

Exame Final Nacional de Física e Química A
Prova 715 | 1.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 – 2.1.**, **I – 3.1.**, **I – 3.2.1.**, **II – 1.3.1.**, **II – 2.**, **III – 3.**, **IV – 2.** e **IV – 5.2.**). 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	Número atômico Elemento Massa atômica relativa										18						
		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																	
11 Na 22,99	12 Mg 24,31																	
19 K 39,10	20 Ca 40,08	21 Sc 44,96	22 Ti 47,87	23 V 50,94	24 Cr 52,00	25 Mn 54,94	26 Fe 55,85	27 Co 58,93	28 Ni 58,69	29 Cu 63,55	30 Zn 65,38	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

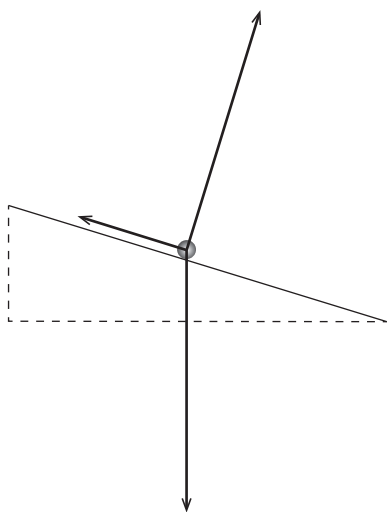
Recriando uma das famosas experiências realizadas por Galileu, estudou-se o movimento de translação de uma esfera largada sobre um plano inclinado.

Considere que a esfera pode ser representada pelo seu centro de massa (modelo da partícula material).

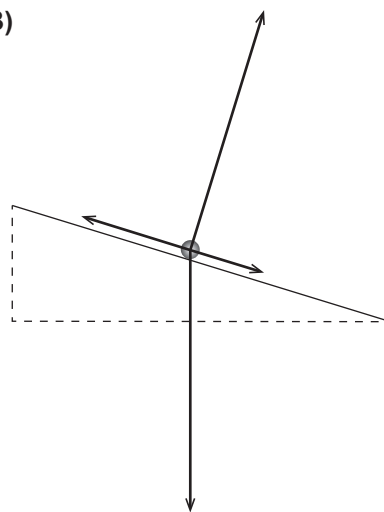
Admita que, em cada ensaio realizado, o módulo da velocidade da esfera aumentou proporcionalmente com o tempo decorrido e que a resultante das forças de atrito que atuaram na esfera não foi desprezável.

1. Qual dos diagramas pode representar, na mesma escala, as forças que atuam na esfera durante a descida no plano inclinado?

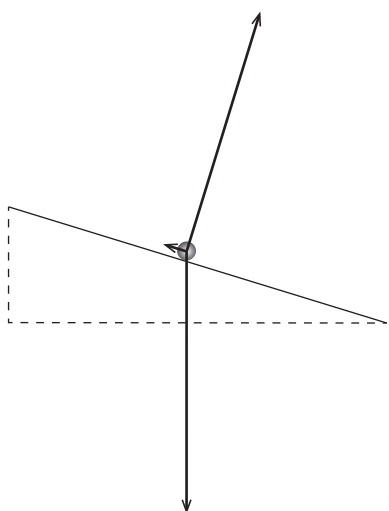
(A)



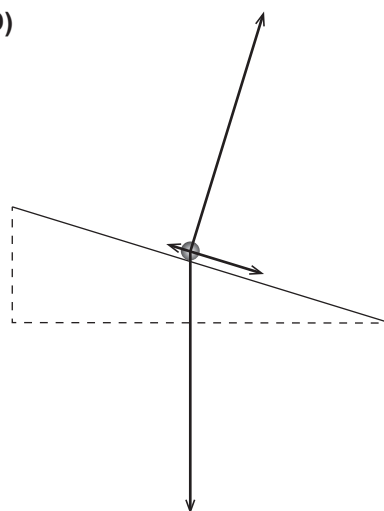
(B)



(C)



(D)



2. Na recriação da experiência de Galileu, foi utilizado um plano inclinado, de comprimento L , que está esquematizado na Figura 1.

Em dois dos ensaios realizados, a esfera foi largada de duas posições diferentes, A e B, tendo-se medido o tempo que a esfera demorou a atingir a posição C.

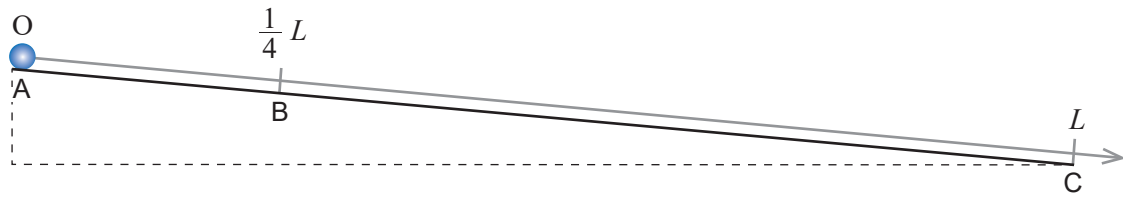


Figura 1

- 2.1. O trabalho realizado pela força gravítica que atua na esfera, desde a posição de onde é largada até à posição C, _____ da posição inicial _____ da intensidade da resultante das forças de atrito que atuam na esfera.

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

- 2.2. Considere que t_A e t_B são os tempos que a esfera demora a atingir a posição C quando é largada das posições A e B, respetivamente.

Determine o quociente desses tempos.

Mostre como chegou ao valor solicitado.

3. Os tempos de descida da esfera sobre o plano inclinado foram medidos indiretamente a partir dos volumes de água vertidos por uma bureta. Assim, em cada ensaio realizado, abriu-se a torneira da bureta no instante em que a esfera foi largada sobre o plano inclinado e fechou-se a torneira da bureta no instante em que a esfera atingiu a base do plano.

3.1. Na Figura 2, reproduzem-se duas fotografias (I e II) de parte da bureta, graduada em cm^3 , nas quais se observa o nível da água no início (I) e no final (II) de um dos ensaios.

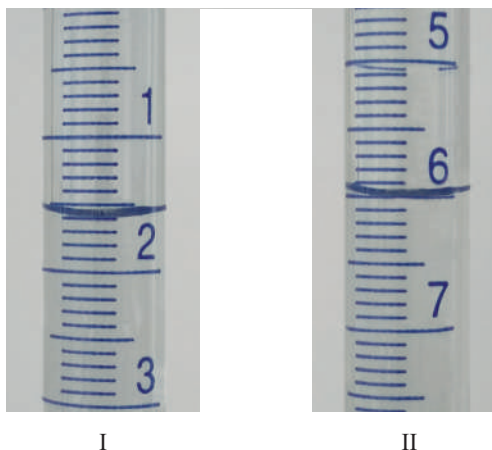


Figura 2

Qual foi o volume de água escoado nesse ensaio?

Apresente o valor solicitado com o número correto de algarismos significativos.

- 3.2. Considere que, nos ensaios realizados, a bureta vertia, aproximadamente, $1,6 \text{ cm}^3$ de água em cada segundo.

A massa volúmica da água, nas condições em que foram realizados esses ensaios, é $1,0 \text{ g cm}^{-3}$.

3.2.1. Quantas moléculas de água foram, aproximadamente, vertidas pela bureta em cada segundo?

- (A) $3,8 \times 10^{23}$
- (B) $5,3 \times 10^{22}$
- (C) $9,6 \times 10^{23}$
- (D) $6,8 \times 10^{24}$

3.2.2. Na tabela seguinte, estão registadas as distâncias, d , percorridas pela esfera, largada de diferentes posições sobre o plano inclinado, e os volumes, V , de água vertidos até a esfera atingir a base do plano.

d / m	V / cm^3
3,00	5,60
2,50	5,00
2,00	4,55
1,50	3,90
1,00	3,20

Determine o módulo da aceleração da esfera, em m s^{-2} , a partir da equação da reta de ajuste a um gráfico adequado.

Na resposta:

- apresente uma tabela com os valores a utilizar na construção do gráfico, identificando as variáveis consideradas;
- apresente a equação da reta de ajuste a esse gráfico;
- calcule o valor solicitado.

Explícite o seu raciocínio, indicando todos os cálculos efetuados.

GRUPO II

1. Na Figura 3, apresentam-se os gráficos do módulo da velocidade, v , de duas gotas de água, A e B, de diferentes diâmetros, em queda vertical, em função da distância, d , percorrida pelas gotas.

Considere que as gotas de água podem ser representadas pelo seu centro de massa (modelo da partícula material).

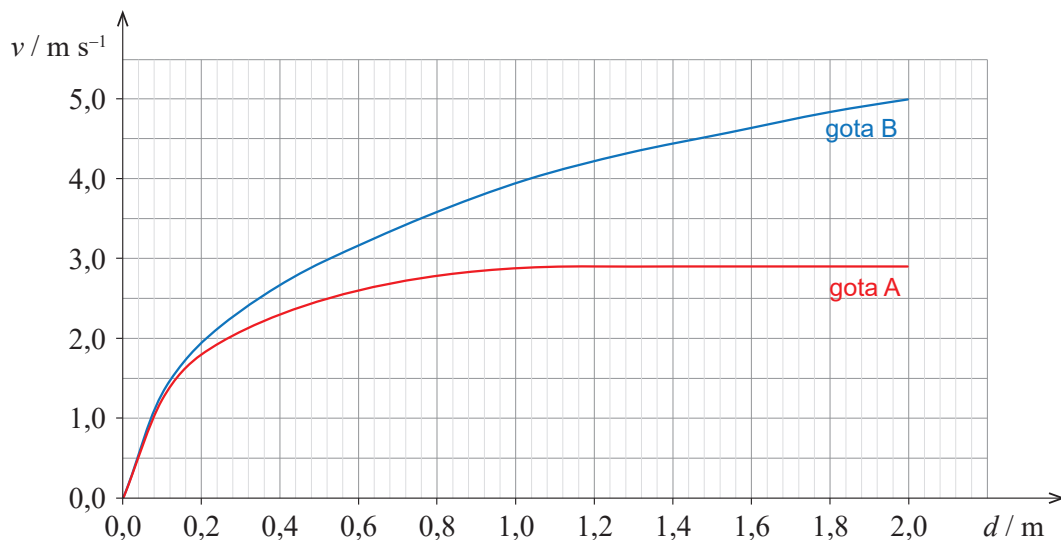


Figura 3

- 1.1. Considere o deslocamento total de 2,0 m da gota A.

Sejam \vec{F}_g e \vec{F}_{ar} as forças gravítica e de resistência do ar, respetivamente, que atuam na gota A.

O trabalho realizado por \vec{F}_g é _____ variação da energia potencial gravítica do sistema *gota A + Terra* e é, em módulo, _____ do que o trabalho realizado por \vec{F}_{ar} .

- (A) igual à ... menor
(B) igual à ... maior
(C) simétrico da ... menor
(D) simétrico da ... maior

- 1.2. Conclua se a intensidade da resultante das forças que atuam na gota A é maior nos primeiros 0,1 m ou nos últimos 0,1 m da queda a que se refere o gráfico da Figura 3.

Mostre como chegou à conclusão solicitada.

1.3. A massa da gota B é $4,2 \times 10^{-3}$ g.

1.3.1. Determine a energia dissipada na queda de 2,0 m da gota B.

Explícite o seu raciocínio, indicando todos os cálculos efetuados.

1.3.2. Considere que, em determinadas condições, a variação de entalpia (mássica) de vaporização da água é $2,4 \text{ kJ g}^{-1}$.

A energia necessária para a vaporização da gota B, nessas condições, é

(A) 0,57 kJ

(B) 10 kJ

(C) 10 J

(D) 0,57 J

2. Considere que foi fornecida, à pressão de 1 atm, a mesma energia a uma gota de água e a uma amostra de ar com o dobro da massa dessa gota.

A essa pressão, a capacidade térmica mássica da água líquida é cerca de quatro vezes superior à capacidade térmica mássica do ar.

A variação de temperatura da gota, comparada com a variação de temperatura da amostra de ar, será, aproximadamente,

(A) duas vezes maior.

(B) duas vezes menor.

(C) oito vezes menor.

(D) oito vezes maior.

GRUPO III

1. Uma espira circular na proximidade de um ímã fixo roda num mesmo plano horizontal, em torno de um eixo vertical, z , que passa pelo centro da espira, C , como se esquematiza na Figura 4.

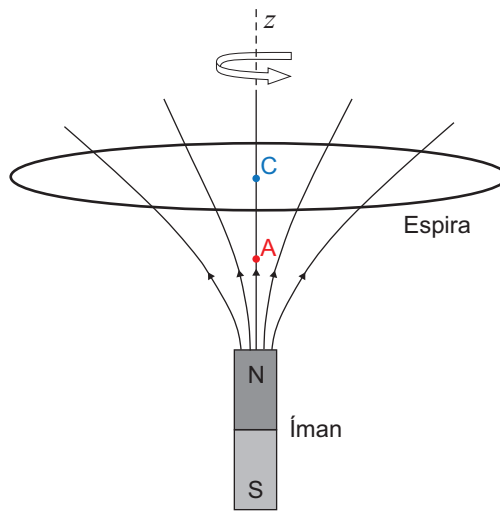


Figura 4

- 1.1. Na situação descrita, o fluxo magnético através da superfície plana delimitada pela espira _____, e a força eletromotriz induzida na espira _____ nula.

- (A) não varia ... não é
- (B) não varia ... é
- (C) varia ... é
- (D) varia ... não é

- 1.2. Os pontos A e C pertencem à mesma linha de campo magnético.

Nas figuras seguintes, está representado o campo magnético criado pelo ímã no ponto A, \vec{B}_A .

Em qual das figuras pode estar representado o campo magnético criado pelo ímã no ponto C, \vec{B}_C ?

(A)	(B)	(C)	(D)

2. Uma corrente elétrica é induzida numa bobina quando uma antena recebe um sinal eletromagnético de 800 kHz, emitido por uma estação de rádio.

Qual é o comprimento de onda, no ar, da onda associada à propagação daquele sinal?

- (A) $3,75 \times 10^2$ m (B) $2,67 \times 10^{-9}$ m (C) $3,75 \times 10^5$ km (D) $2,67 \times 10^{-6}$ km

3. Na Figura 5, está representado um circuito elétrico com:

- um gerador de força eletromotriz 9,20 V e resistência interna $2,0 \Omega$;
- um voltímetro ligado nos terminais do gerador;
- dois condutores, A e B, de resistências elétricas R_A e R_B , sendo $R_A = 3 R_B$.

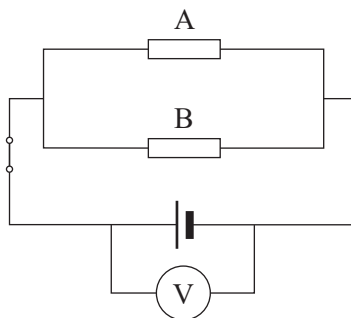


Figura 5

Determine a potência dissipada no condutor A quando o voltímetro marca 8,74 V.

Explícite o seu raciocínio, indicando todos os cálculos efetuados.

GRUPO IV

A concentração de dióxido de carbono, CO_2 , na atmosfera terrestre tem aumentado de forma muito significativa desde meados do século XIX. Para esse aumento têm contribuído, entre outros fatores, a crescente utilização de combustíveis fósseis e a desflorestação.

1. Na natureza, existem três isótopos de carbono: ^{12}C , ^{13}C e ^{14}C .

Átomos destes isótopos têm o mesmo número de

- (A) neutrões e massas diferentes.
- (B) neutrões e massas iguais.
- (C) prótons e massas iguais.
- (D) prótons e massas diferentes.

2. Compare o átomo de oxigénio com o átomo de carbono, ambos no estado fundamental.

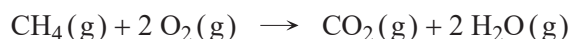
Os eletrões de valência do átomo de oxigénio são, em média, _____ atraídos pelo núcleo, tendo este átomo _____ raio atómico.

- (A) menos ... menor
- (B) mais ... maior
- (C) menos ... maior
- (D) mais ... menor

3. A molécula de CO_2 apresenta _____ eletrões de valência ligantes e _____ eletrões de valência não ligantes.

- (A) quatro ... oito
- (B) oito ... quatro
- (C) oito ... oito
- (D) quatro ... quatro

4. A combustão do metano, $\text{CH}_4(\text{g})$, pode ser traduzida por



- 4.1. Qual é a variação do número de oxidação do carbono na reação considerada?

- (A) +4
- (B) -4
- (C) +8
- (D) -8

4.2. Em muitas reações de combustão, que ocorrem em sistemas reais, o combustível não reage completamente, mesmo existindo $O_2(g)$ em excesso.

Considere que, numa reação de combustão de metano, por cada mole de $CH_4(g)$, 0,016 mol não reagiram, apesar de existir um excesso de 5,0% de $O_2(g)$.

Admita que, além da reação considerada, não ocorrem outras reações.

Determine, por cada mole de $CH_4(g)$, a quantidade de $O_2(g)$ que não reagiu.

Explícite o seu raciocínio, indicando todos os cálculos efetuados.

5. A curva de Keeling, obtida a partir de medidas rigorosas efetuadas no observatório de Mauna Loa, no Havai, evidencia o aumento da concentração de CO_2 na troposfera, nas últimas décadas.

A curva de Keeling representada na Figura 6 traduz a fração molar média de CO_2 , x_{CO_2} , em amostras de ar seco, em função do tempo, t , em anos, a , entre 1958 e 2018.

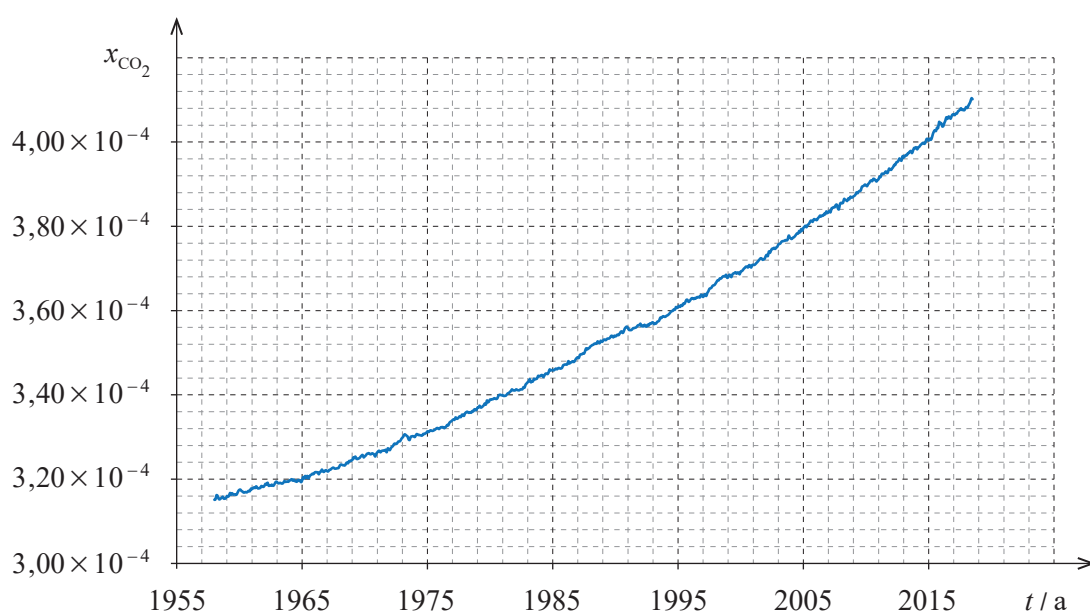


Figura 6

5.1. Qual foi o teor médio de CO_2 nas amostras recolhidas em 1965, em partes por milhão em volume?

(A) $3,20 \times 10^2$ ppm

(B) $3,20 \times 10^{-4}$ ppm

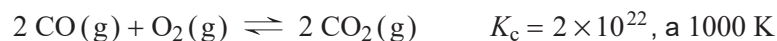
(C) $3,20 \times 10^6$ ppm

(D) $3,20 \times 10^{-2}$ ppm

5.2. Determine, a partir da curva de Keeling representada na Figura 6, a taxa temporal média, entre 1999 e 2015, de variação da massa de CO_2 por dm^3 de ar seco (medido em condições PTN), em $g\ dm^{-3}\ a^{-1}$.

Explícite o seu raciocínio, indicando todos os cálculos efetuados.

6. Considere a reação traduzida por



A ordem de grandeza da constante de equilíbrio, K_c , à temperatura considerada, indica que

- (A) ambos os reagentes se esgotam.
- (B) a reação tem rendimento muito elevado.
- (C) o produto da reação se forma muito rapidamente.
- (D) a formação dos produtos da reação é favorecida.

GRUPO V

O dióxido de carbono reage com a água, dando origem ao ácido carbónico, $\text{H}_2\text{CO}_3(\text{aq})$.

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



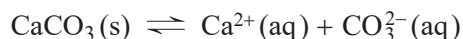
1. Apresente a expressão que traduz a constante de acidez, K_a , do ácido carbónico, definida para a reação (1).

2. A espécie HCO_3^- (aq) é a base conjugada de _____ e o ácido conjugado de _____ .

- (A) $\text{H}_2\text{CO}_3(\text{aq}) \dots \text{CO}_3^{2-}(\text{aq})$
- (B) $\text{CO}_3^{2-}(\text{aq}) \dots \text{H}_2\text{CO}_3(\text{aq})$
- (C) $\text{H}_2\text{CO}_3(\text{aq}) \dots \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
- (D) $\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \dots \text{H}_2\text{CO}_3(\text{aq})$

3. A preservação de estruturas vitais de alguns organismos marinhos, como as conchas, cujo principal componente é o carbonato de cálcio, CaCO_3 , depende do equilíbrio que se estabelece entre este sal sólido e os iões resultantes da sua dissolução em água.

Esta reação pode ser traduzida por



Preveja, fundamentando, se a diminuição do pH das águas dos oceanos contribui para a preservação das conchas ou, pelo contrário, para a sua dissolução.

Escreva um texto estruturado, utilizando linguagem científica adequada.

FIM

COTAÇÕES

As pontuações obtidas nas respostas a estes 8 itens contribuem obrigatoriamente para a classificação final da prova.	Grupo								Subtotal
	I	I	I	II	II	III	IV	IV	
	2.1.	3.1.	3.2.1.	1.3.1.	2.	3.	2.	5.2.	
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.	2.2.	3.2.2.						
	Grupo II								
	1.1.	1.2.	1.3.2.						
	Grupo III								
	1.1.	1.2.	2.						
	Grupo IV								
1.	3.	4.1.	4.2.	5.1.	6.				
Grupo V									
1.	2.	3.							
Cotação (em pontos)	12 x 10 pontos								120
TOTAL									200

Prova 715
1.^a Fase
VERSÃO 2