



Proposta de resolução

Exame Final Nacional do Ensino Secundário

Prova de Física e Química A – 715

11.º ano de escolaridade

2.ª fase

20 de julho de 2023

Resolução comentada e explicada, dedicada a todos os alunos que se preparam para o
exame.

Nos itens de seleção é aqui apresentada a opção referente à versão 1.

Índice

ITEM 1.	4
1.1.....	4
1.2.1.....	4
1.2.2.....	5
ITEM 2.	5
2.1.....	5
2.2.....	6
ITEM 3.	6
3.1.....	6
3.2.....	7
ITEM 4.	7
ITEM 5.	8
5.1.....	8
5.2.1.....	8
5.2.2.....	8
ITEM 6.	9
6.	9
ITEM 7.	10
7.1.....	10
7.2.....	11
7.3.....	12
ITEM 8.	12
8.1.....	12
8.2.....	13
8.3.....	13
ITEM 9.	14
9.1.....	14
9.2.....	16

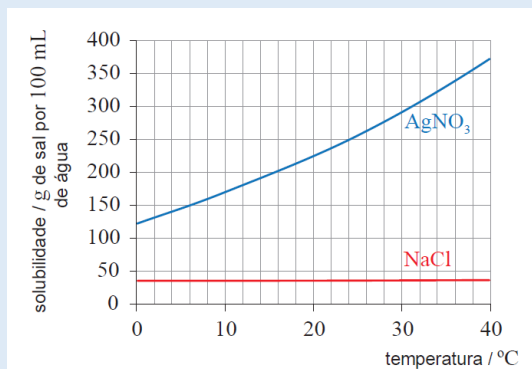
9.3.....	17
<u>ITEM 10.</u>	<u>18</u>
10.1.....	18
10.2.1.	19
10.2.2.	20

Item 1.

1.1.

Versão 1:
Opção (C)

AgNO_3 , e a sua solubilidade aumenta com o aumento da temperatura.



Pela análise do gráfico, verifica-se que, com o aumento da temperatura, a solubilidade em água do AgNO_3 também aumenta.

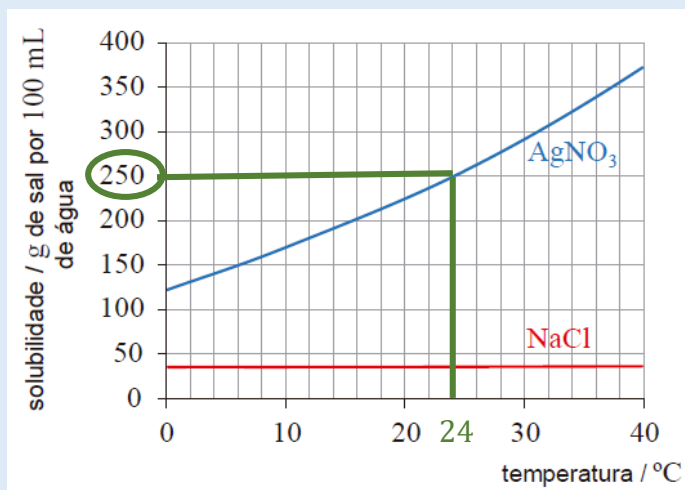
Por outro lado, a qualquer temperatura, a solubilidade do AgNO_3 é sempre superior à do NaCl .

1.2.1.

Versão 1:
Opção (B)

238 g

Análise no gráfico: $24^\circ\text{C} \rightarrow s_{\text{AgNO}_3} = 250 \text{ g}/100 \text{ mL água}$



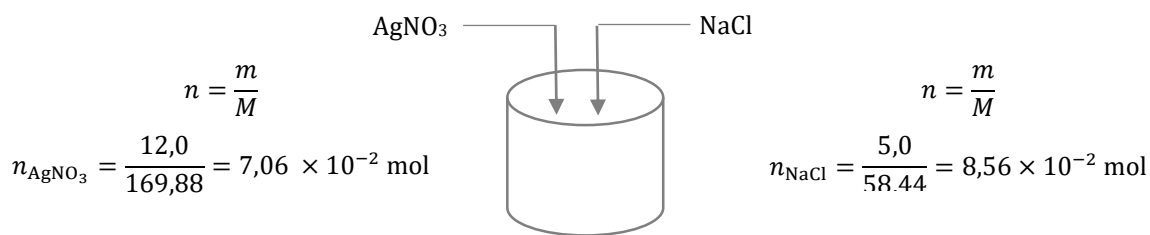
Em 100 mL de água destilada:

$$m_{\text{AgNO}_3} (\text{solução saturada}) = 250 \text{ g}$$

$$m_{\text{AgNO}_3} (\text{solução preparada}) = 12,0 \text{ g}$$

$$m_{\text{AgNO}_3} (\text{possível adicionar}) = 250 - 12,0 = 238 \text{ g}$$

1.2.2.



$$V_{\text{Solução}} = 100 \text{ mL} + 100 \text{ mL} = 200 \text{ mL}$$

$$[\text{Ag}^+] = \frac{7,06 \times 10^{-2}}{0,200} = 0,353 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

$$[\text{Cl}^-] = \frac{8,56 \times 10^{-2}}{0,200} = 0,428 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

$$Q_s = [\text{Ag}^+] \times [\text{Cl}^-]$$

$$Q_s = 0,353 \times 0,428 = 0,15$$

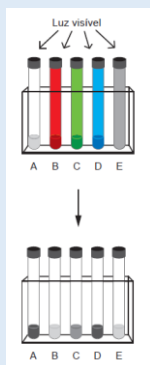
Verifica-se que $Q_s > K_s (1,6 \times 10^{-10})$ pelo que há formação de precipitado.

Item 2.

2.1.

Versão 1:
Opção (A)

algumas ...
refletida



Pela informação fornecida e pela análise da figura 2, onde se retira que só as amostras A, C e D escureceram quando todas foram expostas à radiação da luz visível, conclui-se que nem todas as radiações são capazes de provocar o escurecimento.

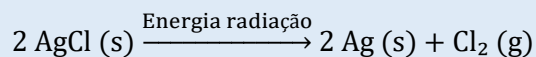
No tubo ensaio E, de revestimento opaco prateado, a radiação visível é, em grande parte, refletida (e muito pouca ou nenhuma transmitida), sendo que alguma poderá também ser absorvida.

2.2.

Versão 1:
Opção (C)

Vermelha,
verde e azul.

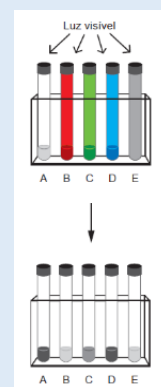
A reação fotoquímica ocorre quando o cloreto de prata, AgCl , é exposto à luz visível, que possui energia suficiente para que ocorra uma reação na qual o cátion prata presente no cloreto de prata se reduz a prata metálica e o anião cloro se oxida formando cloro gasoso:



O escurecimento a mistura é um indicador visual da decomposição do AgCl (s) , que requer energia, com a formação de prata metálica, que tem uma cor escura. Quanto maior a energia da radiação maior será a extensão da reação fotoquímica, resultando num escurecimento mais intenso da mistura.

Observa-se que a coloração cinzenta é inexistente no tubo vermelho, e a sua intensidade aumenta do tubo verde para o tubo azul, concluindo-se que:

$$E_{\text{vermelho}} < E_{\text{verde}} < E_{\text{Azul}}$$



Item 3.

3.1.

Aplicando a lei de Snell-Descartes:

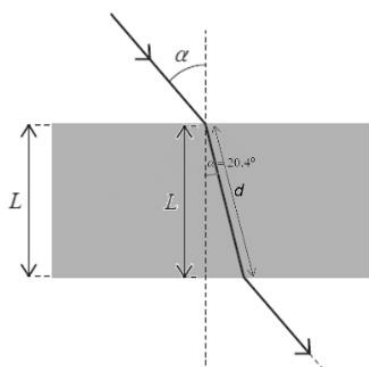
$$n_{\text{ar}} \times \sin \alpha_{\text{incidência}} = n_{\text{vidro}} \times \sin \alpha_{\text{refração}}$$

$$1,000 \times \sin 32^\circ = 1,52 \times \sin \alpha_{\text{refratado}}$$

$$\sin \alpha_{\text{refração}} = 0,348$$

$$\alpha_{\text{refração}} = 20,4^\circ$$

Por trigonometria ter-se-á:



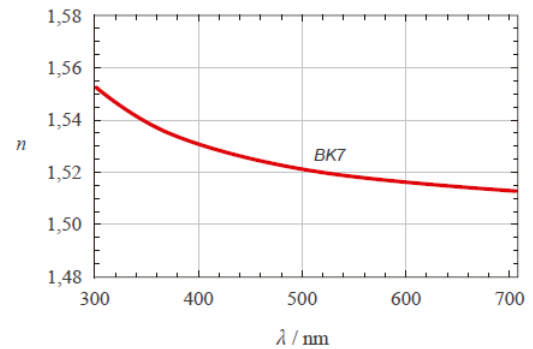
$$\cos 20,4^\circ = \frac{L}{d}$$

$$d = \frac{2,81 \times 10^{-2}}{\cos 20,4^\circ} = 0,03$$

$$d = 3,0 \times 10^{-2} \text{ m}$$

3.2.

Pela análise do gráfico $n = f(\lambda)$ observa-se que à medida que o valor do comprimento de onda, λ , diminui, o valor do índice de refração do vidro *BK7*, n , aumenta.



O índice de refração é definido pela razão entre a velocidade de propagação da radiação no vácuo, c , e a velocidade de propagação da radiação eletromagnética no material $\left(n = \frac{c}{v_{\text{material}}}\right)$.

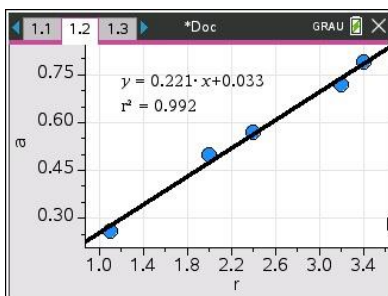
Dado que c é constante, o índice de refração num meio e a velocidade de propagação da radiação eletromagnética nesse meio são grandezas inversamente proporcionais. Conclui-se, então, que a velocidade de propagação da radiação eletromagnética, no vidro *BK7* diminui à medida que o comprimento de onda da radiação diminui.

Item 4.

Expressando a aceleração centrípeta, $a_c = \frac{v^2}{r}$, em função da velocidade angular, ω , através da substituição da velocidade linear, $v = \omega \times r$, ter-se-á:

$$a_c = \frac{\omega^2 \times r^2}{r}$$

$$a_c = \omega^2 \times r$$



Com o auxílio da calculadora gráfica, obtém-se a equação da reta de ajuste ao gráfico $[a_c = f(r)]$, onde o raio da trajetória descrita pelos telemóveis é a variável independente e a magnitude da sua aceleração, que apresenta apenas componente centrípeta, a variável dependente:

$$a_c = 0,221 r + 0,033 \text{ (SI)}$$

Como o declive da função $a_c = f(r)$ corresponde ao quadrado da velocidade angular, retira-se que:

$$\omega^2 = 0,221$$

$$\omega = \sqrt{0,221} = 0,47 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$$

Item 5.

5.1.

Opção (D)

$$2,19 \times 10^6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

Se o eletrão realiza 1000 voltas em $1,52 \times 10^{-13} \text{ s}$, então descreve uma única órbita num intervalo de tempo de:

$$\frac{1,52 \times 10^{-13} \text{ s}}{1000} = 1,52 \times 10^{-16} \text{ s}$$

O módulo da sua velocidade poderá ser calculado, dado que se trata de uma órbita circular, dividindo o perímetro da circunferência por aquele tempo:

$$v = \frac{2 \times \pi \times 5,29 \times 10^{-11} \text{ m}}{1,52 \times 10^{-16} \text{ s}}$$

$$v = 2,19 \times 10^6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

5.2.1.

Opção (A)

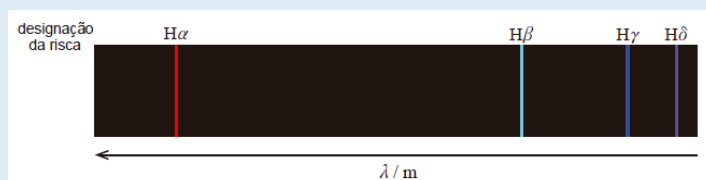
A energia transferida para o gás rarefeito por unidade de carga que o atravessa.

Consequência direta da definição de diferença de potencial elétrico: mede a energia transferida por unidade de carga.

5.2.2.

Opção (B)

H_{β}



O átomo de hidrogénio apresenta quatro riscas na região visível do espectro, todas correspondendo a transições energéticas de níveis de energia, n , superiores para o segundo nível de energia.

Quanto maior a diferença de energia entre os níveis de energia a que se dá a transição, maior será a energia (e a frequência) da radiação emitida (e menor será o seu comprimento de onda).

Assim, a radiação de maior comprimento de onda e menor energia das apresentadas, a que corresponde à risca vermelha, H_{α} , será a transição de $n=3$ para $n=2$.

A risca de valor energético imediatamente seguinte, H_{β} , irá, sequencialmente, corresponder a transição de $n=4$ para $n=2$ (e assim sucessivamente: H_{γ} , irá corresponder a transição de $n=5$ para $n=2$ e, por último, H_{δ} , irá corresponder a transição de $n=6$ para $n=2$).

Item 6.**6.**

O Princípio de Le Châtelier estabelece que um sistema químico em equilíbrio reage a uma perturbação favorecendo a reação que contraria a perturbação efetuada.

Se a perturbação for a diminuição do volume de reservatório, tal conduzirá o aumento da pressão do gás no seu interior, dado que todas as espécies químicas participantes do equilíbrio se encontram no estado gasoso. Para contrariar esta causa, ter-se-ia que diminuir a pressão da mistura gasosa, mas tal não é possível, neste equilíbrio, pois a quantidade total de gás presentes nos reagentes e nos produtos é a mesma (pelos coeficientes estequiométricos retira-se que por cada duas moles de gases de reagentes que reagem originam-se também duas moles de gases nos produtos, mantendo a pressão igual). Assim, a diminuição do volume do reservatório não irá afetar a produção de hidrogénio.

Esta mesma conclusão poder-se-ia retirar verificando-se que o quociente desta reação, Q , é independente do valor do volume do recipiente:

$$Q = \frac{[\text{CO}_2(\text{g})] \times [\text{H}_2(\text{g})]}{[\text{CO}(\text{g})] \times [\text{H}_2\text{O}(\text{g})]}$$

$$Q = \frac{\frac{n_{\text{CO}_2(\text{g})}}{V} \times \frac{n_{\text{H}_2(\text{g})}}{V}}{\frac{n_{\text{CO}(\text{g})}}{V} \times \frac{n_{\text{H}_2\text{O}(\text{g})}}{V}}$$

$$Q = \frac{n_{\text{CO}_2(\text{g})} \times n_{\text{H}_2(\text{g})}}{n_{\text{CO}(\text{g})} \times n_{\text{H}_2\text{O}(\text{g})}}$$

Assim sendo, como o sistema está inicialmente em equilíbrio químico, o valor de $Q=K_c$; alterando-se o volume, o valor de Q permanece o mesmo e mantêm-se igual a K_c . Logo, o estado que equilíbrio não é afetado.

Por outro lado, como a reação é exotérmica (a sua variação de entalpia é negativa), a uma diminuição da temperatura corresponderá o favorecimento da reação direta pois, sendo

esta exotérmica, provocará um aumento da temperatura do meio onde ocorre, contrariando a causa da perturbação.

Retira-se, portanto, que o procedimento de diminuir a temperatura do sistema, mantendo o volume de reservatório constante, cumpre o objetivo de maximizar a produção de hidrogénio.

Item 7.

7.1.

A quebra de ligações químicas é um processo que requer energia (endotérmico) e a sua formação liberta energia (processo exotérmico). Numa reação química ambos ocorrem pelo que o seu balanço energético terá de ser feito contemplando os valores específicos da energia envolvida nestes dois processos.

Cálculo da energia envolvida na quebra das ligações dos reagentes:

[correspondendo a 2 moles de ligações covalente duplas $C=O$ por cada mole de moléculas de $CO_2(g)$ que reage com 4 moles de $H_2(g)$ (quebra de 4 moles de ligações covalentes $H-H$)

$$\sum E_{\text{reagentes}} = 2 \times E(C=O) + 4 \times E(H-H)$$

$$\sum E_{\text{reagentes}} = 2 \times 799 + 4 \times 436$$

$$\sum E_{\text{reagentes}} = 3342 \text{ kJ}$$

Cálculo da energia envolvida na formação das ligações dos produtos da reação:

[correspondendo a 4 moles de ligações $C-H$ por cada mole de moléculas de metano formada e a 4 moles de ligações covalentes simples entre os átomos de oxigénio e hidrogénio, correspondendo a 2 moles de moléculas de água formadas]

$$\sum E_{\text{produtos}} = 4 \times E(C-H) + 2 \times 2 \times E(O-H)$$

$$\sum E_{\text{produtos}} = 4 \times 414 + 4 \times 460$$

$$\sum E_{\text{produtos}} = 3496 \text{ kJ}$$

Por convenção, atribui-se o sinal positivo ao valor da energia associada a quebra de ligações, (correspondendo ao aumento da energia interna do sistema químico associado a este processo) e o sinal negativo ao valor da energia associada à formação de ligações (correspondendo à diminuição da energia do sistema químico associada a processo).

Assim, a variação de entalpia da reação será de

$$\Delta H = +\sum E_{\text{reagentes}} - \sum E_{\text{produtos}}$$

$$\Delta H = +3342 - 3496$$

$$\Delta H = -154 \text{ kJ}$$

7.2.

Opção (A)

27 mol

A quantidade de dióxido de carbono, $\text{CO}_2(\text{g})$, corresponde a

$$n = \frac{m}{M}$$

$$n = \frac{4,40 \times 10^3 \text{ g}}{44,01 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}$$

$$n = 100 \text{ mol de } \text{CO}_2(\text{g})$$

e a quantidade do hidrogénio é de

$$n = \frac{V}{V_m}$$

$$n = \frac{4,48 \times 10^3 \text{ dm}^3}{22,4 \text{ dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}}$$

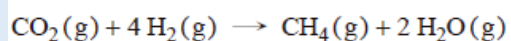
$$n = 200 \text{ mol de } \text{H}_2(\text{g})$$

Como, para a reação completa de 100 mol de $\text{CO}_2(\text{g})$ são necessárias 400 mol de $\text{H}_2(\text{g})$, mas só estão disponíveis 200 mol de di-hidrogénio, conclui-se que o di-hidrogénio, $\text{H}_2(\text{g})$, é o reagente limitante.

Assim, caso a reação fosse completa, da reação de 200 moles de di-hidrogénio poder-se-iam obter no máximo:

$$\frac{200}{4} = 50 \text{ mol de } \text{CH}_4(\text{g})$$

dado que pela reação



se retira que a quantidade de $\text{CH}_4(\text{g})$ obtida é um quarto da quantidade de $\text{H}_2(\text{g})$ que reage.

Como a reação apresenta um rendimento de 54%, produzir-se-á então

$$0,54 \times 50 = 27 \text{ mol de } \text{CH}_4(\text{g})$$

7.3.

- a) 2 (linear)
- b) 3 (tetraédrica)
- c) 5 (angular)

A molécula de $\text{CO}_2(\text{g})$ apresenta duas ligações covalentes duplas entre o átomo de carbono e os átomos de oxigénio, pelo que o átomo central de carbono não apresenta nenhum par de eletrões não ligantes. A minimização das repulsões elétricas entre os eletrões participantes das ligações covalentes estabelecidas obtém-se, então, com uma geometria linear, correspondendo ao ângulo de ligação de 180° .

Tal não acontece com a molécula de $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ onde o átomo de oxigénio, para além de formar duas ligações covalentes simples com os dois átomos de hidrogénio, apresenta ainda dois pares de eletrões não ligantes. Neste caso, a repulsão eletrónica entre os pares de eletrões não ligantes, entre os pares de eletrões ligantes e os não ligantes e, ainda, entre os pares diretores ligantes, conduz a uma geometria molecular angular.

A molécula de $\text{CH}_4(\text{g})$ apresenta quatro ligações covalente simples estabelecidas entre o átomo central do carbono e os quatro átomos de hidrogénio, correspondendo a uma geometria tetraédrica, onde o carbono se encontra no centro do tetraedro e cada átomo de hidrogénio num dos seus vértices.

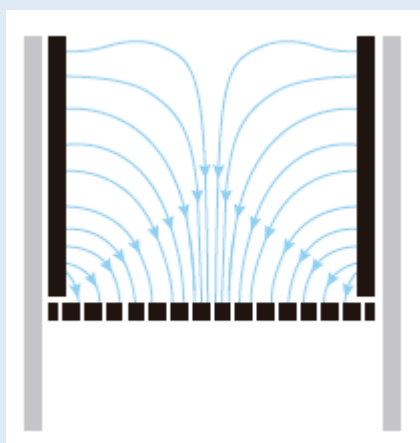
Item 8.

8.1.

Opção (A)

O traçado das linhas de um campo elétrico é feito de modo a que a força elétrica resultante que atue numa partícula positiva colocada nesse campo tenha direção tangente à linha de campo nesse ponto e o seu sentido. Assim sendo, as linhas de campo elétrico nunca se poderão cruzar, pois tal corresponderia a dois valores distintos para a direção da força resultante.

Por outro lado, dado que a grelha horizontal está carregada negativamente e as placas verticais são carregadas positivamente o sentido das linhas de campo terá de ser das placas verticais para a grelha horizontal.



Nota: o movimento das partículas constituintes dos gases de exaustão são, justamente, no sentido oposto ao marcado pelas linhas de campo, pois estas partículas ao atravessarem a grelha adquirem carga elétrica negativa.

8.2.

Opção (D)

 $3,17 \times 10^{-9} \text{ mol}$

Cada partícula em suspensão apresenta uma massa de valor médio $5,00 \times 10^{-20} \text{ g}$, pelo que em $2,62 \times 10^{-5} \text{ g}$ de material particulado existe um total de

$$\frac{2,62 \times 10^{-5}}{5,00 \times 10^{-20}} = 1,91 \times 10^{15} \text{ partículas em suspensão.}$$

A unidade SI (Sistema Internacional de Unidades) de quantidade de matéria é a mole. Por definição, uma mole é a quantidade de matéria, n , que contém exatamente $6,022\,140\,1610 \times 10^{23}$ entidades elementares.

Assim, a quantidade de material particulado existentes na amostra de gases de exaustão será de

$$\frac{1,91 \times 10^{15}}{6,02 \times 10^{23}} = 3,17 \times 10^{-9} \text{ mol}$$

8.3.

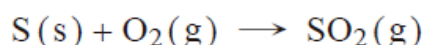
Em 1,0 tonelada de carvão há

$$\frac{3,5}{100} \times 1,0 \times 10^6 \text{ g} = 3,5 \times 10^4 \text{ g}$$

de enxofre, o que corresponde à quantidade de

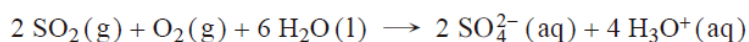
$$\frac{3,5 \times 10^4}{32,06} = 1,09 \times 10^3 \text{ mol de enxofre, S.}$$

Pela reação traduzida pela equação



retira-se que a quantidade de dióxido de enxofre lançada para a atmosfera no estado gasoso é igual a quantidade de enxofre sólido que reagiu, ou seja, serão emitidas para a atmosfera $1,09 \times 10^3 \text{ mol}$ de dióxido de enxofre.

Por outro lado, da reação apresentada por:



verifica-se se que se obtém o dobro de iões oxónio, H_3O^+ , relativamente à quantidade de dióxido de enxofre que reagiu. Como é informado que todo o enxofre presente no combustível fóssil é oxidado a anião sulfato, conclui-se que se obterá $2 \times 1,09 \times 10^3 = 2,18 \times 10^3$ mol de H_3O^+ .

Para determinação do pH da água da chuva nesta área é necessário proceder-se ao cálculo da concentração hidrogeniónica, $[\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})]$, pelo que ter-se-á que calcular o volume de água da chuva. Neste modelo simplificado, este volume corresponde ao volume de um cilindro de área da base, A ,

$$\begin{aligned} A &= \pi r^2 \\ A &= \pi \times (1,0 \times 10^3)^2 \\ A &= 3,14 \times 10^6 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

e altura $h = 10 \times 10^{-3}$ m, pelo que o seu volume, V , será de

$$\begin{aligned} V &= A \times h \\ V &= 3,14 \times 10^6 \text{ m}^2 \times 1,0 \times 10^{-2} \text{ m} \\ V &= 3,14 \times 10^4 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Têm-se, então, que a concentração hidrogeniónica será de

$$\begin{aligned} [\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})] &= \frac{2,18 \times 10^3 \text{ mol}}{3,14 \times 10^7 \text{ dm}^3} \\ [\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})] &= 6,9 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \end{aligned}$$

o que corresponde a um pH de

$$\begin{aligned} \text{pH} &= -\log [\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})] \\ \text{pH} &= -\log 6,9 \times 10^{-5} \\ \text{pH} &= 4,16 \end{aligned}$$

Item 9.

9.1.

Opção (C)

$$|\mathbf{a}_e| < |\mathbf{a}_t|$$

e

$$|\Delta E_{\text{pg}_e}| > |\Delta E_{\text{pg}_t}|$$

Por aplicação da Lei Fundamental da Dinâmica a um corpo colocado num plano inclinado, sem atrito, que forma um ângulo de amplitude α com a horizontal, teremos:

$$\begin{aligned} \vec{F}_r &= m \times \vec{a} \\ \vec{P} + \vec{N} &= m \times \vec{a} \end{aligned}$$

$$\vec{P}_x + \vec{P}_y + \vec{N} = m \times \vec{a}$$

$$\vec{P}_x = m \times \vec{a}$$

Ou seja, num plano inclinado sem atrito, a resultante das forças aplicadas corresponde à componente do peso na direção do plano inclinado, \vec{P}_x , dado que a componente do peso na direção perpendicular ao plano inclinado, \vec{P}_y , se anula com a força normal, \vec{N} , exercida pelo plano no corpo, ficando:

$$m \times |g| \times \sin \alpha = m \times |a|$$

$$|a| = |g| \times \sin \alpha$$

Assim, dado que $|g|$ é constante, quanto maior for a amplitude do ângulo que o plano inclinado forma com a horizontal, maior será o módulo da aceleração. Então, o módulo da aceleração do trenó é superior ao módulo da aceleração da esquiadora,

$$|a_e| < |a_t|$$

A energia potencial gravítica final de ambos os movimentos (da esquiadora e do trenó) é o nível do troço horizontal BC, pelo que a variação da energia potencial gravítica será tanto maior quanto maior for a energia potencial gravítica inicial. Como o módulo da aceleração gravítica é igual para ambos os movimentos, este valor dependerá da massa do corpo e da altura a que partem. A massa da esquiadora é superior a massa do trenó, mas a altura de que parte a esquiadora é inferior; assim, é necessário relacionar as referidas alturas para se poder proceder à comparação a sua energia potencial gravítica inicial.

O valor das alturas pode ser obtido em ambos os casos pela razão trigonométrica seno, dado que sabemos o ângulo que forma o plano inclinado com a horizontal e temos ainda que a distância percorrida (hipotenusa) é igual nos dois casos (50,0 m):

$$\sin \alpha = \frac{l_{\text{cateto oposto}}}{l_{\text{hipotenusa}}}$$

$$\sin \alpha = \frac{h}{50,0}$$

$$h = \sin \alpha \times 50,0$$

Esquiadora:

$$h_e = \sin 20^\circ \times 50,0$$

$$h_e = 17,0 \text{ m}$$

Trenó:

$$h_t = \sin 40^\circ \times 50,0$$

$$h_t = 32,1 \text{ m}$$

Substituindo a expressão das alturas na energia potencial gravítica obtém-se que a energia potencial gravítica inicial:

Esquiadora:

$$E_{pg_e} = m_e \times g \times h_e$$

$$E_{pg_e} = 3 \times m_t \times g \times 17,0$$

$$E_{pg_e} = 51 \times m_t \times g$$

Trenó:

$$E_{pg_t} = m_t \times g \times h_t$$

$$E_{pg_e} = m_t \times g \times 32,1$$

O valor da energia potencial gravítica inicial da esquiadora é superior à energia potencial gravítica do trenó, pelo que a sua variação também será superior.

$$|\Delta E_{pg_e}| > |\Delta E_{pg_t}|$$

9.2.

Opção (D)

O Teorema da Energia Cinética

$$\Delta E_c = W_{\vec{F}_r}$$

aplicado a esta situação e dado que, como se apresenta na resolução do item 9.1, a intensidade da força resultante, F_r , corresponde a intensidade da componente do peso na direção do plano inclinado, P_x , fica

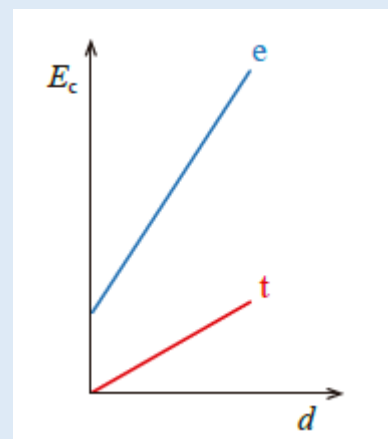
$$E_{cf} - E_{ci} = P_x \times d \times \cos 0^\circ$$

$$E_{cf} = P_x \times d + E_{ci}$$

Assim, retira-se que gráfico da energia cinética em função da distância percorrida terá de apresentar uma ordenada na origem nula caso o corpo parta do repouso, como é o caso do trenó.

Por outro lado, o declive do gráfico apresentado corresponde a intensidade da componente P_x do corpo na descida que, como g é constante, depende da massa do corpo e do ângulo que o plano inclinado forma com a horizontal.

Como o produto da massa da esquiadora pelo seno de 20° é diferente do produto da massa do trenó pelo seno de 40° , os declives dos dois traçados não poderão ser iguais (e o traçado do gráfico da esquiadora apresentará um declive superior).



9.3.

Como o atrito e a resistência do ar são desprezáveis, a energia mecânica mantém-se constante durante todo o percurso, tanto para o trenó, como para a esquiadora.

Quando se cruzam, no troço horizontal, os dois corpos apresentam velocidades com igual módulo.

Cálculo do módulo da velocidade do trenó no plano horizontal:

$$\sin 40^\circ = \frac{h_D}{d}$$

$$h_D = \sin 40^\circ \times 50,0 = 32,1 \text{ m}$$

$$\Delta E_{mDC} = 0$$

$$E_{mD} = E_{mC}$$

$$E_{cD} + E_{pgD} = E_{cC} + E_{pgC}$$

$$\frac{1}{2} m v_D^2 + m g h_D = \frac{1}{2} m v_C^2 + m g h_C$$

$$0 + m g h_D = \frac{1}{2} m v_C^2 + 0$$

$$g h_D = \frac{1}{2} v_C^2$$

$$v_C = \sqrt{2 \times 9,8 \times 32,1} = 25,1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$$

Portanto, o módulo da velocidade da esquiadora no plano horizontal também é de $25,1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

Cálculo do módulo da velocidade inicial da esquiadora:

$$\sin 20^\circ = \frac{h_A}{d}$$

$$h_A = \sin 20^\circ \times 50,0 = 17,1 \text{ m}$$

$$\Delta E_{\text{mAB}} = 0$$

$$E_{\text{mA}} = E_{\text{mB}}$$

$$E_{\text{cA}} + E_{\text{pgA}} = E_{\text{cB}} + E_{\text{pgB}}$$

$$\frac{1}{2} m v_A^2 + m g h_A = \frac{1}{2} m v_B^2 + m g h_B$$

$$\frac{1}{2} v_A^2 + g h_A = \frac{1}{2} v_B^2 + 0$$

$$v_A^2 = v_B^2 - 2 g h_A$$

$$v_A = \sqrt{25,1^2 - 2 \times 9,8 \times 17,1} = 17,2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$$

Item 10.

10.1.

Opção (B)

Se o copo de precipitação estiver tapado o sistema encontrar-se-á tapado e o seu diâmetro for igual ao da placa elétrica.

Se o copo de precipitação estiver tapado o sistema encontrar-se-á fechado e as trocas de energia com o exterior estarão minimizadas, (nomeadamente, por convecção). Para além disso, parte da água vaporizada condensa ao entrar em contacto com a tampa, evitando as trocas de matéria com o exterior.

Por outro lado, como a transferência de energia entre a placa elétrica e água se processa essencialmente por condução através do vidro, a

percentagem de energia transferida pela placa elétrica para a água irá aumentar se a superfície de contato entre o vidro do copo e a placa aumentar. Além disso, se o diâmetro do copo for igual ao da placa elétrica, as trocas de energia por radiação da placa elétrica para o ar são minimizadas.

10.2.1.

Opção (B)

$$\frac{P \times t_1}{m \times (\theta_2 - \theta_1)}$$

- $P = \frac{E}{\Delta t}$

$$E = P \times \Delta t$$

- $E = m \times c \times \Delta \theta$

$$P \times \Delta t = m \times c \times \Delta \theta$$

$$c = \frac{P \times \Delta t}{m \times \Delta \theta}$$

Aplicando ao processo de aquecimento do gelo, no intervalo de 0 a t_1 , temos:

$$c = \frac{P \times (t_1 - 0)}{m \times (\theta_2 - \theta_1)}$$

$$c = \frac{P \times t_1}{m \times (\theta_2 - \theta_1)}$$

10.2.2.**a) 2** (manteve-se constante)**b) 1** (aumenta)**c) 1** (superior)

A energia interna de um sistema corresponde ao somatório da energia cinética e da energia potencial das partículas que o constituem. Assim, o seu valor dependerá da sua temperatura, da sua massa e do seu estado físico.

A amostra de água nos processos de mudança de fase apresenta uma temperatura constante. Contudo, a sua energia interna aumenta, pois continua a ser transferida energia da placa elétrica para o sistema. Esta energia está a ser utilizada no aumento da energia potencial do sistema de partículas que constitui a amostra, alterando-se o seu estado físico pela alteração das ligações intermoleculares. Ou seja, o aumento de energia interna do sistema nas mudanças de estado físico surge no aumento da energia potencial média das interações entre as partículas que o constituem e não pelo aumento da energia cinética média dessas partículas (temperatura).