54%.

Qual é a quantidade de  $\text{CH}_4$  produzida?



**\* 7.3.** Associe as moléculas apresentadas na Coluna I às respectivas geometrias moleculares, que constam na Coluna II.

Escreva, na folha de respostas, cada letra da Coluna I, seguida do número correspondente da Coluna II.  
A cada letra corresponde apenas um número.

<b>COLUNA I</b>	<b>COLUNA II</b>
(a) $\text{CO}_2$	(1) Piramidal trigonal
(b) $\text{CH}_4$	(2) Linear
(c) $\text{H}_2\text{O}$	(3) Tetraédrica
	(4) Triangular plana
	(5) Angular

8. No âmbito das suas metas ambientais, uma indústria cimenteira instalou um precipitador eletrostático (dispositivo que remove poeiras) numa chaminé, como esquematizado na Figura 7.

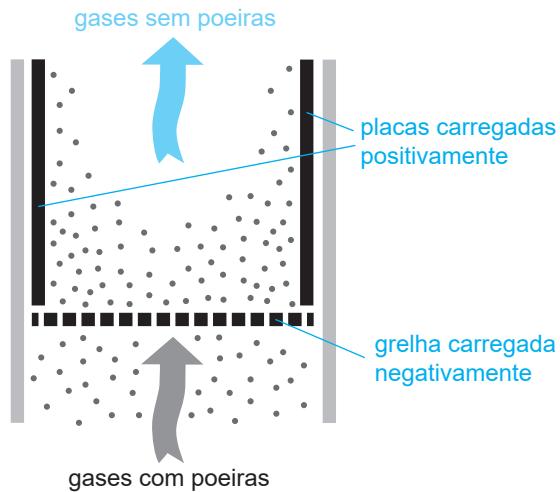
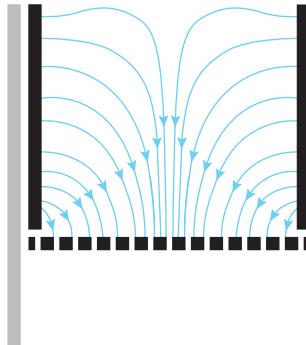


Figura 7

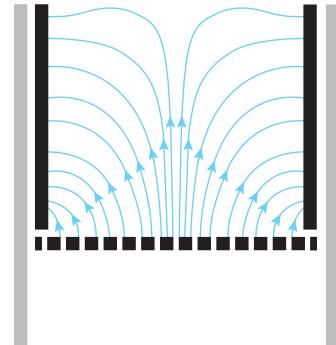
- \* 8.1. As partículas constituintes dos gases de exaustão, ao atravessarem a grelha carregada negativamente, adquirem carga elétrica negativa. Posteriormente, são atraídas pelas placas carregadas positivamente, ficando aí aprisionadas.

Qual das opções seguintes pode representar as linhas de campo elétrico que se geram no dispositivo que remove poeiras?

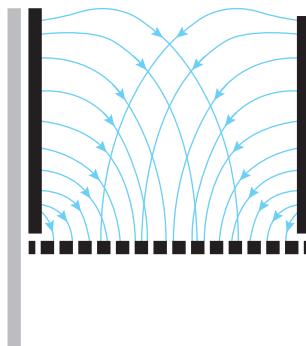
(A)



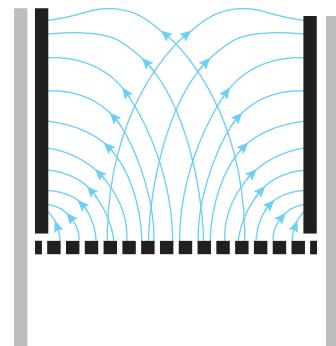
(B)



(C)



(D)



- 8.2.** Na monitorização do ar à saída do precipitador, é avaliada a concentração de material particulado, PM, constituído fundamentalmente por partículas em suspensão.

Considere que, a partir de uma amostra de  $1\text{ m}^3$  de gases de exaustão, se obtém, por filtração, uma massa de  $5,00 \times 10^{-5}\text{ g}$  de material particulado.

Admita um valor médio de  $2,62 \times 10^{-20}\text{ g}$  de massa para uma partícula de PM.

Qual é a quantidade de PM, em unidades SI, na amostra considerada?

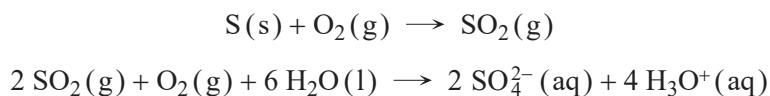
- (A)  $5,24 \times 10^{-6}$
- (B)  $3,15 \times 10^8$
- (C)  $1,91 \times 10^{15}$
- (D)  $3,17 \times 10^{-9}$

- \* 8.3.** A utilização de carvão nas cimenteiras é responsável pela presença de dióxido de enxofre,  $\text{SO}_2$ , nos gases à saída do precipitador eletrostático.

Admita que:

- o teor de enxofre, S (s), no carvão é 3,5% (em massa);
- na queima de 1,0 tonelada de carvão, todo o enxofre se espalha na atmosfera, sob a forma de  $\text{SO}_2(\text{g})$ , numa área circular de 1,0 km de raio ( $A = \pi r^2$ );
- a precipitação nesta área arrasta os produtos gasosos resultantes da combustão e origina uma «toalha» líquida no solo de 10 mm de altura;
- todo o enxofre presente no combustível fóssil é oxidado a íão sulfato,  $\text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$ .

As duas reações que ocorrem podem ser traduzidas por



Determine o pH da água da chuva nesta área, após a queima de 1,0 tonelada de carvão.

Apresente todos os cálculos efetuados.

- 9.** Uma esquiadora (e) desliza ao longo de uma encosta gelada. No instante em que a esquiadora passa na posição A, um trenó (t), inicialmente em repouso, desprende-se de uma encosta do lado oposto, tal como se representa na Figura 8, que não está à escala. Os dois corpos, após a descida das encostas, passam a mover-se no plano horizontal.

Admita que:

- ambos os corpos percorrem 50,0 m nas vertentes inclinadas das encostas;
- $m_{\text{esquiadora}} = 3\text{ }m_{\text{trenó}}$ ;
- os dois corpos descrevem sempre trajetórias retilíneas;
- o atrito e a resistência do ar são desprezáveis;
- a esquiadora e o trenó podem ser representados pelos seus centros de massa, segundo o modelo da partícula material;
- o troço horizontal BC é o nível de referência da energia potencial gravítica.

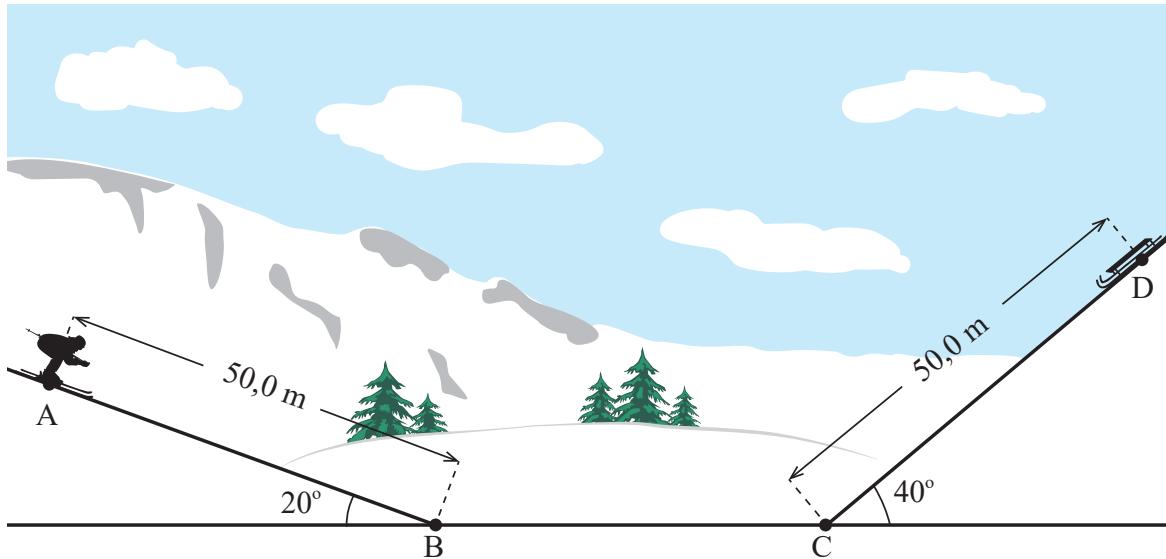
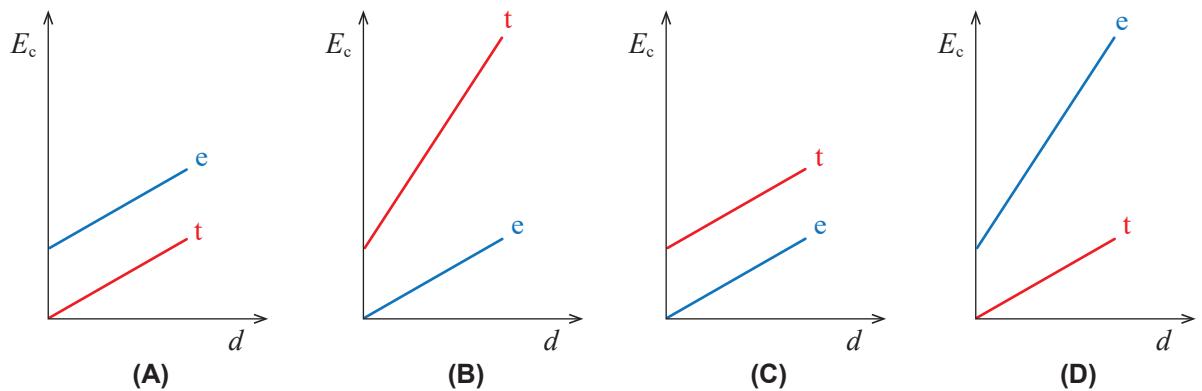


Figura 8

- 9.1.** Qual das opções seguintes pode representar a relação entre o módulo da aceleração da esquiadora,  $a_e$ , e o do trenó,  $a_t$ , e a relação entre o módulo da variação da energia potencial gravítica do sistema esquiadora + Terra,  $\Delta E_{p_e}$ , e o do sistema trenó + Terra,  $\Delta E_{p_t}$ , nos deslocamentos AB e DC, respectivamente?

- (A)  $|a_e| > |a_t|$  e  $|\Delta E_{p_e}| > |\Delta E_{p_t}|$
- (B)  $|a_e| > |a_t|$  e  $|\Delta E_{p_e}| < |\Delta E_{p_t}|$
- (C)  $|a_e| < |a_t|$  e  $|\Delta E_{p_e}| > |\Delta E_{p_t}|$
- (D)  $|a_e| < |a_t|$  e  $|\Delta E_{p_e}| < |\Delta E_{p_t}|$

- 9.2.** Qual das opções seguintes corresponde ao esboço do gráfico da energia cinética,  $E_c$ , da esquiadora e do trenó, em função da distância,  $d$ , percorrida ao longo das encostas, AB e DC, respectivamente?



- \* 9.3.** Após o percurso AB, a esquiadora, no plano horizontal, cruza-se com o trenó, deslocando-se ambos com velocidades de igual módulo.

Determine o módulo da velocidade da esquiadora no instante em que o trenó se desprende.

Apresente todos os cálculos efetuados.

**10.** No laboratório, é comum aquecerem-se amostras de água.

\* **10.1.** Considere que uma amostra de água no estado líquido é aquecida numa placa elétrica, utilizando-se um copo de precipitação.

Minimizam-se as perdas de massa e de energia para o exterior se o copo de precipitação estiver

- (A) destapado e o seu diâmetro for igual ao da placa elétrica.
- (B) tapado e o seu diâmetro for igual ao da placa elétrica.
- (C) destapado e o seu diâmetro for inferior ao da placa elétrica.
- (D) tapado e o seu diâmetro for inferior ao da placa elétrica.

**10.2.** A Figura 9 apresenta o gráfico teórico da temperatura,  $\theta$ , de uma amostra de água de massa  $m$ , em função do tempo,  $t$ , desde o estado sólido (gelo) até à sua vaporização completa, a pressão constante.

Admita que a amostra é aquecida numa placa elétrica de potência,  $P$ , constante e que o rendimento no processo de aquecimento é 100%.

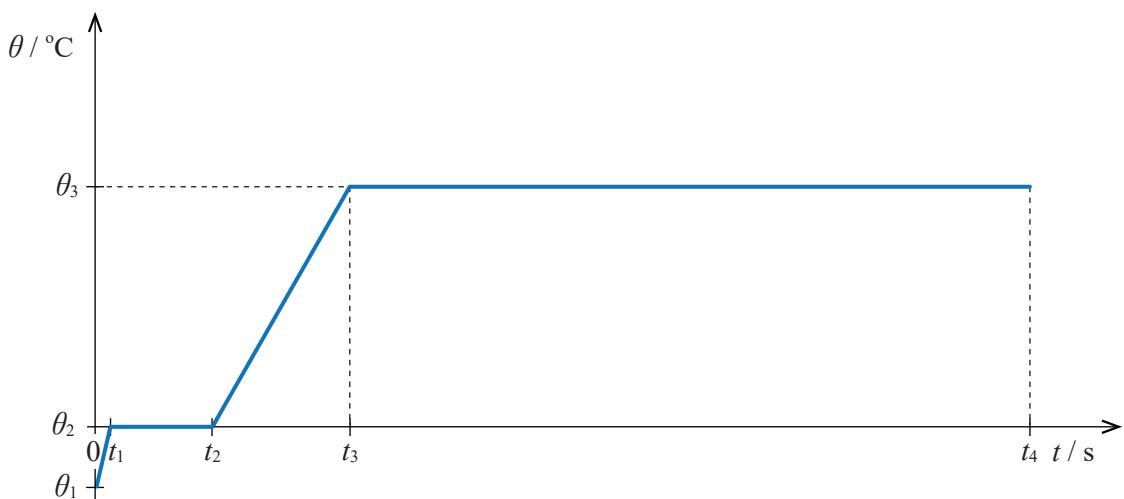


Figura 9

**10.2.1.** Qual das expressões seguintes permite calcular a capacidade térmica mássica do gelo?

Despreze as perdas de massa durante o aquecimento do gelo.

(A) 
$$\frac{P(\theta_2 - \theta_1)}{m \times t_1}$$

(B) 
$$\frac{P \times t_1}{m(\theta_2 - \theta_1)}$$

(C) 
$$\frac{P \times (\theta_3 - \theta_2)}{m(t_3 - t_2)}$$

(D) 
$$\frac{P \times (t_3 - t_2)}{m(\theta_3 - \theta_2)}$$

\* 10.2.2. Complete o texto seguinte, selecionando a opção adequada a cada espaço.

Escreva, na folha de respostas, cada uma das letras seguida do número que corresponde à opção selecionada. A cada letra corresponde um só número.

De acordo com a informação apresentada no gráfico da Figura 9, pode concluir-se que, durante as mudanças de fase da amostra de água, a temperatura da água a) e a sua energia interna b). A energia necessária para a vaporização completa da amostra de água foi c) à energia necessária para a sua fusão completa.

a)	b)	c)
1. aumentou	1. aumentou	1. superior
2. manteve-se constante	2. manteve-se constante	2. igual
3. diminuiu	3. diminuiu	3. inferior

**FIM**

**COTAÇÕES**

As pontuações obtidas nas respostas a estes 16 itens da prova contribuem obrigatoriamente para a classificação final.	1.1.	1.2.2.	2.2.	3.1.	3.2.	4.	5.2.1.	5.2.2.	6.	7.1.	7.3.	8.1.	8.3.	9.3.	10.1.	10.2.2.	Subtotal
Cotação (em pontos)	16 x 10 pontos															160	
Destes 8 itens, contribuem para a classificação final da prova os 4 itens cujas respostas obtenham melhor pontuação.	1.2.1.	2.1.	5.1.	7.2.	8.2.	9.1.	9.2.	10.2.1.									Subtotal
Cotação (em pontos)	4 x 10 pontos															40	
<b>TOTAL</b>																200	

**Prova 715**  
**2.<sup>a</sup> Fase**  
**VERSÃO 1**

## **Exame Final Nacional de Física e Química A**

### **Prova 715 | 2.ª Fase | Ensino Secundário | 2023**

**11.º Ano de Escolaridade**

Decreto-Lei n.º 55/2018, de 6 de julho | Decreto-Lei n.º 22/2023, de 3 de abril

#### **Entrelinha 1,5 sem figuras**

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

21 Páginas

---

## **VERSÃO 1**

A prova inclui 16 itens, devidamente identificados no enunciado, cujas respostas contribuem obrigatoriamente para a classificação final. Dos restantes 8 itens da prova, apenas contribuem para a classificação final os 4 itens cujas respostas obtenham melhor pontuação.

---

Indique de forma legível a versão da prova.

Para cada resposta, identifique o item.

Utilize apenas caneta ou esferográfica de tinta azul ou preta.

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

É permitido o uso de régua, esquadro, transferidor e calculadora gráfica.

Apresente apenas uma resposta para cada item.

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

---

---

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

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.

Utilize os valores numéricos fornecidos no enunciado dos itens.

---

## TABELA DE CONSTANTES

---

**Capacidade térmica mássica da água líquida**

$$c = 4,18 \times 10^3 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

---

**Constante de Avogadro**

$$N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

---

**Constante de gravitação universal**

$$G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$$

---

**Índice de refração do ar**

$$n = 1,000$$

---

**Módulo da aceleração gravítica de um corpo junto à superfície da Terra**

$$g = 9,80 \text{ m s}^{-2}$$

---

**Módulo da velocidade de propagação da luz no vácuo**

$$c = 3,00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$$

---

**Produto iônico da água (a 25 °C)**

$$K_w = 1,012 \times 10^{-14}$$

---

**Volume molar de um gás (PTN)**

$$V_m = 22,4 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$$

---

## FORMULÁRIO

- **Quantidade, massa e volume**

$$n = \frac{N}{N_A}$$

$$M = \frac{m}{n}$$

$$V_m = \frac{V}{n}$$

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

---

---

- Soluções

$$c = \frac{n}{V}$$

$$x_A = \frac{n_A}{n_{\text{total}}}$$

pH =  $-\log [H_3O^+]$ , com  $[H_3O^+]$  expresso em mol dm<sup>-3</sup>

---

- Energia

$$E_c = \frac{1}{2} m v^2$$

$$E_{\text{pg}} = m g h$$

$$E_m = E_c + E_p$$

$$P = \frac{E}{\Delta t}$$

$$W = F d \cos\alpha$$

$$\sum_i W_i = \Delta E_c$$

$$W_{F_g} = -\Delta E_{\text{pg}}$$

$$U = RI$$

$$P = RI^2$$

$$U = \varepsilon - rI$$

$$E = m c \Delta T$$

$$\Delta U = W + Q$$

$$E_r = \frac{P}{A}$$

---

---

- Mecânica

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

$$v = v_0 + at$$

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

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

$$v = \omega r$$

$$\vec{F} = m\vec{a}$$

$$F_g = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

---

- Ondas e eletromagnetismo

$$\lambda = \frac{\nu}{f}$$

$$\Phi_m = BA \cos \alpha$$

$$|\varepsilon_i| = \frac{|\Delta \Phi_m|}{\Delta t}$$

$$n = \frac{c}{\nu}$$

$$n_1 \sin \alpha_1 = n_2 \sin \alpha_2$$

# TABELA PERIÓDICA DOS ELEMENTOS QUÍMICOS

**1**

<b>1</b> <b>H</b> 1,01	<b>2</b>
3 <b>Li</b> 6,94	4 <b>Be</b> 9,01
11 <b>Na</b> 22,99	12 <b>Mg</b> 24,31

Número atómico Elemento	Número atómico	
	Massa atómica relativa	
19 <b>K</b> 39,10	20 <b>Ca</b> 40,08	21 <b>Sc</b> 44,96
37 <b>Rb</b> 85,47	38 <b>Sr</b> 87,62	39 <b>Y</b> 88,91
55 <b>Cs</b> 132,91	56 <b>Ba</b> 137,33	72 <b>Hf</b> 178,49
87 <b>Fr</b>	88 <b>Ra</b> Actinídeos	89-103 <b>Rf</b>

**18**

<b>1</b> <b>H</b> 1,01	<b>2</b> <b>He</b> 4,00
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
37 <b>Rb</b> 85,47	38 <b>Sr</b> 87,62
55 <b>Cs</b> 132,91	56 <b>Ba</b> 137,33
87 <b>Fr</b>	88 <b>Ra</b> Actinídeos

<b>1</b> <b>H</b> 1,01	<b>2</b> <b>He</b> 4,00
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
37 <b>Rb</b> 85,47	38 <b>Sr</b> 87,62
55 <b>Cs</b> 132,91	56 <b>Ba</b> 137,33
87 <b>Fr</b>	88 <b>Ra</b> Actinídeos

1. O «papel salgado» foi um dos primeiros processos de impressão fotográfica, tendo sido utilizado comercialmente com muito sucesso entre 1840 e 1860.

Nesta técnica, um papel era impregnado com duas soluções:

- uma solução aquosa de cloreto de sódio,  $\text{NaCl}$  ( $M = 58,44 \text{ g mol}^{-1}$ );
- uma solução aquosa de nitrato de prata,  $\text{AgNO}_3$  ( $M = 169,88 \text{ g mol}^{-1}$ ).

As tabelas seguintes apresentam a solubilidade do  $\text{AgNO}_3$  e do  $\text{NaCl}$  em função da temperatura.

Tabela da solubilidade do  $\text{AgNO}_3$

Temperatura / $^{\circ}\text{C}$	Solubilidade / g de sal por 100 mL de água
0	122
10	170
25	256

Tabela da solubilidade do  $\text{NaCl}$

Temperatura / $^{\circ}\text{C}$	Solubilidade / g de sal por 100 mL de água
0	36
10	36
25	36

Item obrigatório

- 1.1. O sal mais solúvel em água, no intervalo de temperaturas considerado nas tabelas, é o

- (A)  $\text{NaCl}$ , e a sua solubilidade aumenta com o aumento da temperatura.
- (B)  $\text{NaCl}$ , e a sua solubilidade não é afetada pela temperatura.
- (C)  $\text{AgNO}_3$ , e a sua solubilidade aumenta com o aumento da temperatura.
- (D)  $\text{AgNO}_3$ , e a sua solubilidade não é afetada pela temperatura.

**1.2.** Numa reprodução deste processo, as soluções foram preparadas a 25 °C, de acordo com o procedimento seguinte:

- dissolver 12,0 g de AgNO<sub>3</sub> em 100 mL de água destilada;
- dissolver 5,0 g de NaCl em 100 mL de água destilada.

Admita que o volume de cada solução corresponde ao volume do solvente.

**1.2.1.** Qual é a massa de AgNO<sub>3</sub> que ainda seria possível adicionar à solução inicialmente preparada desse sal, para obter uma solução saturada, à temperatura de 25 °C?

(A) 251 g

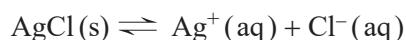
(B) 244 g

(C) 256 g

(D) 239 g

Item obrigatório

**1.2.2.** O cloreto de prata, AgCl, é um sal pouco solúvel em água, sendo o seu equilíbrio de solubilidade expresso por



O produto de solubilidade do AgCl,  $K_s$ , é  $1,6 \times 10^{-10}$ , à temperatura de 25 °C.

Verifique que ocorreu formação de precipitado de AgCl(s) quando se juntaram as soluções de AgNO<sub>3</sub> e de NaCl previamente preparadas.

Mostre como chegou à verificação solicitada, apresentando todos os cálculos efetuados.

- 2.** O cloreto de prata, AgCl, é um sal branco que, ao ser exposto a uma luz suficientemente energética, sofre uma reação fotoquímica, observando-se um escurecimento.

Para investigar experimentalmente o efeito de algumas radiações do espectro visível na reação fotoquímica do AgCl, um grupo de alunos preparou cinco tubos de ensaio da forma seguinte:

Tubo de ensaio A – Sem revestimento

Tubo de ensaio B – Revestimento transparente vermelho

Tubo de ensaio C – Revestimento transparente verde

Tubo de ensaio D – Revestimento transparente azul

Tubo de ensaio E – Revestimento opaco prateado

Em cada tubo de ensaio, os alunos colocaram 1,0 mL de solução aquosa de nitrato de prata, AgNO<sub>3</sub>(aq), e 1,0 mL de solução aquosa de cloreto de sódio, NaCl(aq), para formar o precipitado de AgCl(s).

Após o mesmo tempo de exposição à luz visível, os alunos removeram os revestimentos dos tubos de ensaio B, C, D e E, e registaram as observações seguintes:

Tubo de ensaio A – escurecimento muito acentuado da amostra

Tubo de ensaio B – amostra não escurecida

Tubo de ensaio C – escurecimento pouco acentuado da amostra

Tubo de ensaio D – escurecimento muito acentuado da amostra

Tubo de ensaio E – amostra não escurecida

- 2.1.** Analisados os resultados da experiência, conclui-se que as amostras de AgCl escurecem quando são expostas a \_\_\_\_\_ das radiações da luz visível e que, no tubo de ensaio E, sendo a luz visível \_\_\_\_\_ pelo revestimento, a amostra não escurece.

- (A)** algumas ... refletida
- (B)** algumas ... transmitida
- (C)** qualquer uma ... refletida
- (D)** qualquer uma ... transmitida

Item obrigatório

**2.2.** Qual é a opção em que se apresentam as radiações testadas por ordem crescente de energia?

- (A) Azul, vermelha e verde.
- (B) Azul, verde e vermelha.
- (C) Vermelha, verde e azul.
- (D) Vermelha, azul e verde.

**3.** Um feixe de radiação monocromática, que se propaga inicialmente no ar, incide numa das faces paralelas de uma lâmina de vidro, com um ângulo de incidência  $\alpha$ . Ao atravessar a lâmina de vidro, de largura  $L$ , o feixe sofre um desvio na sua direção de propagação, aproximando-se da normal à superfície de separação dos dois meios.

Item obrigatório

**3.1.** A lâmina de vidro tem um índice de refração 1,52 para o feixe de luz considerado.

Considere que  $\alpha = 32^\circ$  e que  $L = 2,81$  cm.

Determine a distância que a luz percorre ao atravessar a lâmina de vidro.

Apresente todos os cálculos efetuados.

### Item obrigatório

- 3.2. A tabela seguinte apresenta o índice de refração,  $n$ , de um vidro BK7 e o comprimento de onda,  $\lambda$ , da radiação eletromagnética visível (no vácuo).

<b><math>n</math></b>	<b><math>\lambda / \text{nm}</math></b>
1,555	300
1,531	400
1,523	500
1,517	600
1,513	700

Explique, considerando a informação da tabela, como varia a velocidade de propagação da radiação eletromagnética no vidro BK7, à medida que o comprimento de onda da radiação diminui.

Escreva um texto estruturado, utilizando linguagem científica adequada.

### Item obrigatório

4. Para o estudo das características de um movimento circular uniforme, realizaram-se, em contexto real, num carrossel, medições do módulo da aceleração em função do raio, utilizando sensores de aceleração em telemóveis (*smartphones*).

Com os dados experimentais dos raios,  $r$ , e dos módulos da aceleração centrípeta,  $a_c$ , obteve-se a equação da reta de ajuste seguinte.

$$a_c = 0,22r + 0,03 \text{ (SI)}$$

Determine o módulo da velocidade angular, nas condições em que decorre a experiência.

Na sua resposta, apresente o valor solicitado com dois algarismos significativos.

Apresente todos os cálculos efetuados.

**5.** O modelo de Bohr do átomo de hidrogénio, proposto em 1913, baseando-se em órbitas estacionárias circulares, permite o cálculo da energia dos eletrões nos diferentes níveis de energia. A cada nível de energia do eletrão corresponde uma única órbita em torno do protão.

**5.1.** Admita que, no estado fundamental, o eletrão se move numa órbita circular de raio  $5,29 \times 10^{-11}$  m (raio de Bohr) e realiza 1000 voltas em  $1,52 \times 10^{-13}$  s.

Considere que o movimento do eletrão é circular e uniforme.

Qual é o módulo da velocidade do eletrão nesta órbita?

(A)  $6,96 \times 10^5$  m s<sup>-1</sup>

(B)  $1,09 \times 10^6$  m s<sup>-1</sup>

(C)  $4,13 \times 10^{16}$  m s<sup>-1</sup>

(D)  $2,19 \times 10^6$  m s<sup>-1</sup>

**5.2.** Submetendo um tubo de descarga com gás di-hidrogénio rarefeito a uma descarga elétrica de alta tensão, é possível, através de um espectroscópio, observar o espectro de emissão daquele elemento.

Item obrigatório

**5.2.1.** A diferença de potencial entre os elétrodos nas extremidades do tubo de descarga corresponde à

(A) energia transferida para o gás rarefeito por unidade de carga que o atravessa.

(B) energia transferida para o gás rarefeito por unidade de tempo.

(C) carga transferida para o gás rarefeito por unidade de energia que é absorvida.

(D) carga transferida para o gás rarefeito por unidade de tempo.

Item obrigatório

**5.2.2.** As quatro primeiras riscas do espectro de emissão do átomo de hidrogénio, na zona do visível, são  $H\delta$  (violeta),  $H\gamma$  (anil),  $H\beta$  (azul) e  $H\alpha$  (vermelha), por ordem crescente do comprimento de onda.

Qual é a risca correspondente à transição eletrónica com origem no nível 4?

(A)  $H\alpha$

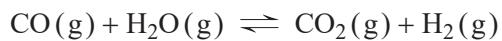
(B)  $H\beta$

(C)  $H\gamma$

(D)  $H\delta$

Item obrigatório

**6.** O di-hidrogénio,  $H_2(g)$ , pode ser obtido a partir de uma reação do monóxido de carbono,  $CO(g)$ , com água. Esta reação é exotérmica e pode ser traduzida por



Admita que o sistema se encontra inicialmente em equilíbrio, num reservatório fechado.

Pretende-se maximizar a produção de  $H_2$ .

Preveja, justificando, se cada um dos procedimentos seguintes assegura o cumprimento do objetivo pretendido:

- diminuir o volume do reservatório, mantendo a temperatura do sistema constante;
- diminuir a temperatura do sistema, mantendo o volume do reservatório constante.

Escreva um texto estruturado, utilizando linguagem científica adequada.

7. As indústrias cimenteiras são grandes emissoras de dióxido de carbono,  $\text{CO}_2$ .

Uma das estratégias para a redução e valorização do  $\text{CO}_2(\text{g})$  consiste em fazê-lo reagir com di-hidrogénio,  $\text{H}_2(\text{g})$ , formando metano,  $\text{CH}_4(\text{g})$ , e água,  $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ , o que permite armazenar energia na forma de  $\text{CH}_4$  (gás natural sintético). A reação pode ser traduzida por



Item obrigatório

- 7.1. Determine a variação de entalpia da reação.

Considere as energias de ligação médias apresentadas na tabela.

Ligaçāo	$E / \text{kJ mol}^{-1}$
$E (\text{C} - \text{H})$	414
$E (\text{C} = \text{O})$	799
$E (\text{C} - \text{O})$	354
$E (\text{O} - \text{H})$	460
$E (\text{H} - \text{H})$	436

Apresente todos os cálculos efetuados.

- 7.2. Uma indústria cimenteira avalia a produção de gás natural sintético num teste-piloto. Neste teste, faz-se reagir 4,40 kg de  $\text{CO}_2$  ( $M = 44,01 \text{ g mol}^{-1}$ ) com  $4,48 \times 10^3 \text{ dm}^3$  de  $\text{H}_2$ , medido em condições PTN.

Considere que o rendimento da reação de formação de  $\text{CH}_4$  é 54%.

Qual é a quantidade de  $\text{CH}_4$  produzida?

(A) 27 mol

(B) 50 mol

(C) 54 mol

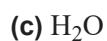
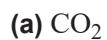
(D) 108 mol

Item obrigatório

**7.3.** Associe as moléculas apresentadas na Lista I às respetivas geometrias moleculares, que constam na Lista II.

Escreva, na folha de respostas, cada letra da Lista I, seguida do número correspondente da Lista II.  
A cada letra corresponde apenas um número.

**Lista I**



**Lista II**

**(1)** Piramidal trigonal

**(2)** Linear

**(3)** Tetraédrica

**(4)** Triangular plana

**(5)** Angular

- 8.** No âmbito das suas metas ambientais, uma indústria cimenteira instalou numa chaminé um precipitador eletrostático (dispositivo que remove poeiras), constituído por duas placas laterais carregadas positivamente e por uma grelha horizontal carregada negativamente.

Item obrigatório

- 8.1.** As partículas constituintes dos gases de exaustão, ao atravessarem a grelha carregada negativamente, adquirem carga elétrica negativa. Posteriormente, são atraídas pelas placas laterais carregadas positivamente, ficando aí aprisionadas.

No dispositivo que remove poeiras, as linhas de campo elétrico que se geram entre as placas laterais carregadas eletricamente, saem

- (A)** das placas laterais para a grelha e não se cruzam.
- (B)** da grelha para as placas laterais e não se cruzam.
- (C)** das placas laterais para a grelha e cruzam-se.
- (D)** da grelha para as placas laterais e cruzam-se.

- 8.2.** Na monitorização do ar à saída do precipitador, é avaliada a concentração de material particulado, PM, constituído fundamentalmente por partículas em suspensão.

Considere que, a partir de uma amostra de  $1\text{ m}^3$  de gases de exaustão, se obtém, por filtração, uma massa de  $5,00 \times 10^{-5}\text{ g}$  de material particulado.

Admita um valor médio de  $2,62 \times 10^{-20}\text{ g}$  de massa para uma partícula de PM.

Qual é a quantidade de PM, em unidades SI, na amostra considerada?

- (A)**  $5,24 \times 10^{-6}$
- (B)**  $3,15 \times 10^8$
- (C)**  $1,91 \times 10^{15}$
- (D)**  $3,17 \times 10^{-9}$

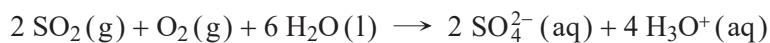
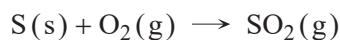
Item obrigatório

**8.3.** A utilização de carvão nas cimenteiras é responsável pela presença de dióxido de enxofre,  $\text{SO}_2$ , nos gases à saída do precipitador eletrostático.

Admita que:

- o teor de enxofre, S (s), no carvão é 3,5% (em massa);
- na queima de 1,0 tonelada de carvão, todo o enxofre se espalha na atmosfera, sob a forma de  $\text{SO}_2(\text{g})$ , numa área circular de 1,0 km de raio ( $A = \pi r^2$ );
- a precipitação nesta área arrasta os produtos gasosos resultantes da combustão e origina uma «toalha» líquida no solo de 10 mm de altura;
- todo o enxofre presente no combustível fóssil é oxidado a ião sulfato,  $\text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$ .

As duas reações que ocorrem podem ser traduzidas por



Determine o pH da água da chuva nesta área, após a queima de 1,0 tonelada de carvão.

Apresente todos os cálculos efetuados.

9. Uma esquiadora (e) desliza ao longo de uma encosta gelada. No instante em que a esquiadora passa na posição A, um trenó (t), inicialmente em repouso, desprende-se de uma encosta do lado oposto. Os dois corpos, após a descida das encostas, passam a mover-se no plano horizontal.

Admita que:

- ambos os corpos percorrem 50,0 m nas vertentes inclinadas das encostas;
- as encostas percorridas pela esquiadora e pelo trenó fazem, respetivamente, ângulos de 20º e de 40º com a horizontal;
- $m_{\text{esquiadora}} = 3 m_{\text{trenó}}$ ;
- os dois corpos descrevem sempre trajetórias retilíneas;
- o atrito e a resistência do ar são desprezáveis;
- a esquiadora e o trenó podem ser representados pelos seus centros de massa, segundo o modelo da partícula material;
- o plano horizontal é o nível de referência da energia potencial gravítica.

- 9.1. Qual das opções seguintes pode representar a relação entre o módulo da aceleração da esquiadora,  $a_e$ , e o do trenó,  $a_t$ , e a relação entre o módulo da variação da energia potencial gravítica do sistema *esquiadora + Terra*,  $\Delta E_{p_e}$ , e o do sistema *trenó + Terra*,  $\Delta E_{p_t}$ , nos deslocamentos nas respetivas encostas?

(A)  $|a_e| > |a_t|$  e  $|\Delta E_{p_e}| > |\Delta E_{p_t}|$

(B)  $|a_e| > |a_t|$  e  $|\Delta E_{p_e}| < |\Delta E_{p_t}|$

(C)  $|a_e| < |a_t|$  e  $|\Delta E_{p_e}| > |\Delta E_{p_t}|$

(D)  $|a_e| < |a_t|$  e  $|\Delta E_{p_e}| < |\Delta E_{p_t}|$

- 9.2. A energia cinética da esquiadora na posição A é \_\_\_\_\_ e a sua variação é \_\_\_\_\_ à variação da energia cinética do trenó, para a mesma distância percorrida nas respetivas encostas.

(A) nula ... inferior

(B) nula ... superior

(C) diferente de zero ... inferior

(D) diferente de zero ... superior

Item obrigatório

**9.3.** Após o percurso na encosta, a esquiadora, no plano horizontal, cruza-se com o trenó, deslocando-se ambos com velocidades de igual módulo.

Determine o módulo da velocidade da esquiadora no instante em que o trenó se desprende.

Apresente todos os cálculos efetuados.

**10.** No laboratório, é comum aquecerem-se amostras de água.

Item obrigatório

**10.1.** Considere que uma amostra de água no estado líquido é aquecida numa placa elétrica, utilizando-se um copo de precipitação.

Minimizam-se as perdas de massa e de energia para o exterior se o copo de precipitação estiver

- (A) destapado e o seu diâmetro for igual ao da placa elétrica.
- (B) tapado e o seu diâmetro for igual ao da placa elétrica.
- (C) destapado e o seu diâmetro for inferior ao da placa elétrica.
- (D) tapado e o seu diâmetro for inferior ao da placa elétrica.

**10.2.** Considere o aquecimento de uma amostra de água de massa  $m$ , desde o estado sólido (gelo) até à sua vaporização completa, a pressão constante.

Até  $t_1$ , a temperatura aumentou linearmente de  $\theta_1$  a  $\theta_2$ .

Entre  $t_1$  e  $t_2$ , a temperatura manteve-se constante.

Entre  $t_2$  e  $t_3$ , a temperatura aumentou linearmente de  $\theta_2$  a  $\theta_3$ .

Entre  $t_3$  e  $t_4$ , a temperatura manteve-se constante.

O intervalo de tempo  $[t_1; t_2]$  s é inferior ao intervalo de tempo  $[t_3; t_4]$  s.

Admita que a amostra é aquecida numa placa elétrica de potência,  $P$ , constante e que o rendimento no processo de aquecimento é 100%.

**10.2.1.** Qual das expressões seguintes permite calcular a capacidade térmica mássica do gelo?

Despreze as perdas de massa durante o aquecimento do gelo.

(A) 
$$\frac{P(\theta_2 - \theta_1)}{m \times t_1}$$

(B) 
$$\frac{P \times t_1}{m(\theta_2 - \theta_1)}$$

(C) 
$$\frac{P \times (\theta_3 - \theta_2)}{m(t_3 - t_2)}$$

(D) 
$$\frac{P \times (t_3 - t_2)}{m(\theta_3 - \theta_2)}$$

Item obrigatório

**10.2.2.** Complete o texto seguinte, selecionando a opção adequada a cada espaço.

Escreva, na folha de respostas, cada uma das letras seguida do número que corresponde à opção selecionada. A cada letra corresponde um só número.

De acordo com a informação apresentada, pode concluir-se que, durante as mudanças de fase da amostra de água, a temperatura da água a) e a sua energia interna b). A energia necessária para a vaporização completa da amostra de água foi c) à energia necessária para a sua fusão completa.

**a)**

- 1.** aumentou
- 2.** manteve-se constante
- 3.** diminuiu

**b)**

- 1.** aumentou
- 2.** manteve-se constante
- 3.** diminuiu

**c)**

- 1.** superior
- 2.** igual
- 3.** inferior

**FIM**

## COTAÇÕES

As pontuações obtidas nas respostas a estes 16 itens da prova contribuem obrigatoriamente para a classificação final ( $16 \times 10$  pontos).

1.1.	10 pontos
1.2.2.	10 pontos
2.2.	10 pontos
3.1.	10 pontos
3.2.	10 pontos
4.	10 pontos
5.2.1.	10 pontos
5.2.2.	10 pontos
6.	10 pontos
7.1.	10 pontos
7.3.	10 pontos
8.1.	10 pontos
8.3.	10 pontos
9.3.	10 pontos
10.1.	10 pontos
10.2.2.	10 pontos

**SUBTOTAL .....** **160 pontos**

Destes 8 itens, contribuem para a classificação final da prova os 4 itens cujas respostas obtenham melhor pontuação ( $4 \times 10$  pontos).

1.2.1.	10 pontos
2.1.	10 pontos
5.1.	10 pontos
7.2.	10 pontos
8.2.	10 pontos
9.1.	10 pontos
9.2.	10 pontos
10.2.1.	10 pontos

**SUBTOTAL .....** **40 pontos**

**TOTAL .....** **200 pontos**