

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

1.ª FASE

PROVA ESCRITA DE FÍSICA E QUÍMICA A

VERSÃO 2

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

- 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** $|\varepsilon_{il}| = \frac{|\Delta\Phi_m|}{\Delta t}$

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

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

$$v = v_0 + at$$

$$x = x_0 + v_0t + \frac{1}{2}at^2$$

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

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

x – posição; v – velocidade;

a – aceleração; t – tempo

1. Leia atentamente o seguinte texto.

Os cientistas não têm dúvidas: o Sol morrerá. Mas podemos estar descansados – só daqui a cerca de cinco mil milhões de anos é que a nossa estrela se transformará numa imensa nebulosa planetária. Antes disso, irá expandir-se, com diminuição da temperatura da sua parte mais superficial, dando origem a uma gigante vermelha. Neste processo, a temperatura no interior da estrela aumentará de tal modo que permitirá que, a partir da fusão nuclear de átomos de hélio, se produza carbono e oxigénio.

No final das suas vidas, as estrelas gigantes vermelhas tornam-se instáveis e ejectam as suas camadas exteriores de gás, formando então as chamadas nebulosas planetárias.

Visão, n.º 729, 2006, p.81 (adaptado)

1.1. Explique em que consiste uma reacção de fusão nuclear como a que é referida no texto.

1.2. A cor de uma estrela indica-nos a sua temperatura superficial, existindo uma relação de proporcionalidade inversa entre a temperatura de um corpo e o comprimento de onda para o qual esse corpo emite radiação de máxima intensidade.

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

Se, no espectro contínuo de uma estrela predominar a cor (a) e, no espectro de uma outra estrela predominar a cor (b), então a primeira terá uma (c) temperatura superficial.

(A) ... violeta... vermelha... menor...

(B) ... vermelha... azul... maior...

(C) ... amarela... vermelha... menor...

(D) ... azul... vermelha... maior...

2. A Terra possui uma atmosfera que é maioritariamente constituída por uma solução gasosa com vários componentes, como o dióxido de carbono e o vapor de água, que, embora não sendo predominantes, são cruciais para a existência de vida na Terra.

No entanto, o aumento exagerado do teor de CO_2 atmosférico, a destruição da camada de ozono e a qualidade da água que circula na atmosfera e cai sobre a superfície terrestre são problemas graves, interligados e resultantes, principalmente, da actividade humana.

2.1. O dióxido de carbono, CO_2 ($M = 44,0 \text{ g mol}^{-1}$), é o componente minoritário de maior concentração no ar atmosférico.

Considere V o volume de uma amostra de ar, m a massa de CO_2 nela contida e V_m o volume molar de um gás.

Selecione a alternativa que permite calcular a percentagem em volume de dióxido de carbono no ar atmosférico.

$$\text{(A) } \%(V/V) = \frac{\frac{44}{m} \times V}{V_m} \times 100$$

$$\text{(B) } \%(V/V) = \frac{\frac{44}{m} \times V_m}{V} \times 100$$

$$\text{(C) } \%(V/V) = \frac{\frac{m}{44} \times V_m}{V} \times 100$$

$$\text{(D) } \%(V/V) = \frac{\frac{m}{44}}{V \times V_m} \times 100$$

2.2. O problema da destruição da camada de ozono tem vindo a assumir cada vez maior relevância, tendo-se tornado um motivo de preocupação universal.

Descreva, num texto, como os CFC provocam a diminuição da camada de ozono, referindo as transformações químicas que ocorrem nesse processo.

2.3. As moléculas de água, H_2O , e de dióxido de carbono, CO_2 , têm estruturas bem definidas, a que correspondem propriedades físicas e químicas distintas.

Classifique como verdadeira (V) ou falsa (F) cada uma das afirmações seguintes.

- (A) Na molécula de H_2O , existem quatro electrões ligantes e quatro não ligantes.
- (B) O ângulo de ligação, na molécula de H_2O , é superior ao ângulo de ligação, na molécula de CO_2 .
- (C) Na molécula de CO_2 , existem quatro pares de electrões não ligantes.
- (D) Na molécula de H_2O , existem dois pares de electrões partilhados.
- (E) As duas moléculas (H_2O e CO_2) apresentam geometria linear.
- (F) Na molécula de CO_2 , nem todos os electrões de valência são ligantes.
- (G) Na molécula de H_2O , existe um par de electrões não ligantes.
- (H) Na molécula de CO_2 , as ligações carbono-oxigénio têm diferentes comprimentos.

2.4. As moléculas de água e de dióxido de carbono são constituídas, no seu conjunto, por átomos de hidrogénio, carbono e oxigénio.

Selecione a afirmação **CORRECTA**.

- (A) O raio do átomo de oxigénio é superior ao raio do átomo de carbono.
- (B) A primeira energia de ionização do oxigénio é superior à do carbono.
- (C) O raio do átomo de oxigénio é superior ao raio do anião O^{2-} .
- (D) A configuração electrónica do átomo de oxigénio no estado de energia mínima é $1s^2 2s^2 2p^6$.

2.5. No âmbito de um projecto sobre chuva ácida, foram medidos, a uma mesma temperatura, os valores de pH de duas amostras de água da chuva: uma amostra da água que pingava das agulhas de um pinheiro e outra, da água que escorria pelo tronco. Os valores obtidos estão indicados na figura 1.

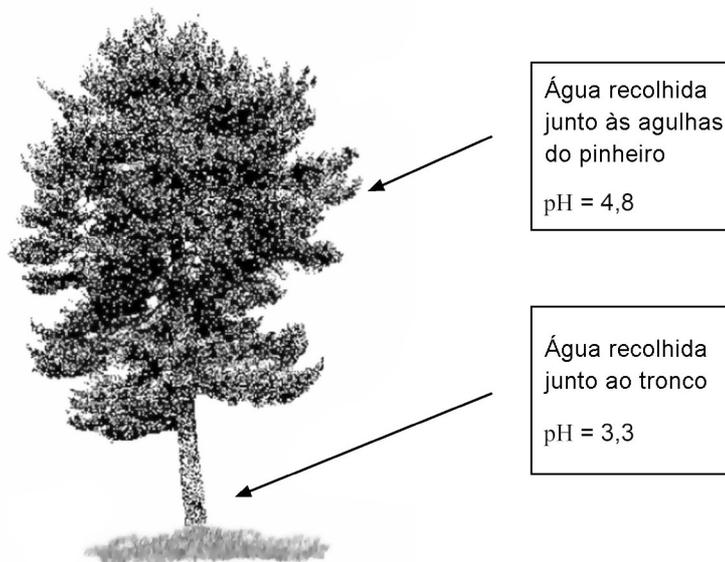


Fig. 1

2.5.1. Com base na informação dada, seleccione a afirmação **CORRECTA**.

- (A) A água da chuva recolhida junto ao tronco do pinheiro tem menor concentração de iões H_3O^+ do que a água recolhida junto às agulhas.
- (B) A água da chuva recolhida junto às agulhas do pinheiro e a água da chuva recolhida junto ao tronco apresentam igual valor de K_w .
- (C) A água da chuva recolhida junto às agulhas do pinheiro é mais ácida do que a água recolhida junto ao tronco.
- (D) A água da chuva recolhida junto ao tronco do pinheiro tem menor valor de pOH do que a água recolhida junto às agulhas.

2.5.2. Para confirmar o valor do pH da amostra de água da chuva recolhida junto ao tronco do pinheiro, titulou-se um volume de 100,0 mL daquela amostra com uma solução aquosa de concentração $0,005 \text{ mol dm}^{-3}$ em hidróxido de sódio, NaOH(aq) .

Calcule o volume de titulante que se gastaria até ao ponto de equivalência, admitindo que se confirmava o valor de pH da solução titulada.

Apresente todas as etapas de resolução.

2.5.3. Uma das substâncias que contribuem para aumentar a acidez da água das chuvas é o dióxido de enxofre, SO_2 , que, reagindo com o oxigénio atmosférico, se transforma em trióxido de enxofre, SO_3 . Além de se dissolver, este composto reage com a água que circula na atmosfera, formando soluções diluídas de ácido sulfúrico, o que constitui um dos processos de formação da «chuva ácida».

Selecione a alternativa que traduz correctamente a variação do número de oxidação do enxofre (S) na referida reacção de formação do trióxido de enxofre.

- (A) +6 para +3
- (B) +2 para +6
- (C) +3 para 0
- (D) +4 para +6

3. Numa instalação solar de aquecimento de água, a energia da radiação solar absorvida na superfície das placas do colector é transferida sob a forma de calor, por meio de um fluido circulante, para a água contida num depósito, como se representa na figura 2. A variação da temperatura da água no depósito resultará do balanço entre a energia absorvida e as perdas térmicas que ocorrerem.

3.1. Numa instalação solar de aquecimento de água para consumo doméstico, os colectores solares ocupam uma área total de $4,0 \text{ m}^2$. Em condições atmosféricas adequadas, a radiação solar absorvida por estes colectores é, em média, 800 W / m^2 . Considere um depósito, devidamente isolado, que contém 150 kg de água. Verifica-se que, ao fim de 12 horas, durante as quais não se retirou água para consumo, a temperatura da água do depósito aumentou $30 \text{ }^\circ\text{C}$.

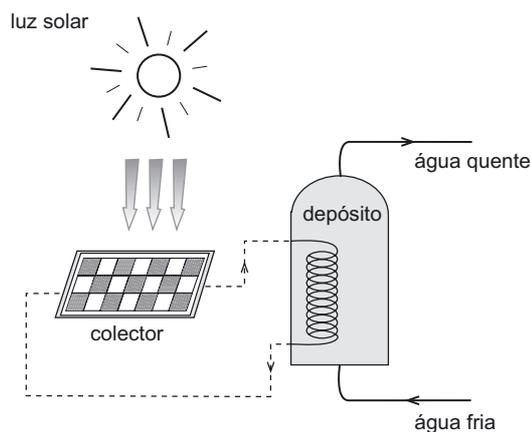


Fig. 2

Calcule o rendimento associado a este sistema solar térmico.

Apresente todas as etapas de resolução.

$$c \text{ (capacidade térmica mássica da água)} = 4,185 \text{ kJ kg}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$$

3.2. Numa instalação solar térmica, as perdas de energia poderão ocorrer de três modos: condução, convecção e radiação.

Explique em que consiste o mecanismo de perda de energia térmica por condução.

4. A queda de um corpo abandonado, próximo da superfície terrestre, foi um dos primeiros movimentos que os sábios da Antiguidade tentaram explicar. Mas só Galileu, já no séc. XVII, estudou experimentalmente o movimento de queda dos graves e o lançamento de projectéis. Observe com atenção a figura 3, que mostra uma esfera a cair em duas situações:

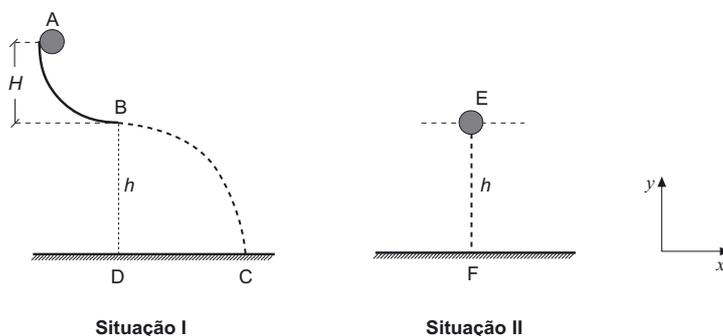


Fig. 3

Na **situação I**, a esfera, inicialmente em repouso, é colocada no ponto A, deslizando sem atrito sobre a calha, até ao ponto B. No ponto B, abandona a calha, descrevendo um arco de parábola até ao ponto C.

Na **situação II**, a esfera é abandonada no ponto E, caindo na vertical da mesma altura, h . Em qualquer das situações, considere o sistema de eixos de referência representado na figura, com origem no solo, desprezando o efeito da resistência do ar.

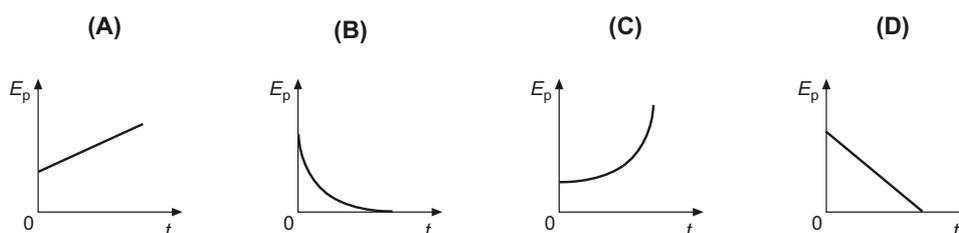
- 4.1. Considere a **situação I** representada na figura 3.

Determine a altura H , considerando que as distâncias BD e DC são iguais a 20,0 m.

Apresente todas as etapas de resolução.

- 4.2. Considere a **situação II** representada na figura 3.

- 4.2.1. Selecciono o gráfico que traduz correctamente a variação da energia potencial gravítica, E_p , da esfera, em função do tempo de queda, t , até atingir o solo.



- 4.2.2. Selecciono a alternativa que permite calcular o módulo da velocidade com que a esfera atinge o solo.

(A) $\sqrt{2gh}$

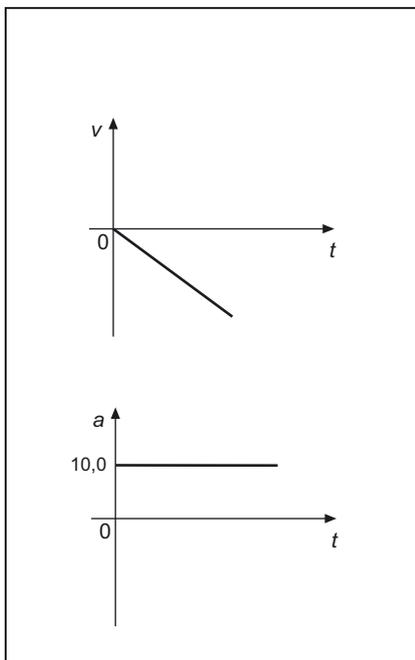
(B) $2\sqrt{gh}$

(C) $\frac{\sqrt{gh}}{2}$

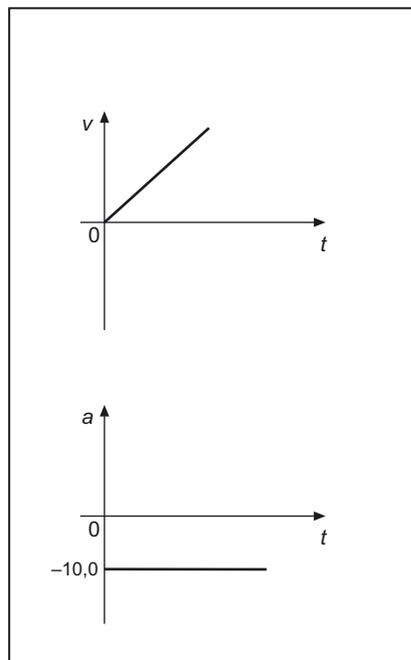
(D) $2g\sqrt{h}$

4.2.3. Selecciona a alternativa que apresenta os gráficos que traduzem correctamente a variação dos valores da velocidade, v , e da aceleração, a , em função do tempo, t , durante o movimento de queda da esfera.

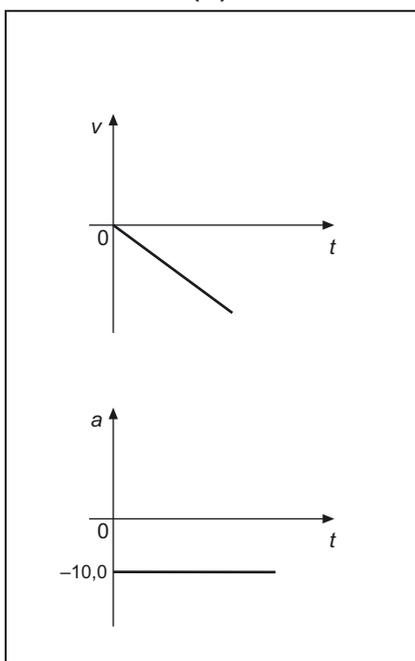
(A)



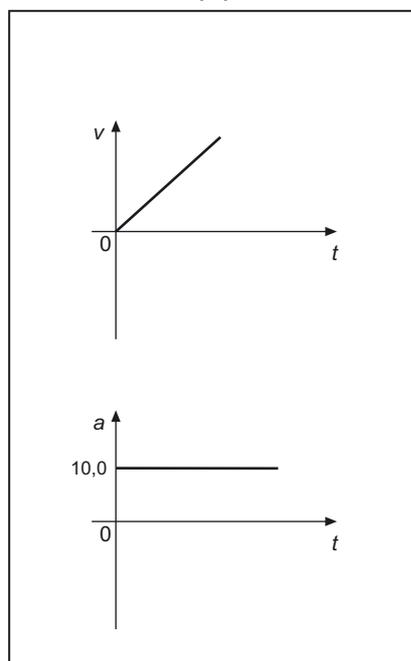
(B)



(C)



(D)



4.3. Considere os tempos de permanência da esfera no ar, t_1 e t_2 , respectivamente nas **situações I e II**.

Selecione a alternativa que estabelece a relação correcta entre esses tempos.

(A) $t_2 = 10 t_1$

(B) $t_1 = 2 t_2$

(C) $t_1 = \frac{1}{2} t_2$

(D) $t_1 = t_2$

5. Nas comunicações a longas distâncias, a informação é transmitida através de radiações electromagnéticas que se propagam, no vazio, à velocidade da luz.

5.1. Um dos suportes mais eficientes na transmissão de informação a longas distâncias é constituído pelas fibras ópticas.

5.1.1. Selecione a alternativa que completa correctamente a frase seguinte.

O princípio de funcionamento das fibras ópticas baseia-se no fenómeno da...

(A) ... difracção da luz.

(B) ... reflexão total da luz.

(C) ... refração da luz.

(D) ... reflexão parcial da luz.

5.1.2. Num determinado tipo de fibra óptica, o núcleo tem um índice de refração de 1,53, e o revestimento possui um índice de refração de 1,48.

Selecione a alternativa que permite calcular o ângulo crítico, θ_c , para este tipo de fibra óptica.

(A) $\frac{\sin 90^\circ}{\sin \theta_c} = \frac{1,53}{1,48}$

(B) $\frac{\sin \theta_c}{\sin 90^\circ} = 1,53 \times 1,48$

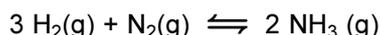
(C) $\frac{\sin 90^\circ}{\sin \theta_c} = 1,53 \times 1,48$

(D) $\frac{\sin \theta_c}{\sin 90^\circ} = \frac{1,53}{1,48}$

5.2. As microondas constituem um tipo de radiação electromagnética muito utilizado nas telecomunicações.

Indique duas propriedades das microondas que justificam a utilização deste tipo de radiação nas comunicações via satélite.

6. O amoníaco, NH_3 , obtém-se industrialmente através do processo de Haber-Bosch, fazendo reagir, em condições apropriadas, hidrogénio e azoto gasosos. Este processo de formação do amoníaco ocorre em sistema fechado, em condições de pressão e temperatura constantes, na presença de um catalisador, de acordo com o equilíbrio representado pela seguinte equação química:



6.1. O gráfico representado na figura 4 traduz a variação do valor da constante de equilíbrio, K_c , para aquela reacção, em função da temperatura, T , no intervalo de 700 K a 1000 K.

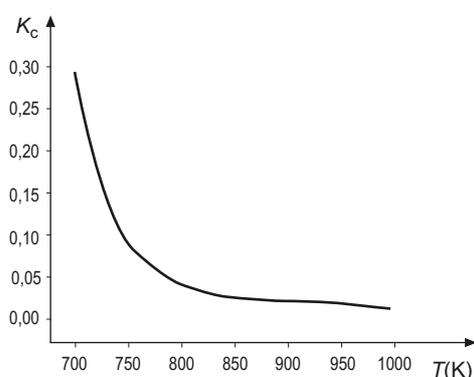
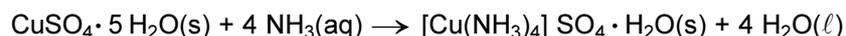


Fig. 4

Com base na informação dada pelo gráfico, seleccione a afirmação CORRECTA.

- (A) A constante de equilíbrio da reacção é inversamente proporcional à temperatura.
- (B) A reacção evolui no sentido inverso se se diminuir a temperatura.
- (C) O aumento de temperatura favorece o consumo de $\text{H}_2(\text{g})$ e $\text{N}_2(\text{g})$.
- (D) A diminuição de temperatura aumenta o rendimento da reacção.

6.2. O sulfato de tetraminocobre(II) mono-hidratado, $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4] \text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, ($M = 245,6 \text{ g mol}^{-1}$), é um sal complexo, obtido a partir da reacção entre o sulfato de cobre(II) penta-hidratado, $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$, e o amoníaco. Esta reacção é descrita pela seguinte equação química:



A 8,0 mL de uma solução aquosa de amoníaco de concentração $15,0 \text{ mol dm}^{-3}$ adicionaram-se 0,02 mol de sulfato de cobre penta-hidratado.

Calcule a massa de sal complexo que se formaria, admitindo que a reacção é completa.

Apresente todas as etapas de resolução.

FIM

V.S.F.F.

715.V2/15

COTAÇÕES

1.		
1.1.	.....	10 pontos
1.2.	.....	8 pontos
2.		
2.1.	.....	8 pontos
2.2.	.....	12 pontos
2.3.	.....	10 pontos
2.4.	.....	8 pontos
2.5.		
2.5.1.	.....	8 pontos
2.5.2.	.....	12 pontos
2.5.3.	.....	8 pontos
3.		
3.1.	.....	12 pontos
3.2.	.....	10 pontos
4.		
4.1.	.....	14 pontos
4.2.		
4.2.1.	.....	8 pontos
4.2.2.	.....	8 pontos
4.2.3.	.....	8 pontos
4.3.	.....	8 pontos
5.		
5.1.		
5.1.1.	.....	8 pontos
5.1.2.	.....	8 pontos
5.2.	.....	10 pontos
6.		
6.1.	.....	8 pontos
6.2.	.....	14 pontos
	TOTAL	200 pontos