

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

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

15 Páginas

VERSÃO 2

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

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18																																																																				
1 H 1,01	2 He 4,00	3 Li 6,94	4 Be 9,01	Número atômico Elemento Massa atômica relativa		11 Na 22,99	12 Mg 24,31	13 Al 26,98	14 Si 28,09	15 P 30,97	16 S 32,06	17 Cl 35,45	18 Ar 39,95	19 K 39,10	20 Ca 40,08	21 Sc 44,96	22 Ti 47,87	23 V 50,94	24 Cr 52,00	25 Mn 54,94	26 Fe 55,85	27 Co 58,93	28 Ni 58,69	29 Cu 63,55	30 Zn 65,38	31 Ga 69,72	32 Ge 72,63	33 As 74,92	34 Se 78,97	35 Br 79,90	36 Kr 83,80	37 Rb 85,47	38 Sr 87,62	39 Y 88,91	40 Zr 91,22	41 Nb 92,91	42 Mo 95,95	43 Tc	44 Ru 101,07	45 Rh 102,91	46 Pd 106,42	47 Ag 107,87	48 Cd 112,41	49 In 114,82	50 Sn 118,71	51 Sb 121,76	52 Te 127,60	53 I 126,90	54 Xe 131,29	55 Cs 132,91	56 Ba 137,33	57-71 Lantanídeos	72 Hf 178,49	73 Ta 180,95	74 W 183,84	75 Re 186,21	76 Os 190,23	77 Ir 192,22	78 Pt 195,08	79 Au 196,97	80 Hg 200,59	81 Tl 204,38	82 Pb 207,2	83 Bi 208,98	84 Po	85 At	86 Rn	87 Fr	88 Ra	89-103 Actinídeos	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Nh	114 Fl	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og
57 La 138,91	58 Ce 140,12	59 Pr 140,91	60 Nd 144,24	61 Pm	62 Sm 150,36	63 Eu 151,96	64 Gd 157,25	65 Tb 158,93	66 Dy 162,50	67 Ho 164,93	68 Er 167,26	69 Tm 168,93	70 Yb 173,05	71 Lu 174,97	89 Ac	90 Th 232,04	91 Pa 231,04	92 U 238,03	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr																																																								

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 ... ^{15}N

(B) 14,01 ... ^{14}N

(C) 1,17 ... ^{15}N

(D) 1,17 ... ^{14}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 ... pelo mesmo

(B) maior ... por um menor

(C) menor ... pelo mesmo

(D) menor ... por um menor

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

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

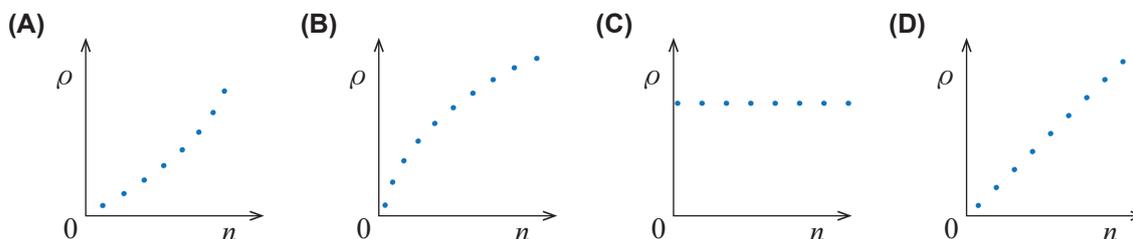
(C) $8,4 \times 10^{19}$

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

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, ρ , 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.

Explícite 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) absorção ... quebra
- (B) libertação ... formação
- (C) libertação ... quebra
- (D) absorção ... formação

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) $2,3 \times 10^6$ J
- (B) $3,0 \times 10^6$ J
- (C) $2,3 \times 10^3$ J
- (D) $3,0 \times 10^3$ 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) igual à ... maior
- (B) igual à ... menor
- (C) menor do que a ... menor
- (D) menor do que a ... maior

Página em branco

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).

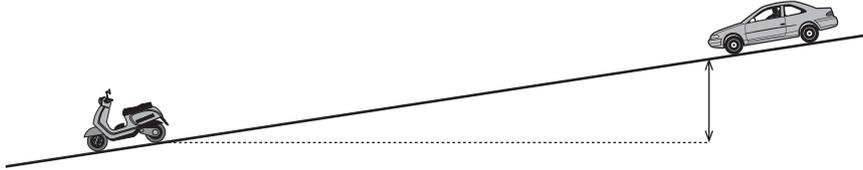


Figura 1

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

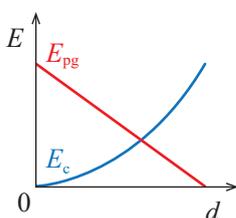
2. Para uma mesma distância percorrida sobre a rampa, o trabalho realizado pela força gravítica que atua no automóvel

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

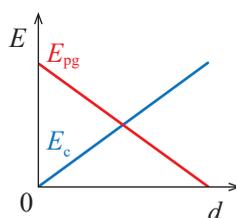
3. Nas opções seguintes, apresenta-se o esboço do gráfico da energia potencial gravítica, E_{pg} , do sistema *automóvel + Terra* (em relação a um determinado nível de referência) em função da distância, d , percorrida pelo automóvel sobre a rampa.

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?

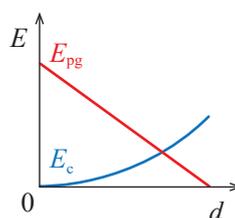
(A)



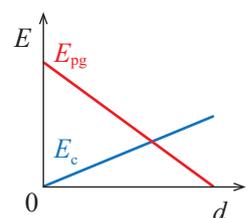
(B)



(C)



(D)



4. O automóvel, de massa $1,2 \times 10^3 \text{ kg}$, 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.

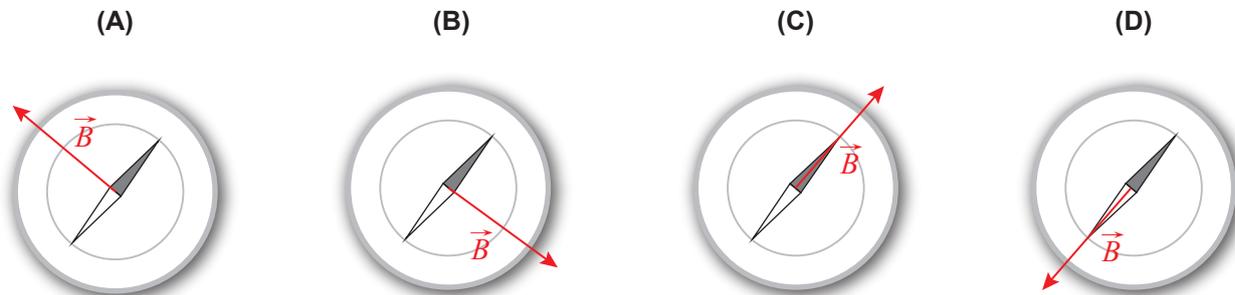
- 4.2. Determine, a partir de considerações energéticas, a intensidade da resultante das forças dissipativas que atuaram no automóvel paralelamente ao deslocamento.

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.

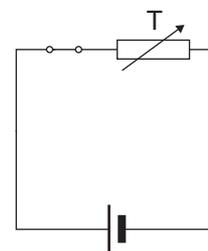


Figura 2

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

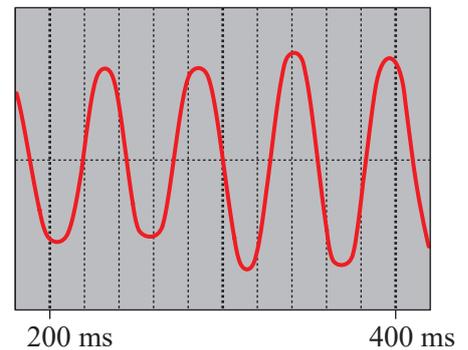


Figura 3

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_{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.

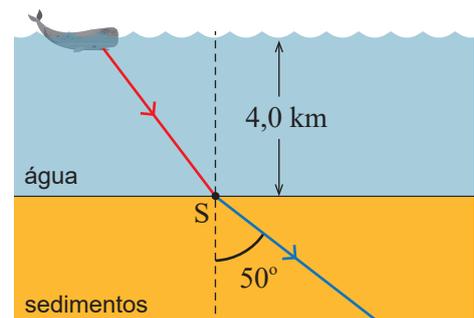


Figura 4

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) não depende do raio da órbita nem da massa do satélite.
- (B) depende do raio da órbita e da massa do satélite.
- (C) não depende do raio da órbita, mas depende da massa do satélite.
- (D) depende do raio da órbita, mas não 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 / m^3	T^2 / 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	123×10^{25}	$38,2 \times 10^{10}$
Calisto	667×10^{25}	208×10^{10}

Determine a massa de Júpiter.

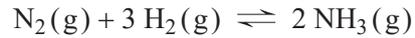
Na resposta:

- 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.

Explicito 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 .

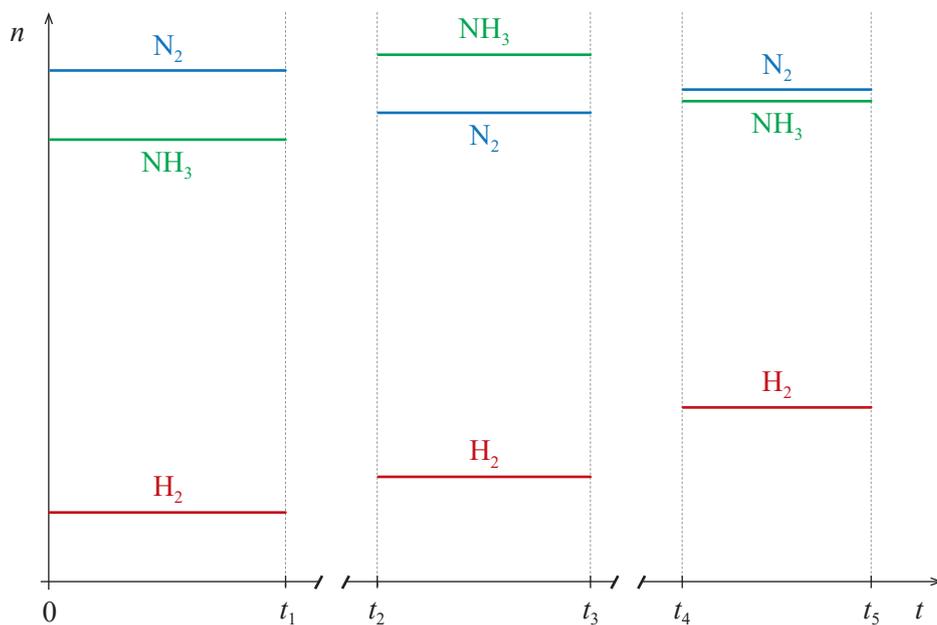


Figura 5

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

GRUPO VI

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

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



Nesta reação, o enxofre

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

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



O ião HSO_4^- , ao _____ um protão, transforma-se na sua base conjugada, a espécie _____.

- (A) ceder ... SO_4^{2-}
- (B) ceder ... H_2SO_4
- (C) receber ... H_2SO_4
- (D) receber ... SO_4^{2-}

3. A Figura 6 apresenta a curva da titulação de 10,00 cm³ de uma solução de ácido sulfúrico, H₂SO₄ (aq), com uma solução padrão de hidróxido de sódio, NaOH (aq), de concentração 5,00 × 10⁻² mol dm⁻³.

A reação que ocorre pode ser traduzida por

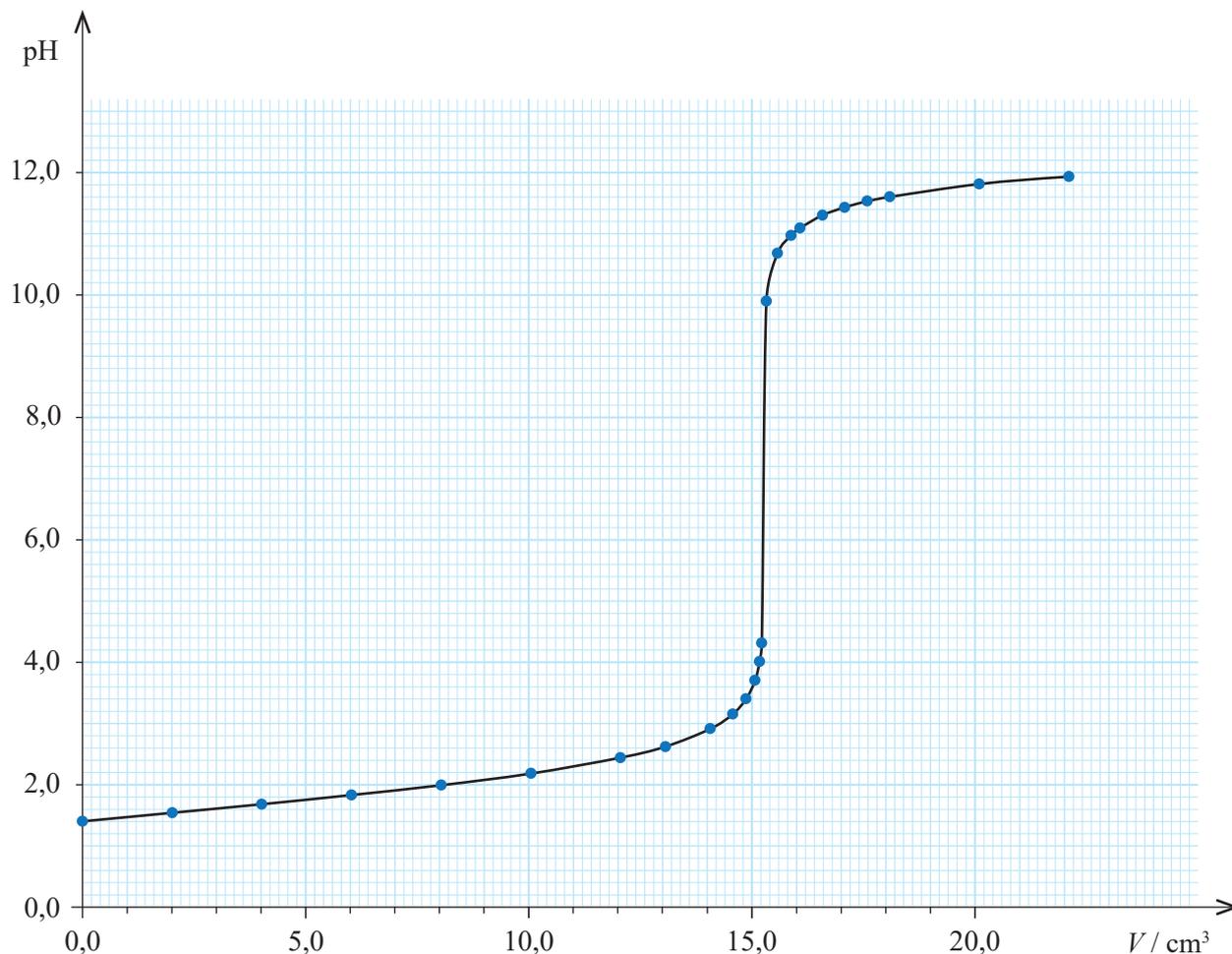
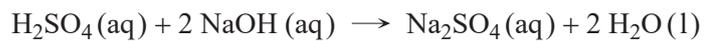


Figura 6

Determine a concentração da solução de ácido sulfúrico.

Explicite 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 2.	I 4.	I 5.1.	I 5.2.	I 6.3.	II 2.	II 4.2.	III 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
TOTAL									200

Prova 715
2.^a Fase
VERSÃO 2