

EXAME NACIONAL DO ENSINO SECUNDÁRIO

11.º ou 12.º Ano de Escolaridade

(Decreto-Lei n.º 74/2004, de 26 de Março)

**Duração da prova: 120 minutos
2007**

2.ª FASE

PROVA ESCRITA DE FÍSICA E QUÍMICA A

VERSÃO 1

Na sua folha de respostas, indique claramente a versão da prova.

A ausência dessa indicação implica a anulação de todos os itens de escolha múltipla e de verdadeiro/falso.

Identifique claramente os itens a que responde.

Utilize apenas caneta ou esferográfica de tinta azul ou preta.

É interdito o uso de «esferográfica-lápis» e de corrector.

As cotações da prova encontram-se na página 16.

A prova inclui na página 3 uma Tabela de Constantes, nas páginas 3, 4 e 5 um Formulário e na página 6 uma Tabela Periódica.

Pode utilizar máquina de calcular gráfica.

Nos itens de escolha múltipla

- Indique, claramente, na sua folha de respostas, o NÚMERO do item e a LETRA da alternativa pela qual optou.
- É atribuída a classificação de zero pontos às respostas em que apresente:
 - mais do que uma opção (ainda que nelas esteja incluída a opção correcta);
 - o número e/ou a letra ilegíveis.
- Em caso de engano, este deve ser riscado e corrigido, à frente, de modo bem legível.

Nos itens em que seja solicitada a escrita de um texto, a classificação das respostas contempla aspectos relativos aos conteúdos, à organização lógico-temática e à terminologia científica.

Nos itens em que seja solicitado o cálculo de uma grandeza, **deverá apresentar todas as etapas de resolução**, ou seja, todos os raciocínios que tiver efectuado.

Os dados imprescindíveis à resolução de alguns itens específicos são indicados no final do seu enunciado, nos gráficos, nas figuras ou nas tabelas que lhes estão anexas ou, ainda, na Tabela de Constantes e no Formulário.

CONSTANTES

Velocidade de propagação da luz no vácuo	$c = 3,00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$
Módulo da aceleração gravítica de um corpo junto à superfície da Terra	$g = 10 \text{ m s}^{-2}$
Massa da Terra	$M_T = 5,98 \times 10^{24} \text{ kg}$
Constante da Gravitação Universal	$G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$
Constante de Avogadro	$N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Constante de Stefan-Boltzmann	$\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$
Produto iónico da água (a 25 °C)	$K_w = 1,00 \times 10^{-14}$
Volume molar de um gás (PTN)	$V_m = 22,4 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$

FORMULÁRIO

- **Concentração de solução** $c = \frac{n}{V}$
 n – quantidade de substância (soluto)
 V – volume de solução
- **Quantidade de substância** $n = \frac{m}{M}$
 M – massa molar
 m – massa
- **Massa volúmica** $\rho = \frac{m}{V}$
 m – massa
 V – volume
- **Número de partículas** $N = n N_A$
 n – quantidade de substância
 N_A – constante de Avogadro
- **Volume molar de um gás** $V_m = \frac{V}{n}$
 V – volume do gás
 n – quantidade de substância do gás
- **Relação entre pH e a concentração de H_3O^+** $\text{pH} = -\log \{ [\text{H}_3\text{O}^+] / \text{mol dm}^{-3} \}$
- **Conversão da temperatura**
(de grau Celsius para kelvin) $T / \text{K} = \theta / ^\circ\text{C} + 273,15$
(de grau Fahrenheit para grau Celsius) $\theta / ^\circ\text{C} = \frac{5}{9} (\theta / ^\circ\text{F} - 32)$
 T – temperatura absoluta
 θ – temperatura
- **Efeito fotoeléctrico** $E_{\text{inc}} = W + E_{\text{cin}}$
 E_{inc} – energia da radiação incidente no metal
 W – energia para remover um electrão do metal
 E_{cin} – energia cinética do electrão removido

V.S.F.F.

715.V1/3

- **Energia eléctrica fornecida por um gerador durante o intervalo de tempo Δt** $E = I U \Delta t$
 I – intensidade da corrente eléctrica no gerador
 U – diferença de potencial entre os terminais do gerador
- **Comprimento de onda** $\lambda = \frac{v}{f}$
 f – frequência do movimento ondulatório
 v – módulo da velocidade de propagação da onda
- **Lei de Stefan-Boltzmann** $P = e \sigma A T^4$
 P – potência total irradiada por um corpo
 e – emissividade do material de que é constituído o corpo
 σ – constante de Stefan-Boltzmann
 A – área da superfície do corpo
 T – temperatura absoluta do corpo
- **1.ª Lei da Termodinâmica** $\Delta U = W + Q + R$
 ΔU – variação da energia interna do sistema
 W – energia transferida para fora do sistema ou recebida do exterior como trabalho
 Q – energia transferida para fora do sistema ou recebida do exterior como calor
 R – energia transferida para fora do sistema ou recebida do exterior como radiação
- **Trabalho de uma força constante, \vec{F} , cujo ponto de aplicação se desloca de uma distância, d , numa trajectória rectilínea que faz um ângulo α com a direcção da força** $W = F d \cos \alpha$
- **Teorema da energia cinética** $\sum_i W_i = \Delta E_{\text{cin}}$
 $\sum_i W_i$ – soma dos trabalhos das forças que actuam num corpo, num determinado intervalo de tempo
 ΔE_{cin} – variação da energia cinética do corpo no mesmo intervalo de tempo
- **Lei de acção e reacção** $\vec{F}_{A,B} = -\vec{F}_{B,A}$
 $\vec{F}_{A,B}$ – força exercida pelo corpo A no corpo B
 $\vec{F}_{B,A}$ – força exercida pelo corpo B no corpo A
- **Módulo da força gravítica exercida pela massa pontual m_1 (m_2) na massa pontual m_2 (m_1)** $F_g = G \frac{m_1 m_2}{d^2}$
 G – constante da gravitação universal
 d – distância entre as duas massas
- **2.ª Lei de Newton** $\vec{F} = m \vec{a}$
 \vec{F} – resultante das forças que actuam num corpo de massa m
 \vec{a} – aceleração do centro de massa do corpo
- **Força eléctrica exercida num corpo com carga eléctrica q , num ponto em que existe um campo eléctrico \vec{E}** $\vec{F} = q \vec{E}$
- **Fluxo magnético que atravessa uma superfície de área A em que existe um campo magnético uniforme \vec{B}** $\Phi_m = BA \cos \theta$
 θ – ângulo entre a direcção do campo e a direcção perpendicular à superfície

- **Força electromotriz induzida numa espira metálica atravessada por um fluxo magnético Φ_m** $|\varepsilon_i| = \frac{|\Delta\Phi_m|}{\Delta t}$

- **Lei de Snell para a refacção** $\frac{\sin i}{\sin r} = n_{21}$
 i – ângulo de incidência
 r – ângulo de refacção
 n_{21} – razão dos índices de refacção, respectivamente, do meio em que se dá a refacção e do meio em que se dá a incidência

- **Equações do movimento unidimensional com aceleração constante**

$$v = v_0 + at$$

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

$$v^2 = v_0^2 + 2a(x - x_0)$$

$$x = x_0 + \frac{1}{2}(v_0 + v)t$$

x – posição; v – velocidade;

a – aceleração; t – tempo

TABELA PERIÓDICA DOS ELEMENTOS QUÍMICOS

1		2																13										18											
1	H																																						
2	He																																						
		Número atômico Elemento Massa atômica relativa																																					
3	Li	4	Be													6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17												
11	Na	12	Mg													14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	
19	K	20	Ca	37	Rb	38	Sr	39	Y	40	Zr	41	Nb	42	Mo	43	Tc	44	Ru	45	Rh	46	Pd	47	Ag	48	Cd	49	In	50	Sn	51	Sb	52	Te	53	I	54	Xe
55	Cs	56	Ba	Lantanídeos		72	Hf	73	Ta	74	W	75	Re	76	Os	77	Ir	78	Pt	79	Au	80	Hg	81	Tl	82	Pb	83	Bi	84	Po	85	At	86	Rn				
87	Fr	88	Ra	Actínídeos		104	Rf	105	Db	106	Sg	107	Bh	108	Hs	109	Mt	110	Ds	111	Rg																		

1. Leia atentamente o seguinte texto.

Até hoje, a civilização industrial tem vivido quase exclusivamente da exploração intensiva de energias acumuladas ao longo das épocas geológicas. Mais de 85% da energia consumida hoje é obtida através do carvão, petróleo e gás natural, entre outros. A velocidade de reposição destas energias é praticamente nula à escala da vida humana. Por isso, o futuro depende da utilização que o Homem saiba fazer das energias renováveis como, por exemplo, as energias solar, eólica e hidroelétrica.

Actualmente, consomem-se cerca de 320 mil milhões de kWh de electricidade por dia. A manter-se o ritmo actual de consumo de combustíveis fósseis, estes recursos esgotar-se-ão rapidamente.

O consumo dos recursos não renováveis tem assim, inevitavelmente, de diminuir, não apenas para afastar o espectro de uma crise energética grave que a humanidade enfrenta, mas também porque a sua utilização tem efeitos altamente prejudiciais sobre o meio ambiente.

Estes efeitos estão relacionados, sobretudo, com as emissões de gases com efeito de estufa, como o dióxido de carbono, cujas concentrações na atmosfera têm aumentado, nos últimos anos, de forma exponencial. O aumento de concentração destes gases tem potenciado o reforço do efeito de estufa natural, causando alterações climáticas globais.

1.1. Indique, com base no texto, duas razões justificativas da necessidade de um maior recurso às energias renováveis.

1.2. Uma das variáveis importantes do problema do aquecimento global é a concentração de dióxido de carbono na atmosfera.

Seleccione a opção que contém os termos que devem substituir as letras (a) e (b), respectivamente, de modo a tornar verdadeira a afirmação seguinte.

O dióxido de carbono, CO₂, é um gás com efeito de estufa, porque (a) facilmente as radiações infravermelhas emitidas pela Terra, contribuindo para (b) a temperatura global média na superfície da Terra.

(A) ... absorve... diminuir...

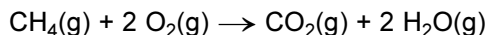
(B) ... absorve... aumentar...

(C) ... transmite... aumentar...

(D) ... transmite... manter...

2. O gás natural é o combustível fóssil de maior conteúdo energético. É constituído, essencialmente, por metano, CH_4 , um hidrocarboneto muito volátil, inflamável e inodoro.

2.1. Quando o metano arde no ar, os únicos produtos dessa reacção são dióxido de carbono, CO_2 , e água, H_2O , sendo a reacção de combustão traduzida pela seguinte equação química:



Numa reacção, ocorrendo em condições normais de pressão e temperatura (PTN), gastou-se 40,0 g de metano ($M = 16,0 \text{ g mol}^{-1}$) e obteve-se um volume de $78,4 \text{ dm}^3$ de vapor de água. Determine o rendimento da reacção de combustão.

Apresente todas as etapas de resolução.

2.2. Um composto derivado do metano, mas com características bem diferentes, é o diclorometano, CH_2Cl_2 , que é um solvente orgânico volátil, não inflamável e de cheiro agradável.

2.2.1. O diclorometano é um composto cuja unidade estrutural é constituída por átomos de carbono, de cloro e de hidrogénio.

Selecione a afirmação CORRECTA.

- (A) A configuração electrónica do átomo de carbono, no estado de energia mínima, é $1s^2 2s^2 3s^2$.
- (B) Os electrões do átomo de cloro, no estado de energia mínima, estão distribuídos por três orbitais.
- (C) A configuração electrónica $1s^2 2s^2 2p^1 3s^1$ pode corresponder ao átomo de carbono.
- (D) O conjunto de números quânticos $(3, 0, 1, \frac{1}{2})$ pode caracterizar um dos electrões mais energéticos do átomo de cloro, no estado de energia mínima.

2.2.2. O esquema da figura 1 representa um diagrama de níveis de energia no qual estão indicadas algumas transições electrónicas possíveis no átomo de hidrogénio.

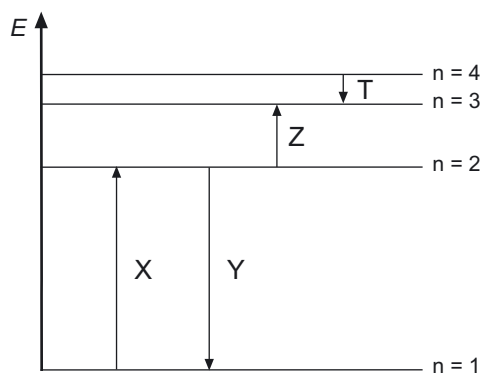


Fig. 1

Selecione a afirmação correcta, relativamente às transições assinaladas no diagrama com as letras X, Y, Z e T.

- (A) A transição Z corresponde a uma risca, na região do infravermelho, do espectro de absorção do hidrogénio.
- (B) A transição Y está associada à emissão da radiação menos energética pelo átomo de hidrogénio.
- (C) A transição X está associada à absorção de radiação ultravioleta pelo átomo de hidrogénio.
- (D) A transição T corresponde à risca azul do espectro de emissão do hidrogénio.

2.2.3. Considere que o valor de energia do electrão no átomo de hidrogénio, no estado fundamental, é igual a $-2,18 \times 10^{-18}$ J.

Selecione a alternativa que completa correctamente a frase seguinte.

Se, sobre um átomo de hidrogénio no estado fundamental, incidir radiação cujos fotões têm energia igual a $2,18 \times 10^{-18}$ J...

- (A) ... o electrão não é removido do átomo e permanece no mesmo nível energético.
- (B) ... o electrão é removido do átomo e fica com um valor nulo de energia cinética.
- (C) ... o electrão é removido do átomo e fica com um valor não nulo de energia cinética.
- (D) ... o electrão não é removido do átomo e transita para um nível energético superior.

2.2.4. A tabela seguinte apresenta os valores da primeira energia de ionização dos elementos flúor, cloro, bromo e iodo.

Elemento	Energia de ionização / kJ mol^{-1}
Flúor (F)	1680
Cloro (Cl)	1260
Bromo (Br)	1140
Iodo (I)	1010

Interprete a variação encontrada nos valores da primeira energia de ionização dos diferentes halogéneos considerados, atendendo aos valores da tabela.

3. Num parque de diversões, um carrinho de massa igual a 50,0 kg percorre o trajecto representado na figura 2, partindo do ponto **A** sem velocidade inicial e parando no ponto **D**. O módulo da aceleração do carrinho no percurso entre os pontos **C** e **D** é igual a $3,0 \text{ ms}^{-2}$, e a distância entre aqueles pontos é de 12,0 m.

Considere desprezável o atrito no percurso entre os pontos **A** e **C**.

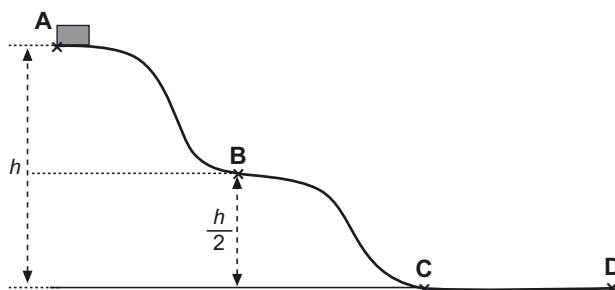


Fig. 2

- 3.1. Selecione a alternativa que completa correctamente a frase seguinte.

No trajecto percorrido pelo carrinho entre os pontos **A** e **C**, o trabalho realizado pelo peso do carrinho...

- (A) ... é igual à variação da sua energia potencial gravítica.
- (B) ... é simétrico da variação da sua energia cinética.
- (C) ... é igual à variação da sua energia mecânica.
- (D) ... é simétrico da variação da sua energia potencial gravítica.

- 3.2. Selecione a alternativa que permite calcular correctamente o módulo da velocidade do carrinho no ponto **B** da trajectória descrita.

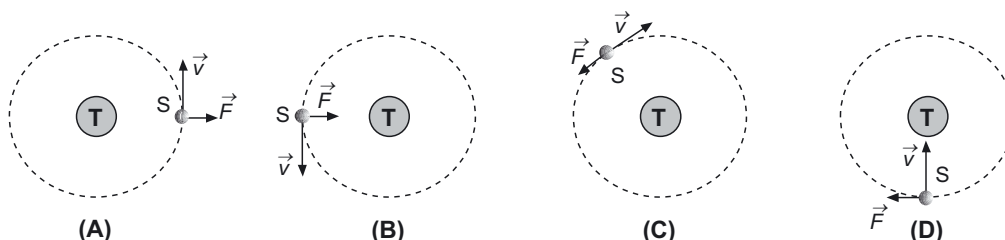
- (A) \sqrt{gh}
- (B) $\sqrt{2gh}$
- (C) $g\sqrt{h}$
- (D) $\frac{\sqrt{gh}}{2}$

- 3.3. Calcule a variação da energia mecânica do carrinho durante o percurso entre os pontos **C** e **D**.

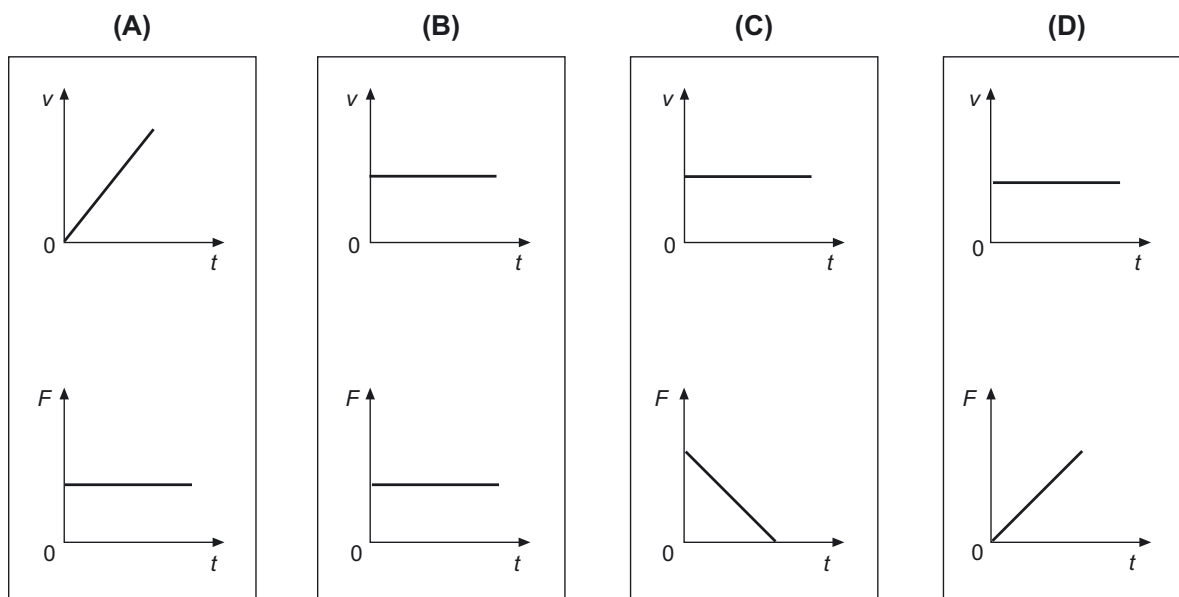
Apresente todas as etapas de resolução.

4. Um satélite descreve periodicamente uma órbita circular em torno da Terra, estando sujeito apenas à força gravítica exercida pela Terra.

4.1. Selecione o diagrama que representa correctamente a força, \vec{F} , exercida pela Terra (T) sobre o satélite (S) e a velocidade, \vec{v} , do satélite, durante o seu movimento em torno da Terra.



4.2. Selecione a alternativa que apresenta os gráficos que traduzem correctamente a variação dos módulos da velocidade, v , do satélite e da força, F , que actua sobre este, em função do tempo, t , durante o movimento do satélite em torno da Terra.



- 4.3. Um satélite artificial descreve, com velocidade de módulo, v , uma órbita circular de raio, r , igual a $8,4 \times 10^6 \text{ m}$, em torno da Terra.

Calcule o módulo da velocidade orbital do satélite, considerando que o módulo da aceleração centrípeta do satélite é $a_c = \frac{v^2}{r}$.

Apresente todas as etapas de resolução.

V.S.F.F.

715.V1/11

5. O diapasão (figura 3) é um pequeno instrumento metálico muito utilizado na afinação de instrumentos musicais, uma vez que emite um som puro, com uma frequência bem definida, a que corresponde uma determinada nota musical.

O sinal sonoro produzido pelo diapasão propaga-se através de um determinado meio, fazendo vibrar as partículas constituintes desse meio em torno das suas posições de equilíbrio, gerando uma onda sonora.

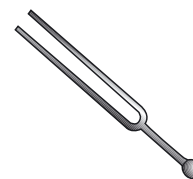


Fig. 3

- 5.1. A figura 4 refere-se a uma onda sinusoidal e traduz a periodicidade temporal do movimento vibratório de uma partícula do ar, em consequência do sinal sonoro emitido pelo diapasão.

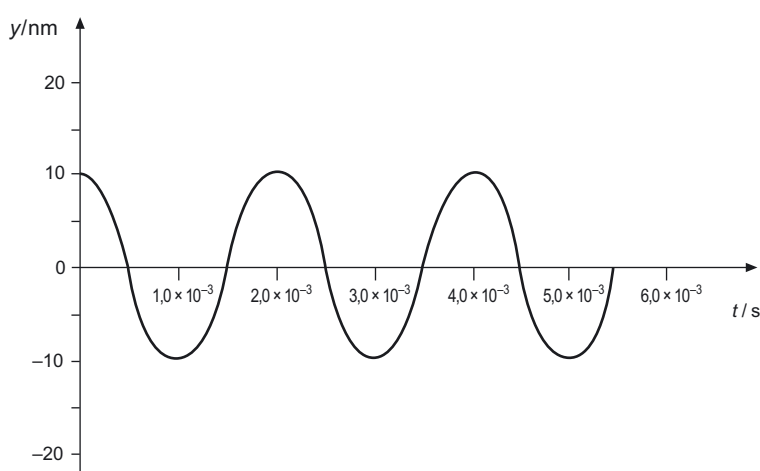


Fig. 4

Considere que a velocidade de propagação deste sinal no ar tem módulo igual a 340 m s^{-1} .

Relativamente à situação descrita, classifique como verdadeira (V) ou falsa (F) cada uma das afirmações seguintes.

- (A) A distância entre duas partículas do ar que se encontram no mesmo estado de vibração é de 10 nm.
- (B) O período de vibração de uma partícula do ar é de $1,0 \times 10^{-3} \text{ s}$.
- (C) No ar, a onda sonora tem um comprimento de onda de 0,68 m.
- (D) Uma partícula do ar afasta-se, no máximo, 10 nm em relação à sua posição de equilíbrio.
- (E) O produto do comprimento de onda pela frequência de vibração é constante e igual a 340 m s^{-1} .
- (F) A velocidade de propagação do sinal aumenta se a amplitude da vibração diminuir.
- (G) A frequência de vibração de uma partícula do ar é de 425 Hz.
- (H) No ar, o sinal emitido percorre 1700 m em 5,0 s.

- 5.2. Explique, num texto, como se pode converter o sinal sonoro emitido pelo diapasão num sinal eléctrico, utilizando um microfone de indução.
- 5.3. A transmissão a longas distâncias de um sinal eléctrico resultante da conversão de um sinal sonoro é quase impossível, uma vez que a onda electromagnética que corresponde à propagação daquele sinal apresenta frequências baixas.
- Selecione a alternativa que indica correctamente o processo que permite, na prática, ultrapassar aquele problema.
- (A) Digitalização.
- (B) Distorção.
- (C) Modulação.
- (D) Amplificação.
6. Os aquários são, hoje em dia, uma fonte de entretenimento e de lazer bastante divulgada, sendo também utilizados na decoração de diversos espaços.
- 6.1. O pH é uma das propriedades químicas determinantes da «saúde do aquário», uma vez que cada espécie está adaptada a uma gama relativamente estreita de valores de pH. Este facto torna o ajuste do valor de pH nos aquários uma condição indispensável à sobrevivência das espécies que neles habitam.
- 6.1.1. Admita que dois amigos compraram um aquário com capacidade de 45 L e que o encheram com água de pH igual a 6,80. Sabem, no entanto, que o intervalo de valores de pH óptimo para a vida dos peixes que irão habitar esse aquário é de 6,20 – 6,40. Assim, para fazer o ajuste de pH, adicionam à água do aquário 1,4 cm³ de solução aquosa de ácido clorídrico, HCl, de concentração $1,0 \times 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$. Considere desprezáveis a variação de volume decorrente da adição da solução de HCl e eventuais equilíbrios existentes em solução.
- Verifique que o ajuste de pH foi efectivamente conseguido.
- Apresente todas as etapas de resolução.
- 6.1.2. Justifique a seguinte afirmação.
- Se tivessem adicionado o mesmo volume de uma solução, com a mesma concentração, de cloreto de sódio, NaCl, não teria havido qualquer alteração no valor de pH da água do aquário.

6.2. A dureza da água é outro parâmetro importante na regulação das condições de funcionamento de um aquário.

Considere que a água do aquário apresenta uma dureza de 200 mg / L em Ca^{2+} ($M = 40,0 \text{ g mol}^{-1}$).

Selecione a alternativa que apresenta a forma de calcular correctamente a concentração de ião CO_3^{2-} que terá de existir na água do aquário para provocar a precipitação de carbonato de cálcio, CaCO_3 ($K_s = 4,5 \times 10^{-9}$).

(A) $[\text{CO}_3^{2-}] = \frac{4,5 \times 10^{-9}}{\left(\frac{200 \times 10^{-3}}{40,0} \right)} \text{ mol dm}^{-3}$

(B) $[\text{CO}_3^{2-}] = \frac{4,5 \times 10^{-9}}{\left(\frac{40,0}{200 \times 10^{-3}} \right)} \text{ mol dm}^{-3}$

(C) $[\text{CO}_3^{2-}] = \frac{\left(\frac{40,0}{4,5 \times 10^{-9}} \right)}{200 \times 10^{-3}} \text{ mol dm}^{-3}$

(D) $[\text{CO}_3^{2-}] = \frac{200 \times 10^{-3}}{\left(\frac{4,5 \times 10^{-9}}{40,0} \right)} \text{ mol dm}^{-3}$

6.3. Selecione a alternativa correcta, considerando que o ião HCO_3^- é uma espécie anfotérica, segundo a teoria de Brønsted-Lowry.

(A) O ião HCO_3^- é o ácido conjugado da espécie H_2CO_3 .

(B) O ião HCO_3^- é o ácido conjugado do ião CO_3^{2-} .

(C) A espécie H_2CO_3 é a base conjugada do ião HCO_3^- .

(D) O ião HCO_3^- é a base conjugada do ião CO_3^{2-} .

6.4. Quando se quer elevar a temperatura da água de um aquário para garantir a melhor sobrevivência de algumas espécies, podem utilizar-se espiras metálicas como resistências eléctricas de aquecimento.

Para escolher o metal mais adequado a uma destas espiras, fez-se reagir uma solução aquosa de ácido clorídrico, HCl , com três diferentes metais: cobre (Cu), zinco (Zn) e magnésio (Mg). Os resultados obtidos experimentalmente são apresentados na tabela seguinte.

	Cu	Zn	Mg
HCl(aq)	<u>Não reage.</u>	<u>Reage.</u> Liberta-se um gás e o metal fica corroído.	<u>Reage violentamente.</u> Liberta-se um gás e o metal reage completamente.

Selecione a alternativa que apresenta, por ordem decrescente, a sequência correcta do poder redutor daqueles metais.

(A) $\text{Mg} > \text{Zn} > \text{Cu}$

(B) $\text{Zn} > \text{Mg} > \text{Cu}$

(C) $\text{Mg} > \text{Cu} > \text{Zn}$

(D) $\text{Cu} > \text{Zn} > \text{Mg}$

FIM

V.S.F.F.

715.V1/15