



*Associação Portuguesa de  
Professores de Física e de Química*

## **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**

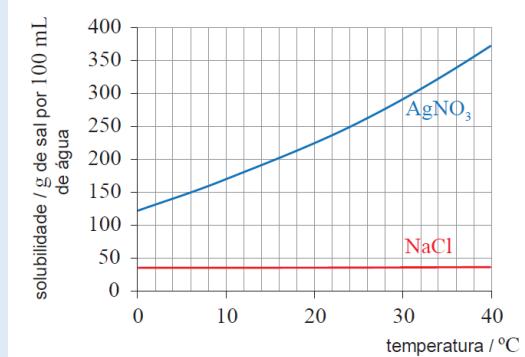
<b><u>ITEM 1.</u></b>	<b><u>4</u></b>
<b>1.1.....</b>	<b>4</b>
<b>1.2.1.....</b>	<b>4</b>
<b>1.2.2.....</b>	<b>5</b>
<b><u>ITEM 2.</u></b>	<b><u>5</u></b>
<b>2.1.....</b>	<b>5</b>
<b>2.2.....</b>	<b>6</b>
<b><u>ITEM 3.</u></b>	<b><u>6</u></b>
<b>3.1.....</b>	<b>6</b>
<b>3.2.....</b>	<b>7</b>
<b><u>ITEM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

---

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

**Item 1.****1.1.****Versão 1:  
Opção (C)**

$\text{AgNO}_3$ , e a sua solubilidade aumenta com o aumento da temperatura.



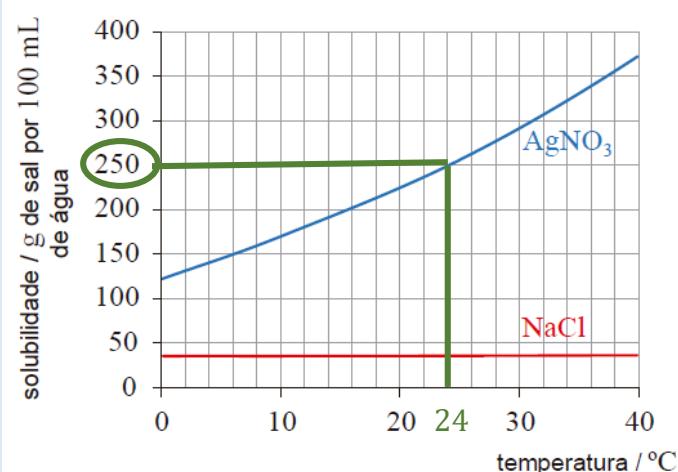
Pela análise do gráfico, verifica-se que, com o aumento da temperatura, a solubilidade em água do  $\text{AgNO}_3$  também aumenta.

Por outro lado, a qualquer temperatura, a solubilidade do  $\text{AgNO}_3$  é sempre superior à do  $\text{NaCl}$ .

**1.2.1.****Versão 1:  
Opção (B)**

238 g

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

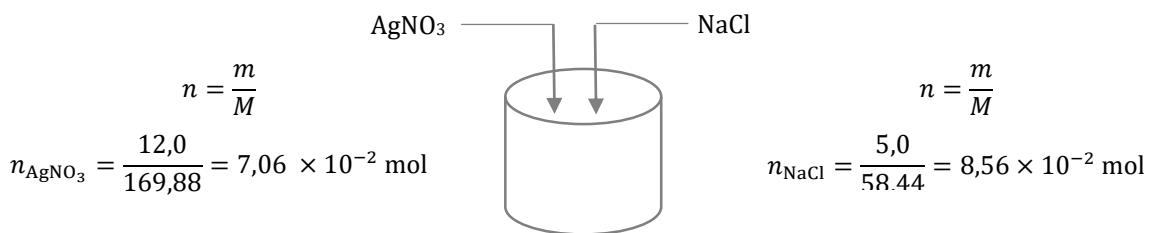
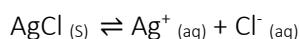


Em 100 mL de água destilada:

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

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

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

**1.2.2.**

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

$$[\text{Ag}^+] = \frac{7,06 \times 10^{-2}}{0,200} = 0,353 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \quad [\text{Cl}^-] = \frac{8,56 \times 10^{-2}}{0,200} = 0,428 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

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

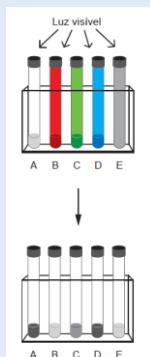
$$Q_s = 0,353 \times 0,428 = 0,15$$

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



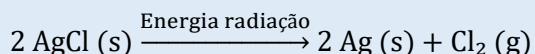
Pela informação fornecida e pela análise da figura 2, onde se retira que só as amostras A, C e D escureceram quando todas foram expostas à radiação da luz visível, conclui-se que nem todas as radiações não capazes de provocar o escurecimento.

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.

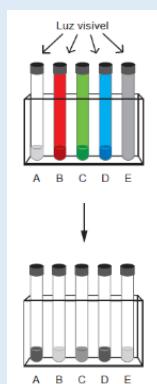
A reação fotoquímica ocorre quando o cloreto de prata, AgCl, é exposto à luz visível, que possui energia suficiente para que ocorra uma reação na qual o catião prata presente no cloreto de prata se reduz a prata metálica e o anião cloro se oxida formando cloro gasoso:



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:

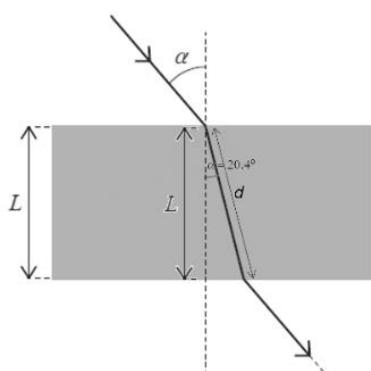
$$n_{\text{ar}} \times \sin \alpha_{\text{incidência}} = n_{\text{vidro}} \times \sin \alpha_{\text{refração}}$$

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

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

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

Por trigonometria ter-se-á:



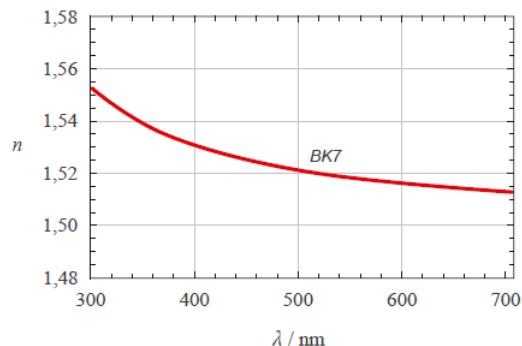
$$\cos 20,4^\circ = \frac{L}{d}$$

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

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

### 3.2.

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



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

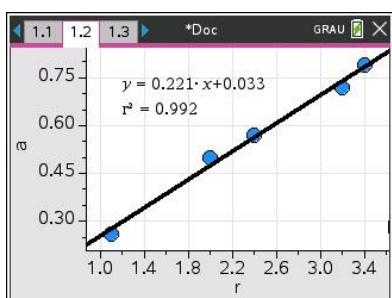
Dado que  $c$  é constante, o índice de refração num meio e a velocidade de propagação da radiação eletromagnética nesse meio são grandezas inversamente proporcionais. Conclui-se, então, que a velocidade de propagação da radiação eletromagnética, no vidro BK7 diminui à medida que o comprimento de onda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

#### Item 4.

Expressando a aceleração centrípeta,  $a_c = \frac{v^2}{r}$ , em função da velocidade angular,  $\omega$ , 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:

$$\frac{1,52 \times 10^{-13} \text{ s}}{1\,000} = 1,52 \times 10^{-16} \text{ s}$$

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

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

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

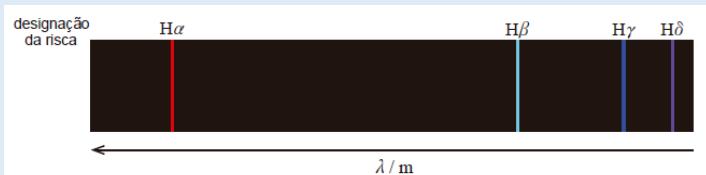
**5.2.1.****Opção (A)**

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)**

$$H_{\beta}$$



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,  $H_{\alpha}$ , será a transição de  $n=3$  para  $n=2$ .

A risca de valor energético imediatamente seguinte,  $H_\beta$ , irá, sequencialmente, corresponder a transição de  $n=4$  para  $n=2$  (e assim sucessivamente:  $H_\gamma$ , irá corresponder a transição de  $n=5$  para  $n=2$  e, por último,  $H_\delta$ , 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 mantém-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<sub>2</sub>(g) que reage com 4 moles de H<sub>2</sub>(g) (quebra de 4 moles de ligações covalentes H–H)]

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

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

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

##### 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]

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

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

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

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)

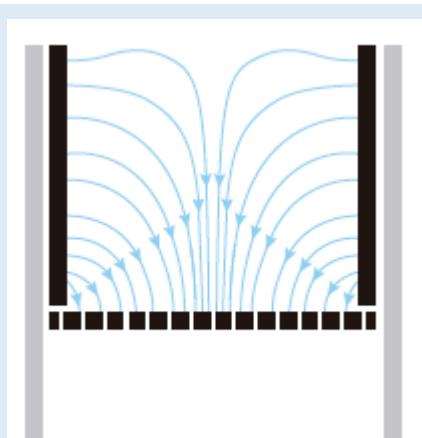
A molécula de  $\text{CO}_2(\text{g})$  apresenta duas ligações covalentes duplas entre o átomo de carbono e os átomos de oxigénio, pelo que o átomo central de carbono não apresenta nenhum par de eletrões não ligantes. A minimização das repulsões elétricas entre os eletrões participantes das ligações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

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 covalentes 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)

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

Cada partícula em suspensão apresenta uma massa de valor médio  $5,00 \times 10^{-20}$  g, pelo que em  $2,62 \times 10^{-5}$  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.

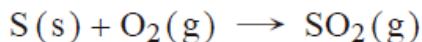
Em 1,0 tonelada de carvão há

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

de enxofre, o que corresponde à quantidade de

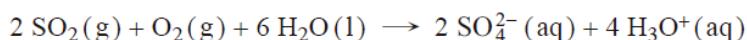
$$\frac{3,5 \times 10^4}{32,06} = 1,09 \times 10^3 \text{ mol de enxofre, S.}$$

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  $1,09 \times 10^3$  mol de dióxido de enxofre.

Por outro lado, da reação apresentada por:



verifica-se se que se obtém o dobro de iões oxónio,  $\text{H}_3\text{O}^+$ , 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  $\text{H}_3\text{O}^+$ .

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,  $A$ ,

$$A = \pi r^2$$

$$A = \pi \times (1,0 \times 10^3)^2$$

$$A = 3,14 \times 10^6 \text{ m}^2$$

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

$$V = A \times h$$

$$V = 3,14 \times 10^6 \text{ m}^2 \times 1,0 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$V = 3,14 \times 10^4 \text{ m}^3$$

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

$$[\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})] = \frac{2,18 \times 10^3 \text{ mol}}{3,14 \times 10^7 \text{ dm}^3}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})] = 6,9 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

o que corresponde a um pH de

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})]$$

$$\text{pH} = -\log 6,9 \times 10^{-5}$$

$$\text{pH} = 4,16$$

### Item 9.

#### 9.1.

**Opção (C)**

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

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  $\alpha$  com a horizontal, teremos:

$$\vec{F}_r = m \times \vec{a}$$

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

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

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

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:

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

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

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

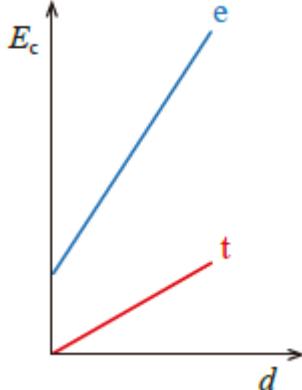
$$E_{c_f} - E_{c_i} = P_x \times d \times \cos 0^\circ$$

$$E_{c_f} = P_x \times d + E_{c_i}$$

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 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  $20^\circ$  é diferente do produto da massa do trenó pelo seno de  $40^\circ$ , 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:

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

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

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

$$E_{\text{mD}} = E_{\text{mC}}$$

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

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

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

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

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

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:

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

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

$$\Delta E_{m_{AB}} = 0$$

$$E_{m_A} = E_{m_B}$$

$$E_{c_A} + E_{pg_A} = E_{c_B} + E_{pg_B}$$

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

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

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

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

## Item 10.

### 10.1.

#### Opção (B)

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).