

**Exame Final Nacional de Física e Química A**  
**Prova 715 | 2.ª Fase | Ensino Secundário | 2020**

11.º Ano de Escolaridade

Decreto-Lei n.º 55/2018, de 6 de julho

**Entrelinha 1,5**

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

16 Páginas

## VERSÃO 1

A prova inclui 8 itens, devidamente identificados no enunciado, cujas respostas contribuem obrigatoriamente para a classificação final (itens **I – 2.**, **I – 4.**, **I – 5.1.**, **I – 5.2.**, **I – 6.3.**, **II – 2.**, **II – 4.2.** e **III – 2.**). Dos restantes 18 itens da prova, apenas contribuem para a classificação final os 12 itens cujas respostas obtenham melhor pontuação.

Indique de forma legível a versão da prova.

Para cada resposta, identifique o grupo e 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 em modo de exame.

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 grupo, 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	$c = 4,18 \times 10^3 \text{ J kg}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$
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	$g = 10 \text{ m s}^{-2}$
Módulo da velocidade de propagação da luz no vácuo	$c = 3,00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$
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

### • Quantidade, massa e volume

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


---

### • Soluções

$$c = \frac{n}{V} \qquad x_A = \frac{n_A}{n_{\text{total}}} \qquad \text{pH} = -\log \{[\text{H}_3\text{O}^+]/\text{mol dm}^{-3}\}$$


---

### • Energia

$$E_c = \frac{1}{2} m v^2 \qquad E_{\text{pg}} = m g h \qquad E_m = E_c + E_p$$

$$W = F d \cos \alpha \qquad \sum W = \Delta E_c \qquad W_{\vec{F}_g} = -\Delta E_{\text{pg}}$$

$$U = R I \qquad P = R I^2 \qquad U = \varepsilon - r I$$

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


---

### • Mecânica

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

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

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


---

### • Ondas e eletromagnetismo

$$\lambda = \frac{v}{f} \qquad \Phi_m = B A \cos \alpha \qquad |\varepsilon_i| = \frac{|\Delta \Phi_m|}{\Delta t}$$

$$n = \frac{c}{v} \qquad n_1 \sin \alpha_1 = n_2 \sin \alpha_2$$

# TABELA PERIÓDICA DOS ELEMENTOS QUÍMICOS

												<b>18</b>					
<b>1</b>	<b>2</b>																
1 <b>H</b> 1,01												2 <b>He</b> 4,00					
3 <b>Li</b> 6,94	4 <b>Be</b> 9,01	Número atômico <b>Elemento</b> Massa atômica relativa										9 <b>F</b> 19,00					
11 <b>Na</b> 22,99	12 <b>Mg</b> 24,31											17 <b>Cl</b> 35,45					
19 <b>K</b> 39,10	20 <b>Ca</b> 40,08	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	13	14	15	16	17	
		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> 65,38	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>Zr</b> 91,22	41 <b>Nb</b> 92,91	42 <b>Mo</b> 95,95	43 <b>Tc</b>	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>Xe</b> 131,29
55 <b>Cs</b> 132,91	56 <b>Ba</b> 137,33	57-71 <b>Lantanídeos</b>	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>	89-103 <b>Actinídeos</b>	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>	62 <b>Sm</b> 150,36	63 <b>Eu</b> 151,96	64 <b>Gd</b> 157,25	65 <b>Tb</b> 158,93	66 <b>Dy</b> 162,50	67 <b>Ho</b> 164,93	68 <b>Er</b> 167,26	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> 232,04	91 <b>Pa</b> 231,04	92 <b>U</b> 238,03	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>			

## GRUPO I

A atmosfera terrestre, constituída maioritariamente por nitrogénio,  $N_2$ , e oxigénio,  $O_2$ , contém também outros gases, como o árgon, Ar, o dióxido de carbono,  $CO_2$ , e a água,  $H_2O$ .

1. Na Terra, praticamente todos os átomos de nitrogénio têm número de massa 14 ou 15.

A massa de um átomo de nitrogénio será, em média, \_\_\_\_\_ vezes maior do que a massa de um átomo de carbono-12, sendo o isótopo mais abundante do nitrogénio o \_\_\_\_\_ .

(A) 14,01 ...  $^{14}N$

(B) 1,17 ...  $^{15}N$

(C) 1,17 ...  $^{14}N$

(D) 14,01 ...  $^{15}N$

2. O raio atómico do oxigénio é menor do que o raio atómico do nitrogénio, uma vez que, comparando estes dois átomos, o de oxigénio tem \_\_\_\_\_ carga nuclear, distribuindo-se os seus eletrões, no estado fundamental, \_\_\_\_\_ número de níveis de energia.

(A) maior ... por um menor

(B) maior ... pelo mesmo

(C) menor ... por um menor

(D) menor ... pelo mesmo

3. Qual é a geometria da molécula de  $CO_2$ ?

4. Considere uma amostra de ar que contém, no total, 3,0 mol de moléculas. A fração molar de  $CO_2$  nessa amostra é  $4,2 \times 10^{-4}$ .

Quantas moléculas de  $CO_2$  existem nessa amostra?

(A)  $8,4 \times 10^{19}$

(B)  $7,6 \times 10^{20}$

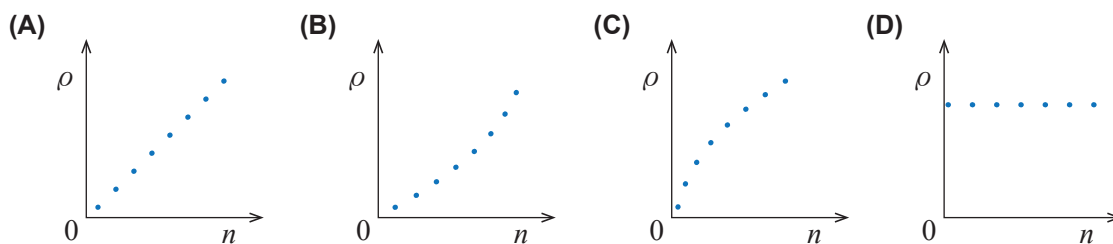
(C)  $4,8 \times 10^{26}$

(D)  $4,3 \times 10^{27}$

5. Considere várias amostras retiradas de uma mesma mistura gasosa constituída apenas por  $N_2$  (g) e por  $O_2$  (g). As amostras têm massas diferentes, apresentando todas um teor de 21,2%, em volume, de  $O_2$  (g).

5.1. Admita que as amostras estão nas mesmas condições de pressão e de temperatura.

Qual dos esboços de gráfico pode representar a massa volúmica,  $\rho$ , das amostras em função da quantidade de matéria,  $n$ , existente nessas amostras?



5.2. Uma das amostras tem massa 4,0 g.

Determine a massa de  $N_2$  nessa amostra.

Explicite o seu raciocínio, indicando todos os cálculos efetuados.

6. A água, presente nos estados sólido, líquido e gasoso na atmosfera terrestre, é uma substância peculiar, pois as propriedades que a caracterizam, como a variação de entalpia de vaporização e a capacidade térmica mássica, apresentam valores muito diferentes dos que seriam expectáveis.

6.1. A condensação de vapor de água envolve \_\_\_\_\_ de energia, uma vez que ocorre com \_\_\_\_\_ de ligações intermoleculares.

(A) libertação ... formação

(B) libertação ... quebra

(C) absorção ... formação

(D) absorção ... quebra

6.2. Para vaporizar uma amostra de água que se encontre à temperatura de ebulição, à pressão atmosférica normal, é necessário 7,2 vezes mais energia do que para aquecer essa amostra de 25 °C até 100 °C.

A energia envolvida na vaporização de 1,0 g de água que se encontra à temperatura de ebulição será, aproximadamente,

(A)  $3,0 \times 10^3$  J

(B)  $2,3 \times 10^3$  J

(C)  $3,0 \times 10^6$  J

(D)  $2,3 \times 10^6$  J

6.3. Uma esfera metálica é aquecida e, a seguir, mergulhada em água fria contida num calorímetro. Admita que o sistema *esfera + água* se comporta como um sistema isolado.

Considere que a massa da esfera é igual à massa da água contida no calorímetro e que a capacidade térmica mássica do metal constituinte da esfera é menor do que a capacidade térmica mássica da água.

Num mesmo intervalo de tempo, a energia cedida pela esfera será \_\_\_\_\_ energia absorvida pela água, sendo a diminuição da temperatura da esfera \_\_\_\_\_ do que o aumento da temperatura da água.

(A) menor do que a ... maior

(B) menor do que a ... menor

(C) igual à ... maior

(D) igual à ... menor

## GRUPO II

Um automóvel encontrava-se estacionado no cimo de uma rampa, como se representa na Figura 1 (que não está à escala), quando, acidentalmente, se destravou. Deslizou ao longo da rampa, com aceleração constante, até colidir com um motociclo que se encontrava parado.

Considere que, no movimento considerado, a resultante das forças dissipativas que atuaram no automóvel não foi desprezável, e considere que o automóvel pode ser representado pelo seu centro de massa (modelo da partícula material).

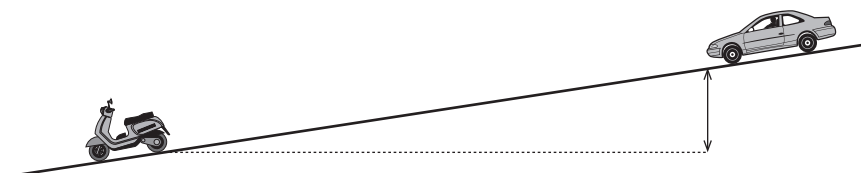


Figura 1

1. Considere a força  $\vec{F}$  que constitui um par ação-reação com a força normal exercida pela rampa no automóvel.

A força  $\vec{F}$  está aplicada \_\_\_\_\_, sendo a sua intensidade \_\_\_\_\_ intensidade da força gravítica que atua no automóvel.

- (A) na rampa ... menor do que a                      (B) na rampa ... igual à  
(C) no automóvel ... menor do que a                (D) no automóvel ... igual à

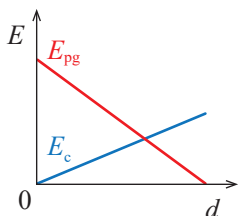
2. Para uma mesma distância percorrida sobre a rampa, o trabalho realizado pela força gravítica que atua no automóvel

- (A) não depende da inclinação da rampa, mas depende da massa do automóvel.  
(B) não depende da inclinação da rampa nem da massa do automóvel.  
(C) depende da inclinação da rampa e da massa do automóvel.  
(D) depende da inclinação da rampa, mas não depende da massa do automóvel.

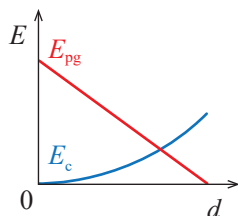
3. Nas opções seguintes, apresenta-se o esboço do gráfico da energia potencial gravítica,  $E_{pg}$ , do sistema *automóvel + Terra* (em relação a um determinado nível de referência) em função da distância,  $d$ , percorrida pelo automóvel sobre a rampa.

Em qual das opções está também representado o esboço do gráfico da energia cinética,  $E_c$ , do automóvel em função da distância,  $d$ , percorrida pelo automóvel sobre a rampa?

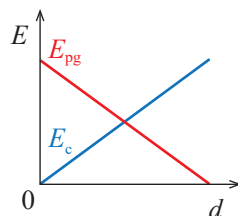
(A)



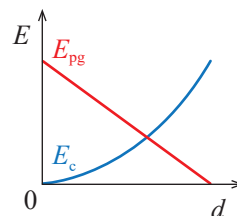
(B)



(C)



(D)



4. O automóvel, de massa  $1,2 \times 10^3$  kg, deslizou 80 m ao longo da rampa até colidir com o motociclo. A análise do acidente permitiu determinar que o módulo da velocidade do automóvel no instante da colisão era  $7,5 \text{ m s}^{-1}$ .

Considere que o desnível entre as posições inicial e final do automóvel era 7,0 m.

- 4.1. Determine o tempo que o automóvel demorou a percorrer aquela distância sobre a rampa, a partir de um esboço do gráfico do módulo da velocidade do automóvel em função do tempo (apresente esse esboço).

Mostre como chegou ao valor solicitado.

- 4.2. Determine, a partir de considerações energéticas, a intensidade da resultante das forças dissipativas que atuaram no automóvel paralelamente ao deslocamento.

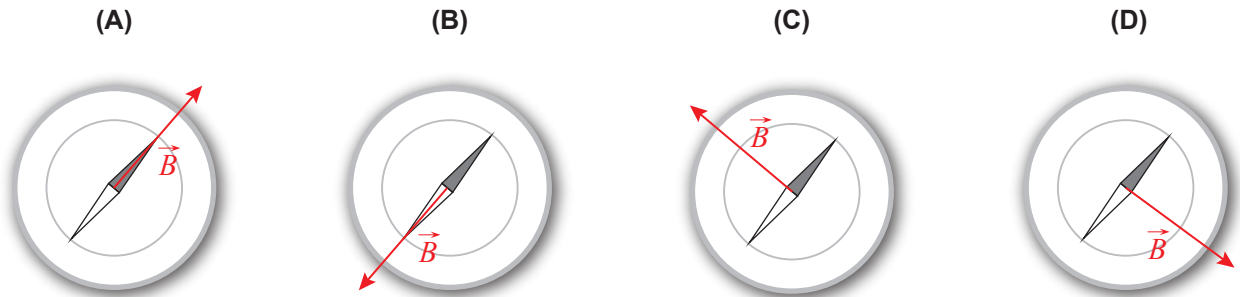
Explícite o seu raciocínio, indicando todos os cálculos efetuados.



### GRUPO III

1. Considere a agulha magnética, em equilíbrio, de uma bússola que se encontra num plano horizontal.

Em qual dos esquemas seguintes, nos quais o polo norte da agulha está assinalado a cinzento, está representada a componente horizontal do campo magnético,  $\vec{B}$ , na posição em que a bússola se encontra?



2. O circuito elétrico representado na Figura 2 é constituído por um gerador ideal (um gerador cuja resistência interna pode ser considerada nula), um reóstato T e um interruptor.

Conclua como varia a potência dissipada no reóstato T quando a resistência elétrica introduzida por esse reóstato aumenta.

Mostre como chegou à conclusão solicitada.

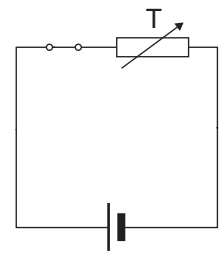


Figura 2

3. As baleias comunicam através de sons que podem ser registados por hidrofones (sensores de pressão) e por sismómetros (sensores de velocidade) instalados no fundo do mar.

3.1. Algumas baleias emitem um som com uma frequência praticamente constante, designado *backbeat*.

Na Figura 3, apresenta-se o registo de um sinal elétrico, obtido por um hidrofone, de parte de um *backbeat*. No eixo horizontal representa-se o tempo em ms.

A frequência deste *backbeat* está contida no intervalo

- (A) [36, 39] Hz
- (B) [8, 11] Hz
- (C) [53, 56] Hz
- (D) [17, 20] Hz

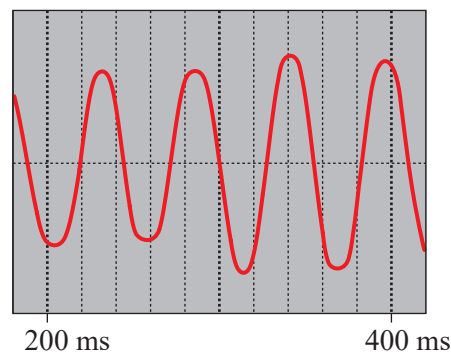


Figura 3

3.2. As baleias podem ser localizadas a partir da refração dos sons por elas emitidos.

Considere um som emitido por uma baleia, que se propaga inicialmente na água do mar e que, depois, se passa a propagar nos sedimentos do fundo do mar.

Na Figura 4 (que não está à escala), representam-se as direções de propagação do som detetado pelo sismómetro S.

Considere que o índice de refração de um meio, para um som, é

$$n_{\text{meio}} = \frac{k}{v_{\text{meio}}}$$

em que  $k$  é uma constante e  $v_{\text{meio}}$  é o módulo da velocidade de propagação do som no meio considerado:  $1,5 \text{ km s}^{-1}$  na água do mar e  $1,8 \text{ km s}^{-1}$  nos sedimentos considerados.

Determine a distância a que a baleia se encontra do sismómetro S.

Explícite o seu raciocínio, indicando todos os cálculos efetuados.

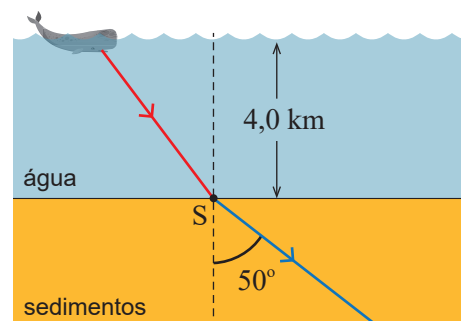


Figura 4

## GRUPO IV

Io, Europa, Ganimedes e Calisto são satélites de Júpiter que foram descobertos por Galileu, no início do século XVII.

Considere o movimento de translação destes satélites em torno de Júpiter e admita que as órbitas por eles descritas são aproximadamente circulares.

1. A aceleração de um satélite no seu movimento de translação em torno de Júpiter

- (A) depende do raio da órbita e da massa do satélite.
- (B) depende do raio da órbita, mas não depende da massa do satélite.
- (C) não depende do raio da órbita nem da massa do satélite.
- (D) não depende do raio da órbita, mas depende da massa do satélite.

2. A massa de Júpiter pode ser determinada a partir de uma relação entre os períodos de translação,  $T$ , dos seus satélites e os raios,  $r$ , das órbitas por estes descritas, verificando-se que  $T^2$  varia linearmente com  $r^3$ .

Na tabela seguinte, apresentam-se os valores de  $r^3$  e de  $T^2$  dos satélites de Júpiter descobertos por Galileu.

Satélites	$r^3 / \text{m}^3$	$T^2 / \text{s}^2$
Io	$7,50 \times 10^{25}$	$2,34 \times 10^{10}$
Europa	$30,2 \times 10^{25}$	$9,41 \times 10^{10}$
Ganimedes	$123 \times 10^{25}$	$38,2 \times 10^{10}$
Calisto	$667 \times 10^{25}$	$208 \times 10^{10}$

Determine a massa de Júpiter.

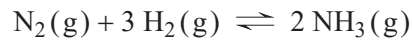
Na resposta:

- deduza a expressão de  $T^2$  em função de  $r^3$ , a partir da segunda lei de Newton e da lei da gravitação universal;
- apresente a equação da reta de ajuste ao gráfico de  $T^2$  em função de  $r^3$  (despreze a ordenada na origem);
- calcule o valor solicitado.

Explicita o seu raciocínio, indicando todos os cálculos efetuados.

## GRUPO V

O nitrogénio,  $N_2(g)$ , e o hidrogénio,  $H_2(g)$ , são utilizados na síntese do amoníaco,  $NH_3(g)$ , traduzida por



Considere um sistema químico de volume variável que contém apenas estas três substâncias.

Na Figura 5, apresenta-se o gráfico da quantidade,  $n$ , de cada uma das substâncias em função do tempo,  $t$ , a uma temperatura constante,  $T$ .

O sistema químico foi perturbado num instante entre  $t_1$  e  $t_2$ , tendo-se alterado a quantidade de uma das substâncias, a pressão constante. O sistema químico foi novamente perturbado num instante entre  $t_3$  e  $t_4$ .

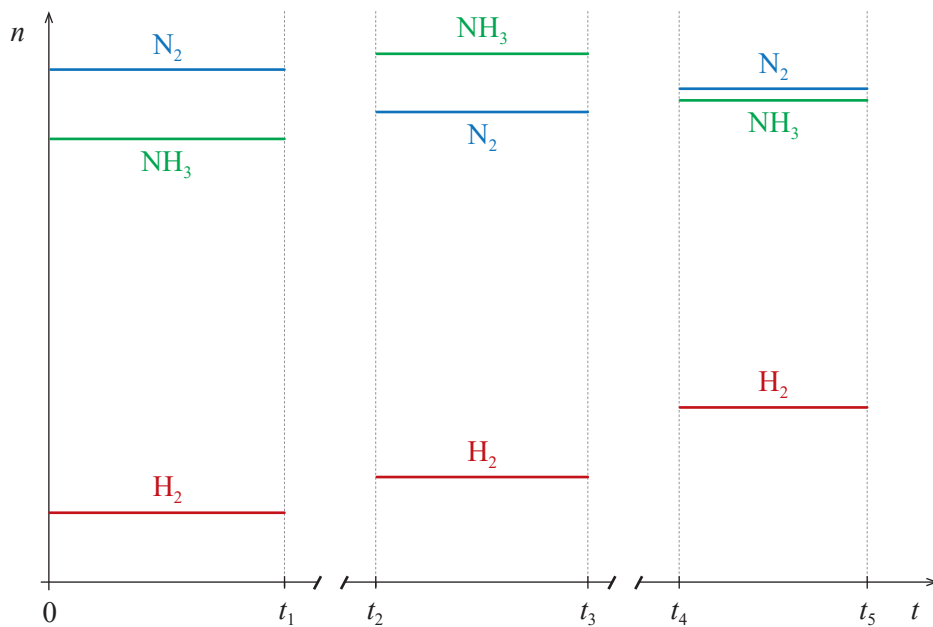


Figura 5

1. Identifique a perturbação aplicada ao sistema químico considerado, no intervalo de tempo  $[t_1, t_2]$ , indicando a substância cuja quantidade foi alterada e se essa substância foi introduzida ou removida do sistema.
2. Conclua, fundamentando, se o quociente da reação no intervalo de tempo  $[t_2, t_3]$  é superior, inferior ou igual ao quociente da reação no intervalo de tempo  $[t_4, t_5]$ .

Escreva um texto estruturado, utilizando linguagem científica adequada.

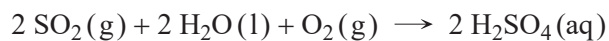
3. A reação de síntese do amoníaco, sendo uma reação de

- (A) ácido-base, ocorre com transferência de elétrões.
- (B) oxidação-redução, ocorre com transferência de elétrões.
- (C) ácido-base, ocorre com transferência de protões.
- (D) oxidação-redução, ocorre com transferência de protões.

## GRUPO VI

A emissão de óxidos de enxofre para a atmosfera, entre os quais o dióxido de enxofre,  $\text{SO}_2$  (g), dá origem ao ácido sulfúrico,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (aq), presente nas chuvas ácidas.

1. A formação de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (aq) a partir de  $\text{SO}_2$  (g) pode ser globalmente traduzida por



Nesta reação, o enxofre

- (A) oxida-se, e o seu número de oxidação aumenta.
- (B) oxida-se, e o seu número de oxidação diminui.
- (C) reduz-se, e o seu número de oxidação aumenta.
- (D) reduz-se, e o seu número de oxidação diminui.

2. O ácido sulfúrico é um ácido diprótico que se ioniza em água em duas etapas sucessivas, traduzidas por



O ião  $\text{HSO}_4^-$ , ao \_\_\_\_\_ um protão, transforma-se na sua base conjugada, a espécie \_\_\_\_\_ .

(A) receber ...  $\text{H}_2\text{SO}_4$

(B) receber ...  $\text{SO}_4^{2-}$

(C) ceder ...  $\text{H}_2\text{SO}_4$

(D) ceder ...  $\text{SO}_4^{2-}$

3. A Figura 6 apresenta a curva da titulação de 10,00 cm<sup>3</sup> de uma solução de ácido sulfúrico, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (aq), com uma solução padrão de hidróxido de sódio, NaOH (aq), de concentração 5,00 × 10<sup>-2</sup> mol dm<sup>-3</sup>.

A reação que ocorre pode ser traduzida por

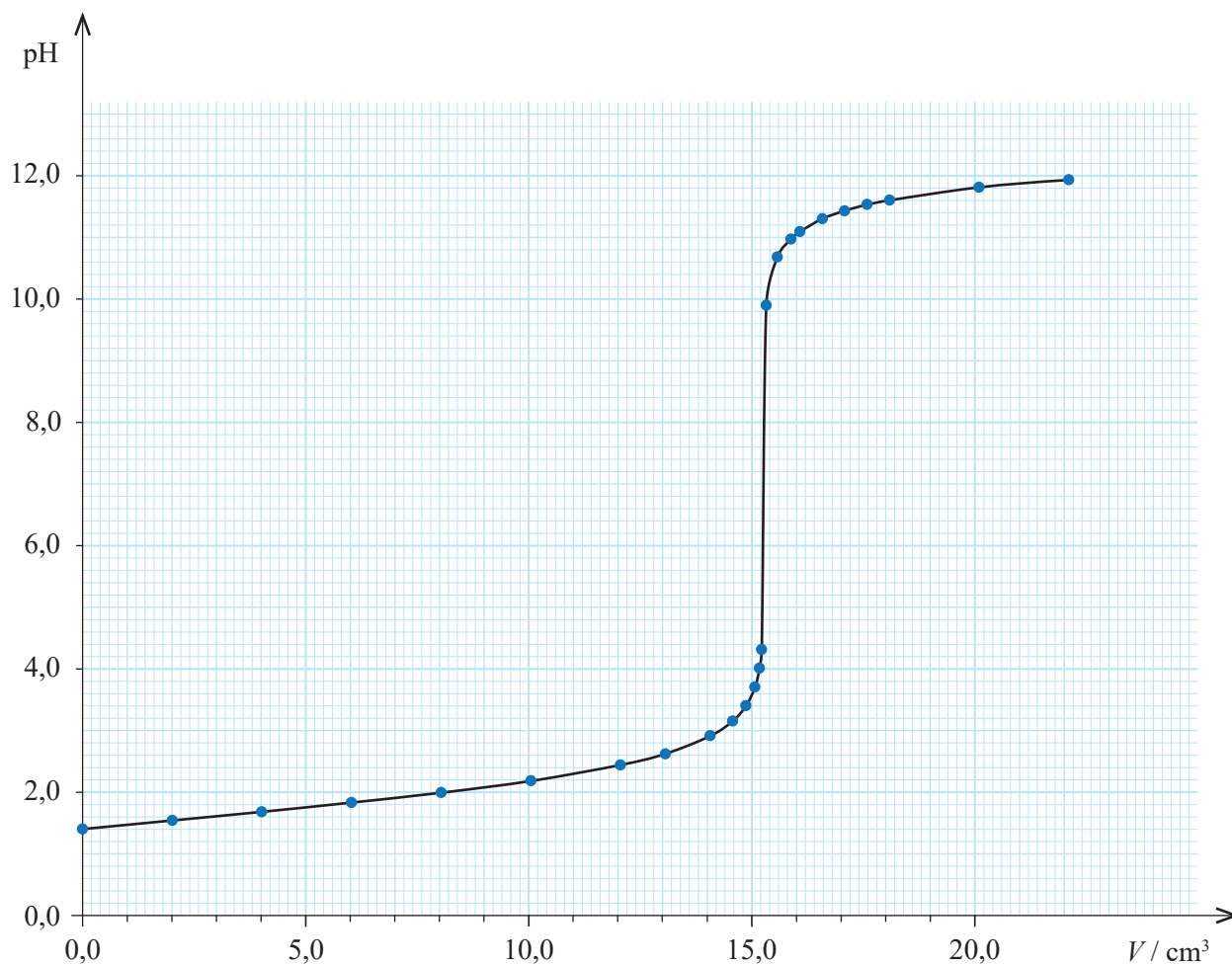
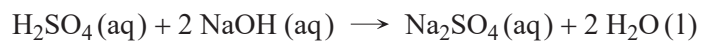


Figura 6

Determine a concentração da solução de ácido sulfúrico.

Explícite o seu raciocínio, indicando todos os cálculos efetuados.

**FIM**

## COTAÇÕES

As pontuações obtidas nas respostas a estes 8 itens contribuem obrigatoriamente para a classificação final da prova.	Grupo								Subtotal
	I	I	I	I	I	II	II	III	
	2.	4.	5.1.	5.2.	6.3.	2.	4.2.	2.	
Cotação (em pontos)	8 x 10 pontos								80
Destes 18 itens, contribuem para a classificação final da prova os 12 itens cujas respostas obtenham melhor pontuação.	Grupo I								Subtotal
	1.	3.	6.1.	6.2.					
	Grupo II								
	1.	3.	4.1.						
	Grupo III								
	1.	3.1.	3.2.						
	Grupo IV								
	1.	2.							
	Grupo V								
	1.	2.	3.						
Grupo VI									
1.	2.	3.							
Cotação (em pontos)	12 x 10 pontos								120
<b>TOTAL</b>									<b>200</b>