

Proposta de Resolução do Exame Nacional de Física e Química A
11.º ano, 2016, 1.ª Fase, versão 1

Sociedade Portuguesa de Física, Divisão de Educação, 17 de junho de 2016

Exame Final Nacional do Ensino Secundário, Prova Escrita de Física e Química A, 11.º Ano de Escolaridade, 1.ª Fase, Instituto de Avaliação Educativa, IAVE, 17.06.2016: <http://cdn.iave.pt/provas/2016/EX-FQA715-F1-2016-V1-net.pdf>

Grupo I

1.

- 1.1.** No instante $t = 0,0$ s, a bola encontra-se a uma distância de 2,4 m da origem do referencial Ox .

A distância d à origem é o comprimento do segmento de reta que une a posição, nesse instante ($x(0,0)$), à origem ($x = 0$ m): $d = |x(0,0) - 0| = |x(0,0)| = 2,4$ m.

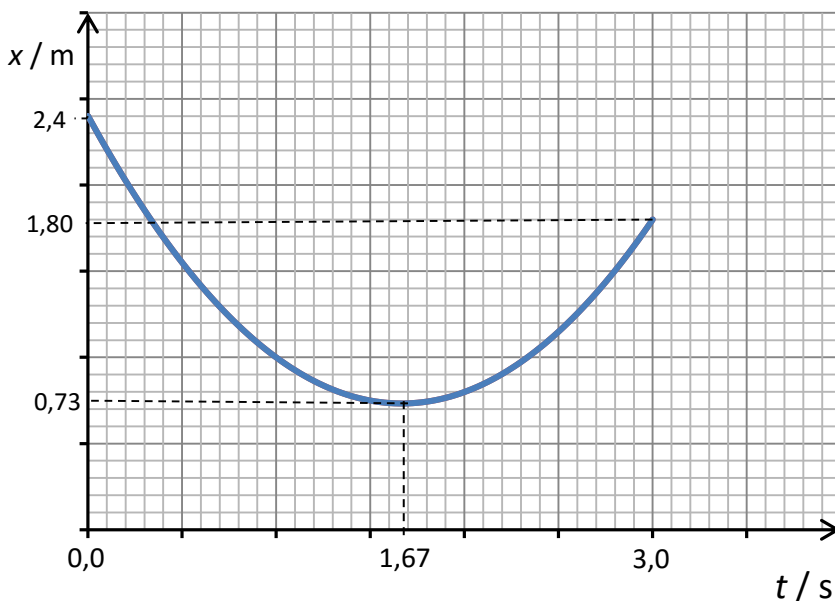
- 1.2. (A)**

A equação das posições no movimento retilíneo com aceleração constante é $x = x_0 + v_{0x}t + \frac{1}{2}a_x t^2$.

Da equação dada, $x = 2,4 - 2,0t + 0,60t^2$ (SI), deduz-se que esta descreve um movimento retilíneo com aceleração constante e que $v_{0x} = -2,0$ m s⁻¹ (o coeficiente de t é a componente escalar da velocidade inicial segundo o eixo Ox) e $\frac{1}{2}a_x = 0,60$ m s⁻² (o coeficiente de t^2 é metade da componente escalar da aceleração), logo, $a_x = 1,2$ m s⁻².

Assim, a equação das velocidades, que no movimento retilíneo com aceleração constante é $v_x = v_{0x} + a_x t$, fica, neste caso, $v_x = -2,0 + 1,2t$ (SI).

- 1.3.**



A distância percorrida nos primeiros 3,0 s do movimento da bola é 2,7 m.

A distância percorrida pela bola, s , no intervalo $[0,0; 3,0]$ s é a soma dos módulos dos deslocamentos no sentido negativo, no intervalo $[0,0; 1,67]$ s, e no sentido positivo, no intervalo $[1,67; 3,0]$ s:

$$s = |x(1,67) - x(0,0)| + |x(3,0) - x(1,67)| = (|0,73 - 2,4| + |1,80 - 0,73|) \text{ m} = 2,7 \text{ m}.$$

2.

2.1. (C)

De acordo com a Lei Fundamental da Dinâmica, a intensidade da resultante das forças que atuam sobre a bola, F , é diretamente proporcional ao módulo da aceleração, a : $F = ma$, o gráfico da intensidade da resultante das forças, F , em função do módulo da aceleração, $F(a)$, é uma reta que passa pela origem com declive igual à massa, m , da bola (a constante de proporcionalidade é uma característica da bola, a sua massa inercial m).

2.2. No movimento circular da bola, as posições, registadas a intervalos de tempo iguais, estão igualmente distanciadas, logo, conclui-se que o movimento é descrito com velocidade de módulo constante (movimento circular uniforme). Pode, assim, afirmar-se que a velocidade só varia em direção e, por isso, a aceleração da bola, \vec{a} , é centrípeta, \vec{a}_c : $a = a_c = \omega^2 r$ em que ω é o módulo da velocidade angular da bola e r ($30 \text{ cm} = 0,30 \text{ m}$) é o raio da trajetória descrita; o ângulo descrito por unidade de tempo, ω , pode determinar-se pelo facto de em um período, $T = 8 \times 4,0 \times 10^{-2} \text{ s} = 0,320 \text{ s}$, a bola descrever um ângulo de $2\pi \text{ rad}$: $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi \text{ rad}}{0,320 \text{ s}} = 19,6 \text{ rad s}^{-1}$.

Assim, o módulo da aceleração da bola é:

$$a = \omega^2 r = (19,6 \text{ s}^{-1})^2 \times 0,30 \text{ m} = 1,2 \times 10^2 \text{ m s}^{-2}.$$

Grupo II

1. (B)

O sinal no ecrã do osciloscópio (tensão elétrica em função do tempo) é um sinal harmónico (função sinusoidal), cuja expressão algébrica pode ser $U = U_{\text{máx}} \sin(\omega t)$ em que $U_{\text{máx}}$ é a amplitude do sinal e ω é a frequência angular.

A distância pico-a-pico, $2U_{\text{máx}}$, corresponde a 6 divisões: $2U_{\text{máx}} = 6,0 \text{ div} \times 2 \text{ V/div} \Rightarrow U_{\text{máx}} = 6,0 \text{ V}$.

No ecrã são visíveis 3 ciclos completos, cuja duração total é $3T$ (3 períodos), a que correspondem 10 divisões:

$$3T = 10,0 \text{ div} \times 5 \text{ ms/div} \Rightarrow T = \frac{50,0}{3} \text{ ms} \Rightarrow f = \frac{3}{50,0} \text{ kHz} \Rightarrow f = 60 \text{ Hz}.$$

Assim, a frequência angular é $\omega = 2\pi f = 2\pi \times 60 = 1,2 \times 10^2 \pi \text{ rad s}^{-1}$.

Conclui-se que $U = U_{\text{máx}} \sin(\omega t) = 6,0 \sin(1,2 \times 10^2 \pi t)$ (SI).

2. O módulo da força eletromotriz induzida nos terminais da bobina, $|\varepsilon_i|$, é igual ao módulo da variação do fluxo do campo magnético por unidade de tempo, $\frac{|\Delta\Phi_m|}{\Delta t}$, que atravessa as espiras da bobina: $|\varepsilon_i| = \frac{|\Delta\Phi_m|}{\Delta t}$.

O fluxo do campo magnético, Φ_m , que atravessa cada uma das espiras é dado pela seguinte expressão: $\Phi_m = BA \cos \theta$ em que B é a intensidade do campo magnético, A é a área de uma superfície delimitada pela espira e θ o ângulo entre o campo magnético, \vec{B} , e a direção perpendicular à superfície (neste caso, pode considerar-se uma superfície plana quadrada de área $A = (8,0 \times 10^{-2} \text{ m})^2$ para a qual a normal é paralela ao campo, portanto, $\theta = 0^\circ$). Através de N espiras o fluxo magnético será $\Phi_m = NBA \cos \theta$.

O módulo da variação do fluxo do campo magnético que atravessa as N espiras da bobina, no intervalo $[0,0; 2,0]$ s, resulta da variação da intensidade do campo magnético, B :

$$\Delta\Phi_m = \Delta(NBA \cos \theta) = NB_f A \cos \theta - NB_i A \cos \theta = NA \cos \theta (B_f - B_i)$$

Substituindo pelos valores das grandezas obtém-se:

$$\Delta\Phi_m = 500 \times (8,0 \times 10^{-2} \text{ m})^2 \times \cos 0^\circ \times (0,090 - 0,010) \text{ T} = 0,256 \text{ Wb.}$$

O módulo da força eletromotriz induzida nos terminais da bobina, no intervalo $[0,0; 2,0]$ s, é:

$$|\varepsilon_i| = \frac{|\Delta\Phi_m|}{\Delta t} = \frac{0,256 \text{ Wb}}{2,0 \text{ s}} = 0,13 \text{ V.}$$

Grupo III

1. A incerteza associada à escala da régua é 0,5 mm

A menor divisão da escala da régua é 1 mm; a incerteza de leitura pode ser estimada por metade desta menor divisão.

2. A resultante das forças de atrito, \vec{F}_a , pode ser determinada a partir da relação entre o trabalho das forças não conservativas, $W_{\vec{F}_{NC}}$, e a variação de energia mecânica do sistema *bloco + Terra*, ΔE_m : $W_{\vec{F}_{NC}} = \Delta E_m$.

Tomando como inicial o instante em que o paralelepípedo é largado, a sua energia cinética é nula ($E_{c,i} = 0$), dado partir do repouso. Assim, a energia mecânica do sistema neste instante, $E_{m,i}$, é igual à sua energia potencial, $E_{p,i}$:

$E_{m,i} = E_{p,i} + E_{c,i} = mgh_i + 0 = 9,048 \times 10^{-2} \text{ kg} \times 10 \text{ m s}^{-2} \times 0,420 \text{ m} = 0,380 \text{ J}$. Tomou-se como referência, para a medição da altura do paralelepípedo, a posição do seu centro de massa imediatamente após a tira de cartolina ter atravessado a célula fotoelétrica.

No instante final, imediatamente após a tira de cartolina ter atravessado a célula fotoelétrica, a energia mecânica do sistema, $E_{m,f}$, é igual à energia cinética do paralelepípedo, $E_{c,f}$ (a energia potencial do sistema é nula, $E_{p,f} = 0$, dado ter-se tomado esta posição como referência na medição da altura):

$E_{m,f} = E_{p,f} + E_{c,f} = 0 + \frac{1}{2}mv_f^2 = 0,5 \times 9,048 \times 10^{-2} \text{ kg} \times \left(\frac{1,50 \times 10^{-2} \text{ m}}{1,08 \times 10^{-2} \text{ s}}\right)^2 = 8,728 \times 10^{-2} \text{ J}$, em que se considerou a velocidade final do paralelepípedo aproximadamente igual à velocidade média no intervalo de tempo, $\Delta t' = 1,08 \times 10^{-2} \text{ s}$, em que a tira de cartolina bloqueia a célula, deslocando-se o carrinho de uma distância $\Delta x = 1,50 \times 10^{-2} \text{ m}$ (neste intervalo de tempo a variação de velocidade pode ser desprezada, considerando-se, assim, uma velocidade praticamente constante e igual à velocidade final).

As forças não conservativas, \vec{F}_{NC} , que atuam no bloco são as de atrito de resultante \vec{F}_a , no sentido oposto ao movimento do bloco, e a força normal, \vec{N} (esta, sendo perpendicular ao deslocamento, não realiza trabalho):

$W_{\vec{F}_{NC}} = W_{\vec{F}_a} + W_{\vec{N}} = F_a d \cos 180^\circ + 0 = -F_a d$, em que F_a é a intensidade da resultante das forças de atrito, considerada constante, e $d = 0,870 \text{ m}$ o módulo do deslocamento do bloco entre as posições inicial e final. Como $W_{\vec{F}_{NC}} = \Delta E_m$ pode concluir-se que:

$$-F_a d = \Delta E_m \Rightarrow F_a = -\frac{\Delta E_m}{d} = -\frac{(8,728 \times 10^{-2} - 0,380) \text{ J}}{0,870 \text{ m}} = 0,34 \text{ N}.$$

OU

A resultante das forças de atrito, \vec{F}_a , pode ser determinada com base na Lei Fundamental da Dinâmica, aplicada na direção do movimento, e na determinação da aceleração do paralelepípedo, \vec{a} , a partir das equações do movimento com aceleração constante (assumindo que todas as forças que atuam sobre o corpo são constantes):

$\vec{F}_R = m\vec{a} \Rightarrow P_x - F_a = ma$ em que P_x é o módulo da componente do peso na direção do movimento, F_a é o módulo da resultante das forças de atrito e a é o módulo da aceleração.

Toma-se como inicial e final, respetivamente, o instante de largada do paralelepípedo, velocidade inicial nula, e o instante imediatamente após a tira de cartolina ter atravessado a célula fotoelétrica.

A velocidade final do paralelepípedo é aproximadamente igual à velocidade média no intervalo de tempo, $\Delta t' = 1,08 \times 10^{-2} \text{ s}$, em que a tira de cartolina bloqueia a célula, deslocando-se o carrinho de uma distância $d' = 1,50 \times 10^{-2} \text{ m}$: $v_f = \frac{1,50 \times 10^{-2} \text{ m}}{1,08 \times 10^{-2} \text{ s}} = 1,389 \text{ m s}^{-1}$.

Aplicando as equações do movimento ao intervalo de tempo considerado, em que o bloco se desloca de $0,870 \text{ m}$:

$$\begin{cases} x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 \\ v = v_0 + a t \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 0,870 = 0 + 0 + \frac{1}{2} a t^2 \\ 1,389 = 0 + a t \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 0,870 = \frac{a}{2} \times \frac{1,389^2}{a^2} \\ t = \frac{1,389}{a} \end{cases}$$

Assim, o módulo da aceleração do bloco é $a = \frac{(1,389 \text{ m s}^{-1})^2}{2 \times 0,870 \text{ m}} = 1,109 \text{ m s}^{-2}$.

Da Lei Fundamental da Dinâmica determina-se a intensidade da resultante das forças de atrito: $P_x - F_a = ma \Rightarrow F_a = P_x - ma = mg \sin \theta - ma = m(g \sin \theta - a)$ em que θ é o ângulo entre o plano inclinado e a horizontal. Substituindo os valores das grandezas obtém-se:

$$F_a = 9,048 \times 10^{-2} \text{ kg} \times \left(10 \text{ m s}^{-2} \times \frac{0,420 \text{ m}}{0,870 \text{ m}} - 1,109 \text{ m s}^{-2} \right) = 0,34 \text{ N}.$$

3. (B)

Sobre o bloco atuam 3 forças: o peso \vec{P} (vertical e de sentido para baixo), a força normal \vec{N} (perpendicular ao plano inclinado) e as forças de atrito (paralelas à direção do movimento e de sentido oposto a este) de resultante \vec{F}_a .

Como o carrinho desce acelerando (parte do repouso e entra em movimento, aumentando a sua velocidade, e neste caso, aumentando sempre, dado a aceleração ser constante) a resultante das forças tem a direção e o sentido do movimento, portanto, a componente do peso na direção do movimento, \vec{P}_x , é maior do que a resultante das forças de atrito, \vec{F}_a : $P_x > F_a$.

4. (A)

O declive do gráfico da energia dissipada, $E_{\text{dissipada}}$ (módulo da variação da energia mecânica), em função da distância percorrida, d , é a intensidade da resultante das forças de atrito, F_a (maior força de atrito implica maior energia dissipada num determinado deslocamento):

$$E_{\text{dissipada}} = -\Delta E_m = -W_{\vec{F}_a} = -F_a d \cos 180^\circ = F_a d, \text{ em suma, } E_{\text{dissipada}} = F_a d.$$

Como a resultante das forças de atrito é maior para o paralelepípedo com face revestida pelo material X, a linha do gráfico correspondente a X tem maior declive do que a de Y.

Grupo IV

1.

1.1. A variação de energia interna no intervalo [0; 76] min foi 23 kJ.

A variação de energia interna do refrigerante é igual à energia transferida, por calor, para o refrigerante (desprezam-se variações de volume e, portanto, transferências de energia por trabalho):

$\Delta U = Q + W = Q + 0 = mc\Delta T$ em que m é a massa do refrigerante, c a sua capacidade térmica mássica e ΔT a variação de temperatura ocorrida; substituindo os valores daquelas grandezas obtém-se:

$$\Delta U = 0,34 \text{ kg} \times 4,2 \times 10^3 \text{ J kg}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1} \times (27 - 11) \text{ }^\circ\text{C} = 2,3 \times 10^4 \text{ J} = 23 \text{ kJ}.$$

1.2. (C)

A taxa temporal de transferência de energia, por radiação, é a potência da radiação,

Não se alterando a potência da radiação incidente, nem as características da superfície da lata, e respetiva orientação, pode admitir-se que a taxa temporal de absorção de energia se mantém praticamente constante.

No intervalo de tempo considerado, a temperatura da superfície da lata vai aumentando, logo também aumenta a potência da radiação que ela emite (taxa temporal de emissão de energia).

Pode, portanto, concluir-se que a diferença entre a taxa temporal de absorção de energia e a de emissão vai diminuindo: o aumento da energia interna por unidade de tempo vai, naquele intervalo, diminuindo ao longo do tempo, consoante o sistema se vai aproximando do estado em que a temperatura permanece constante, para o qual a diferença entre as taxas de absorção e de emissão é nula (o aumento de temperatura é cada vez mais “lento”, o que significa que a perda de energia por emissão se vai aproximando do ganho de energia por absorção, até que, quando se igualam, deixa de existir variação de energia interna da lata).

2. (D)

O sistema *refrigerante quente* (1) + *refrigerante frio* (2) é isolado, o que significa que as variações de energia interna das duas amostras, (1) e (2), são simétricas:

$$\Delta U_{\text{sistema}} = \Delta U_1 + \Delta U_2 \Rightarrow 0 = \Delta U_1 + \Delta U_2 \Rightarrow \Delta U_1 = -\Delta U_2 \Rightarrow m_1 c \Delta T_1 = -m_2 c \Delta T_2 \Rightarrow m_1 \Delta T_1 = -m_2 \Delta T_2 .$$

Substituindo pelos dados do problema obtém-se $0,34 \text{ kg} \times (\theta_e - 27 \text{ }^\circ\text{C}) = -0,20 \text{ kg} \times (\theta_e - 5 \text{ }^\circ\text{C})$.

3. (C)

Pretende-se que a potência transferida (energia transferida, por calor, por unidade de tempo) através das chapas, de igual área A , e sujeitas à mesma diferença de temperatura ΔT entre as suas faces, seja a mesma:

$$\frac{Q_{\text{Al}}}{\Delta t} = \frac{Q_{\text{aço}}}{\Delta t} \Rightarrow k_{\text{Al}} \frac{A}{l_{\text{Al}}} \Delta T = k_{\text{aço}} \frac{A}{l_{\text{aço}}} \Delta T \Rightarrow \frac{k_{\text{Al}}}{l_{\text{Al}}} = \frac{k_{\text{aço}}}{l_{\text{aço}}} \Rightarrow l_{\text{Al}} = \frac{k_{\text{Al}}}{k_{\text{aço}}} l_{\text{aço}} \Rightarrow l_{\text{Al}} = \frac{237}{52} l_{\text{aço}} \Rightarrow l_{\text{Al}} = 4,6 l_{\text{aço}} .$$

Como o alumínio tem uma condutividade térmica 4,6 vezes maior do que a do aço considerado, para que a transferência de energia ocorra com a mesma rapidez, nas condições indicadas, é necessário que a chapa do alumínio, melhor condutor, seja tantas vezes mais espessa do que a chapa de aço quanto o quociente entre as condutividades térmicas desses dois materiais.

Grupo V

1. (B)

Numa solução neutra são iguais as concentrações dos iões $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$ e $\text{OH}^-(\text{aq})$.

A $25 \text{ }^\circ\text{C}$, $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-] = 1,00 \times 10^{-7} \text{ mol dm}^{-3}$, concluindo-se que $\text{pH} = -\log \left\{ \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{\text{mol dm}^{-3}} \right\} = 7,00$.

No instante inicial ($t = 0,0$) tem-se $\text{pH} = 5,10 < 7,00$, a solução é ácida, sendo a concentração de iões $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$ maior do que a de uma solução neutra (quando pH diminui $[\text{H}_3\text{O}^+]$ aumenta):

$$10^{-5,10} \text{ mol dm}^{-3} > 10^{-7,00} \text{ mol dm}^{-3} \Leftrightarrow 7,94 \times 10^{-6} \text{ mol dm}^{-3} > 1,00 \times 10^{-7} \text{ mol dm}^{-3} .$$

Uma solução ácida é aquela em que a concentração de iões $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$ é superior à concentração de iões $\text{OH}^-(\text{aq})$: quando pH diminui, $[\text{H}_3\text{O}^+]$ aumenta e $[\text{OH}^-]$ diminui.

2. No intervalo $[0,0; 5,0]$ min, a variação da concentração de iões $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$ foi:

$$-4,0 \times 10^{-6} \text{ mol dm}^{-3} .$$

$$\Delta[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{H}_3\text{O}^+]_f - [\text{H}_3\text{O}^+]_i = (10^{-5,40} - 10^{-5,10}) \text{ mol dm}^{-3} = -4,0 \times 10^{-6} \text{ mol dm}^{-3}$$

3.

3.1. (C)

O ácido conjugado de uma base é a espécie que resulta da base quando esta ganha um ião H^+ : o ácido conjugado de H_2O é H_3O^+ , o ácido conjugado de CO_3^{2-} seria HCO_3^- , e o ácido conjugado de HCO_3^- seria H_2CO_3 .

3.2. O aumento de pH no decurso do tempo significa que a concentração de iões $H_3O^+(aq)$ diminui no intervalo de tempo considerado, o que implica que a reação (2) esteja a evoluir no sentido inverso: de acordo com o Princípio de Le Châtelier, isso resulta de uma diminuição da concentração do ácido carbónico, $H_2CO_3(aq)$, que o sistema contraria evoluindo no sentido em que este ácido se forma.

Da diminuição da concentração do ácido carbónico, $H_2CO_3(aq)$, deduz-se que a reação (1) está também a evoluir no sentido inverso: uma diminuição do dióxido de carbono dissolvido, $CO_2(aq)$, na água gaseificada, resultado da libertação de $CO_2(g)$ para a atmosfera, faz evoluir o sistema (1) no sentido de contrariar essa diminuição.

OU

A libertação de $CO_2(g)$ para a atmosfera origina a diminuição do dióxido de carbono dissolvido, $CO_2(aq)$, na água gaseificada, ou seja, de um reagente da reação (1). Então, de acordo com o Princípio de Le Châtelier, é favorecida a evolução da reação (1) no sentido inverso, com a consequente diminuição da concentração do ácido carbónico, $H_2CO_3(aq)$.

Da mesma forma que para a reação (1), a diminuição da concentração do ácido carbónico, $H_2CO_3(aq)$, também favorece a evolução da reação (2) no sentido inverso, com a consequente diminuição da concentração dos iões $H_3O^+(aq)$.

À diminuição da concentração de $H_3O^+(aq)$, corresponde um aumento do pH.

4. (A)

A precipitação do carbonato de cálcio ocorre quando, a uma determinada temperatura, o quociente da reação $CaCO_3(s) \rightleftharpoons Ca^{2+}(aq) + CO_3^{2-}(aq)$, Q , for maior do que o produto de solubilidade dessa reação, K_s :

$$Q > K_s \Rightarrow [Ca^{2+}][CO_3^{2-}] > K_s \Rightarrow 2,54 \times 10^{-3} \times [CO_3^{2-}] > 4,5 \times 10^{-9} \Rightarrow [CO_3^{2-}] > \frac{4,5 \times 10^{-9}}{2,54 \times 10^{-3}}, \text{ obtém-se } [CO_3^{2-}] > 1,8 \times 10^{-6} \text{ mol dm}^{-3}.$$

Grupo VI

1. (B)

No hidrogénio, H_2 , substância elementar, o número de oxidação do hidrogénio é 0: $n.o.(H) = 0$.

Na água, H_2O , substância composta, o número de oxidação do hidrogénio é +1: $n.o.(H) = +1$.

Logo, a variação do número de oxidação do hidrogénio é $\Delta[n.o.(H)] = +1 - 0 = +1$.

2.
2.1. (A)

A quantidade de átomos em 0,300 mol de CO é $2 \times 0,300$ mol, uma vez que cada molécula de CO tem 2 átomos.

A quantidade de átomos em 0,300 mol de H₂O é $3 \times 0,300$ mol, uma vez que cada molécula de H₂O tem 3 átomos.

Assim, a quantidade total de átomos na mistura é $(2 \times 0,300 \text{ mol} + 3 \times 0,300 \text{ mol}) = 1,50 \text{ mol}$.

2.2. A densidade é a massa por unidade de volume: $\rho = \frac{m}{V} = \frac{m_{\text{CO}} + m_{\text{H}_2\text{O}}}{V} = \frac{n_{\text{CO}}M_{\text{CO}} + n_{\text{H}_2\text{O}}M_{\text{H}_2\text{O}}}{V}$.

As massas molares de CO e de H₂O são:

$$M_{\text{CO}} = (12,01 + 16,00) \text{ g mol}^{-1} = 28,01 \text{ g mol}^{-1} \text{ e}$$

$$M_{\text{H}_2\text{O}} = (2 \times 1,01 + 16,00) \text{ g mol}^{-1} = 18,02 \text{ g mol}^{-1}.$$

Considerando as quantidades destas substâncias obtém-se:

$$\rho = \frac{0,300 \text{ mol} \times 28,01 \text{ g mol}^{-1} + 0,300 \text{ mol} \times 18,02 \text{ g mol}^{-1}}{10,00 \text{ dm}^3} = \frac{13,81 \text{ g}}{10,00 \text{ dm}^3} = 1,38 \text{ g dm}^{-3}.$$

2.3. O quadro seguinte apresenta a relação entre as quantidades, no início e no equilíbrio, das substâncias envolvidas na reação dada (1 mol de CO é estequiometricamente equivalente a 1 mol de H₂O, a 1 mol de CO₂ e a 1 mol de H₂):

	CO ₂ (g)	H ₂ (g)	⇌	CO(g)	H ₂ O(g)
inicial	0	0		0,300 mol	0,300 mol
variação	+x	+x		-x	-x
equilíbrio	x	x		0,423 × 0,300 mol	0,423 × 0,300 mol

Conhecendo as quantidades de CO, inicial e presente no equilíbrio, determina-se a quantidade de CO que reagiu, x:

$$0,300 \text{ mol} - x = 0,423 \times 0,300 \text{ mol} \Rightarrow x = 0,1731 \text{ mol}.$$

As concentrações dos produtos são:

$$[\text{CO}]_e = [\text{H}_2\text{O}]_e = \frac{0,423 \times 0,300 \text{ mol}}{10,0 \text{ dm}^3} = \frac{0,1269 \text{ mol}}{10,0 \text{ dm}^3} = 1,269 \times 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}.$$

As concentrações dos reagentes são:

$$[\text{CO}_2]_e = [\text{H}_2]_e = \frac{0,1731 \text{ mol}}{10,0 \text{ dm}^3} = 1,731 \times 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}.$$

Com base nos valores numéricos destas concentrações no estado de equilíbrio, expressas em mol dm⁻³, determina-se a constante de equilíbrio, K_c, à temperatura considerada (700 °C):

$$K_c = \frac{[\text{CO}]_e [\text{H}_2\text{O}]_e}{[\text{H}_2]_e [\text{CO}_2]_e} = \frac{(1,269 \times 10^{-2}) \times (1,269 \times 10^{-2})}{(1,731 \times 10^{-2}) \times (1,731 \times 10^{-2})} = \left(\frac{1,269}{1,731}\right)^2 = 0,537.$$

Grupo VII

1. (D)

Na molécula de dióxido de carbono existem 4 pares de eletrões ligantes (2 pares por cada ligação entre o carbono e cada um dos átomos de oxigénio) e 4 pares de eletrões não ligantes nos átomos de oxigénio (2 pares em cada um dos átomos de oxigénio).

2. O ângulo de ligação na molécula de CO_2 é 180° .

Na molécula de dióxido de carbono, CO_2 , não existem eletrões não ligantes no átomo central, o de carbono, que está ligado a dois átomos, os de oxigénio.

Com base no modelo de repulsão de pares de eletrões de valência, podemos deduzir que a energia da molécula é minimizada quando existir um afastamento máximo dos eletrões ligantes, da ligação do carbono com cada um dos dois átomos de oxigénio, ou seja, quando a amplitude do ângulo da ligação $\text{O} - \text{C} - \text{O}$ for de 180° .

3. (B)

O átomo de carbono, C, tem número atómico 6, portanto, o átomo tem 6 eletrões e a sua configuração eletrónica no estado fundamental é $1s^2 2s^2 2p^2$. As orbitais de valência são as de maior número quântico principal n , neste caso, as de $n = 2$, ou seja, a orbital $2s$ e as orbitais $2p$.

Um conjunto possível de números quânticos para uma das orbitais $2p$ é $(n, l, m_l) = (2, 1, 0)$, dado que para as orbitais $2p$ o número quântico de momento angular é 1: $l = 1$.

As opções (A) e (D) são impossíveis uma vez que o número quântico de momento angular, l , é sempre menor do que o número quântico principal, n . A opção (C) corresponde à orbital $1s$ que não é de valência.

4. (D)

A energia de ionização de um elemento químico é a energia mínima para remover um eletrão de um átomo desse elemento, no estado fundamental, em fase gasosa, e isolado.

Os eletrões que necessitam de menos energia para serem removidos são os eletrões das orbitais de valência mais energéticas. A configuração eletrónica do oxigénio, O, no estado fundamental, tendo 8 eletrões, é $1s^2 2s^2 2p^4$, logo o eletrão removido é retirado de uma das orbitais $2p$, as de maior energia.

Para um átomo a energia necessária é $\frac{1,31 \times 10^3 \text{ kJ mol}^{-1}}{6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}} = \frac{1,31 \times 10^3 \times 10^3 \text{ J}}{6,02 \times 10^{23}} = 2,18 \times 10^{-18} \text{ J}$.

5. O átomo de carbono, C, tem 6 eletrões, portanto, a sua configuração eletrónica, no estado fundamental, é $1s^2 2s^2 2p^2$ e a do oxigénio, O, com 8 eletrões, é $1s^2 2s^2 2p^4$.

No estado fundamental, os eletrões destes átomos distribuem-se por dois níveis de energia (em ambos os casos, os eletrões de valência encontram-se em orbitais de número quântico principal, n , igual a 2).

No átomo de oxigénio existem 8 protões no núcleo, enquanto no de carbono apenas 6 protões: a maior carga nuclear no oxigénio torna também maior a atração sobre a nuvem eletrónica, o que faz com que o raio deste átomo seja menor do que o do carbono.