1.

1.1. A propriedade física a que se refere o ultimo parágrafo do texto é a capacidade térmica mássica (c).

1.2. **(A)** Se as águas são ligeiramente ácidas, $[H_3O^+] > [OH^-]$, então a quantidade de H_3O^+ em solução é superior à quantidade de OH^-.

Quando estas "águas" entram em contacto com as rochas calcárias, ricas em ião carbonato, CO_3^{2-}, ocorre uma reacção ácido-base que pode ser traduzida pela equação:

$H_3O^+ (aq) + CO_3^{2-} (aq) \rightleftharpoons HCO_3^- (aq) + H_2O (l)$

A formação do ião hidrogenocarbonato, HCO_3^-, provoca consumo do ião H_3O^+. Assim, se a quantidade de H_3O^+ diminui, a sua concentração também diminui e o pH aumenta.

Uma vez que: $pH = -\log [H_3O^+]$, quanto menor for a concentração de H_3O^+ maior será o pH da solução.

1.3. Na molécula da água, os átomos de oxigénio têm dois pares de eletrões de valência não ligantes, que repelem os pares de eletrões ligantes (existentes entre O e H), pelo que a molécula apresenta uma geometria angular. Como a repulsão entre os dois pares não ligantes é superior à repulsão entre pares ligantes, os átomos de hidrogénio são forçados a aproximar-se mais do que o esperado numa disposição tetraédrica.

1.4. A dureza de uma água de consumo doméstico pode ser alterada pela adição de compostos de cálcio nas Estações de Tratamento de Águas. Os iões Ca^{2+} e Mg^{2+}, presentes em águas duras, formam, com o sabão, compostos muito pouco solúveis que precipitam – a chamada escuma –, o que reduz a formação de espuma. Assim, quanto maior for a concentração daqueles iões, menor é a eficiência da lavagem com sabão.

Os detergentes não precipitam em águas duras (ou não formam escuma, ou contêm agentes complexantes que dificultam a formação de escuma).

2.

2.1. Determinar o intervalo de tempo que decorre entre a emissão do ultrassom e a sua recepção, Δt.

$$\frac{100 \text{ ms}}{1 \text{ cm}} = \frac{\Delta t}{4{,}0 \text{ cm}} \Leftrightarrow \Delta t = \frac{100 \text{ ms}}{1} \times 4{,}0 \Leftrightarrow$$
$$\Leftrightarrow \Delta t = 400 \text{ ms}$$

O tempo de ida e volta do sinal é 400 ms, isto é, 0,400 s.

Determinar o tempo que o sinal demora a atingir o obstáculo, $\Delta t'$.

O tempo que o sinal demora a atingir o obstáculo, Δt'',é metade do tempo de ida e volta do sinal.

$$\Delta t' = \frac{\Delta t}{2} \Leftrightarrow \Delta t' = \frac{0{,}400}{2} \Leftrightarrow \Delta t'' = 0{,}200 \text{ s}$$

Determinar a altura *h*.

Utilizando a expressão $v = \frac{d}{\Delta t'}$, e sabendo que a velocidade do som nas referidas condições é 1524 m s^{-1}, determina-se *h*, que é a distância percorrida pelo som, d, na expressão:

$d = v \times \Delta t' \Leftrightarrow d = 1524 \times 0{,}200 \Leftrightarrow d = 305 \text{ m}$

A profundidade da água, *h*, naquele local é 305 m.

2.2. **(B)** Sabendo que $\lambda = \frac{v}{f}$, pode concluir-se que para o mesmo meio de propagação (a velocidade e o comprimento de onda dependem do meio de propagação), quanto maior for a frequência, menor será a comprimento de onda já que a velocidade é constante.

2.3. **(B)** Para o mesmo meio de propagação, a frequência e o comprimento de onda são grandezas inversamente proporcionais, já que: $\lambda = \frac{v}{f}$.

Também, a frequência e o período são grandezas inversamente proporcionais. Assim, quanto maior for a frequência de uma onda sonora menor será o seu período. Contudo, para o mesmo meio de propagação, a velocidade não depende da frequência.

3.

3.1. **(D)**

– O n.o. do azoto no composto dióxido de azoto (NO_2) é mais quatro (+4) porque a soma algébrica dos números de oxidação dos átomos que constituem uma molécula é igual a zero (regra da eletroneutralidade) e porque o número de oxidação do oxigénio é menos dois (–2), exceto nos peróxidos em que é menos um (–1).

$$2 \times \text{n.o.(O)}_{NO_2} + \text{n.o.(N)}_{NO_2} = 0 \Leftrightarrow$$
$$\Leftrightarrow 2 \times (-2) + \text{n.o.(N)}_{NO_2} = 0 \Leftrightarrow \text{n.o.(N)}_{NO_2} = 4$$

– O n.o. do azoto no composto ácido nítrico (HNO_3) é mais cinco (+5) porque a soma algébrica dos números de oxidação dos átomos que constituem uma molécula é igual a zero (regra da eletroneutralidade) e porque o número de oxidação do oxigénio é menos dois (–2), exceto nos peróxidos em que é menos um (–1) e o número de oxidação do hidrogénio é mais um, exceto nos hidretos em que é menos um (–1). Assim:

$3 \times \text{n.o.}(O)_{HNO_3} + \text{n.o.}(N)_{HNO_3} + \text{n.o.}(H)_{HNO_3} = 0 \Leftrightarrow$

$\Leftrightarrow 3 \times (-2) + (1) + \text{n.o.}(N)_{HNO_3} = 0 \Leftrightarrow$

$\Leftrightarrow \text{n.o.}(N)_{HNO_3} = 5$

3.2.

3.2.1.

Admitir uma dada massa de solução.

Considerar 100 g de solução

Determinar a massa de soluto em 100 g de solução.

$$\%(^m/_m) = \frac{m(\text{soluto})}{m(\text{solução})} \times 100 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow m(\text{soluto}) = \frac{\%(^m/_m) \times m(\text{solução})}{100} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow m(\text{soluto}) = \frac{25 \times 100}{100} \Leftrightarrow m(\text{soluto}) = 25\text{ g}$$

Determinar o volume de solução correspondente a 100 g de solução.

$$\rho_{\text{solução}} = \frac{m(\text{solução})}{V(\text{solução})} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow V(\text{solução}) = \frac{m(\text{solução})}{\rho_{\text{solução}}} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow V(\text{solução}) = \frac{100}{0,91} \Leftrightarrow V(\text{solução}) = 110\text{ cm}^3$$

Determinar a quantidade de NH_3 em 100 g de solução.

$$n(NH_3) = \frac{m(NH_3)}{m(NH_3)} \Leftrightarrow n(NH_3) = \frac{25}{17,04} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow n(NH_3) = 1,5\text{ mol}$$

Determinar a concentração, expressa em mol dm^{-3}, dessa solução de amoníaco.

$$c_{NH_3} = \frac{n(NH_3)}{V(\text{solução})} \Leftrightarrow c_{NH_3} = \frac{1,5}{110 \times 10^{-3}} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow c_{NH_3} = 13\text{ mol dm}^{-3}$$

A concentração, expressa em mol dm^{-3}, dessa solução de amoníaco é 13 mol dm^{-3}.

3.2.2.

(A) Tendo em conta o conceito de toxicidade – indicação do quão nociva é uma substância quando entra no organismo por ingestão, inalação ou absorção cutânea – e ainda a informação do texto que é respeitante a sintomas de ingestão do amoníaco, então a alternativa a selecionar terá de ser a A.

3.3.1.

(C) H_2O (l) e OH^- (aq) constituem par conjugado ácido-base pois são espécies químicas que diferem entre si de um só protão.

3.3.2.

$$K_c = \frac{[NH_4^+]_e \times [HO^-]_e}{[NH_3]_e}$$

3.3.3.

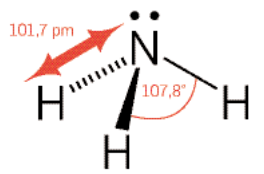
(C) A constante de equilíbrio de uma determinada reacção é o produto da concentração dos produtos da reacção, elevados aos respectivos coeficientes estequiométricos, a dividir pelo produto da concentração dos reagentes, igualmente elevadas aos respectivos coeficientes. Esta razão é constante a uma determinada temperatura. Reações com constantes de equilíbrio muito elevadas são reações muito extensas, isto é, têm rendimentos muito elevados, estando a reação muito deslocada no sentido dos produtos da reação.

4

4.1. **(A)** Afirmação verdadeira. O número atómico do néon é 10 pelo que a sua configuração eletrónica no estado fundamental é $1s^2\ 2s^2\ 2p^6$. O número atómico do alumínio é 13 pelo que a sua configuração eletrónica de estado fundamental é $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^1$.

O ião tripositivo, Al^{3+}, forma-se quando o alumínio perde três eletrões pelo que a sua configuração eletrónica de estado fundamental é: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6$, o que traduz uma configuração eletrónica igual à do néon no estado fundamental.

(B) Afirmação verdadeira. O azoto forma com o hidrogénio um composto, o amoníaco (NH_3), cujas moléculas têm geometria piramidal trigonal. Atendendo apenas à estequiometria do composto, a geometria poderia ser triangular plana. Porém, no amoníaco existe um par de eletrões de valência não ligantes no átomo de azoto (átomo central). As repulsões que se estabelecem entre estes eletrões e os pares de valência ligantes forçam a molécula a assumir uma geometria piramidal trigonal.



(C) Afirmação falsa. De forma genérica, o raio atómico diminui ao longo do período com o aumento do número atómico e aumenta ao longo do grupo com o aumento do número atómico, pelo que, por exemplo, o lítio apresenta menor raio atómico. O elemento que apresenta menor raio atómico é o hidrogénio.

(D) Afirmação falsa. O sódio forma com o cloro um composto, o cloreto de sódio (NaCl), cujas ligações são iónicas.

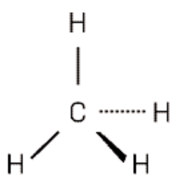
(E) Afirmação verdadeira. A energia de ionização diminui, genericamente, ao longo do grupo com o aumento do número atómico. Como o flúor é o elemento do respetivo grupo de menor número atómico, é o que possui maior energia de ionização.

(F) Afirmação verdadeira. O número atómico do néon é 10 pelo que a sua configuração eletrónica de estado fundamental é $1s^2\ 2s^2\ 2p^6$. O número atómico do oxigénio é 8 pelo que a sua configuração eletrónica de estado fundamental é $1s^2\ 2s^2\ 2p^4$.

O ião binegativo, O^{2-}, forma-se quando o átomo de oxigénio capta dois eletrões, pelo que a sua configuração eletrónica de estado fundamental é $1s^2\ 2s^2\ 2p^6$, o que traduz uma configuração eletrónica igual à do néon no estado fundamental.

(G) Afirmação falsa. O número atómico do alumínio é 13 pelo que a sua configuração eletrónica de estado fundamental é $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^1$.

(H) Afirmação verdadeira. O carbono forma com o hidrogénio um composto, o metano (CH_4), cujas moléculas têm geometria tetraédrica.



4.2. A carga nuclear aumenta ao longo do segundo período da Tabela Periódica, com o aumento do número atómico.

Com o aumento do número atómico aumentam as interações atrativas eletrões-núcleo e as repulsivas eletrões-eletrões. O aumento das interações atrativas eletrões-núcleo é predominante o que origina contração da nuvem eletrónica e consequente diminuição do raio atómico ao longo de um período. Para um mesmo período, os eletrões de valência encontram-se no mesmo nível energético.

Ao longo do 2.° período da Tabela Periódica, estando todos os eletrões de valência no mesmo nível energético, a força de atração núcleo-eletrão torna-se mais intensa com a diminuição do raio, pelo que quanto maior é o número atómico mais difícil é remover um dos eletrões de valência.

5.

5.1. **Determinar a energia mecânica inicial do sistema.**

No início, o sistema só possui energia potencial pois parte do repouso (estava parado).

$E_m(i) = E_c + E_p \Leftrightarrow E_m(i) = \frac{mv_i^2}{2}2 + mgh_i$. Como parte do repouso, $v_i = 0$, obtém-se:

$E_m(i) = mgh_i \Leftrightarrow E_m(i) = 1200 \times 10 \times 8{,}0 \Leftrightarrow$
$\Leftrightarrow E_m(i) = 9{,}6 \times 10^4$ J

Determinar a energia mecânica final do sistema.

No final, o sistema só possui energia cinética pois a altura, h_f, é zero.

$E_m(f) = E_c + E_p \Leftrightarrow E_m(f) = \frac{mv_f^2}{2} + mgh_f$; como $h_f = 0$, pode escrever-se: $E_m(f) = \frac{mv_f^2}{2} \Leftrightarrow$

$\Leftrightarrow E_m(f) = \frac{1200 \times (12)^{22}}{2} \Leftrightarrow E_m(f) = 8{,}2 \times 10^4$ J

Determinar o módulo da energia dissipada.

$E_m(i) = E_m(f) + |E_m(\text{dis})| \Leftrightarrow$
$\Leftrightarrow |E_m(\text{dis})| = |E_m(i) - E_m(f)| \Leftrightarrow$
$\Leftrightarrow |E_m(\text{dis})| = |9{,}6 \times 10^4 - 8{,}2 \times 10^4| \Leftrightarrow$
$\Leftrightarrow |E_m(\text{dis})| = 9{,}6 \times 10^4$ J

O módulo da energia dissipada pelo sistema automóvel + Terra no percurso considerado foi $9{,}6 \times 10^4$ J.

5.2. **(B)**

$W_{\vec{P}} = -\Delta E_p \Leftrightarrow W_{\vec{P}} = -(E_{p_f} - E_{p_i}) \Leftrightarrow$
$\Leftrightarrow W_{\vec{P}} = -(mgh_f - mgh_i) \Leftrightarrow$
$\Leftrightarrow W_{\vec{P}} = -(mg(h_f - h_i) \Leftrightarrow$
$\Leftrightarrow W_{\vec{P}} = -(1200 \times 10(0 - 8{,}0) \Leftrightarrow$
$\Leftrightarrow W_{\vec{P}} = 1200 \times 10 \times 8{,}0$ J

5.3. **(A)**

$\Delta E_c = E_{c(\text{final})} - E_{c(\text{inicial})} \Leftrightarrow \Delta E_c = E_{c(\text{final})}$ pois $E_{c(\text{inicial})} = 0$; já que parte do repouso, $v_0 = 0$ m s^{-1}.

$\Delta E_c = W_{\vec{F}_r} \Leftrightarrow E_{c(\text{final})} = W_{\vec{F}_r} \Leftrightarrow$
$\Leftrightarrow E_{c(\text{final})} = F_r \times d \times \cos 0° \Leftrightarrow E_{c(\text{final})} = m \times a \times d$, o que permite concluir que quanto maior é a

distância percorrida pelo automóvel maior, é a energia cinética adquirida e que se a distância percorrida for nula a energia cinética também o será. Concluindo pode dizer-se que a representação da energia cinética em função da distância percorrida entre A e B é uma recta que passa pela origem (quando a energia cinética é zero a distância percorrida também é zero) e cujo declive, ma, ou seja, a resultante das forças, sendo esta constante.

5.4.

5.4.1.

Determinar a energia necessária para alimentar o semáforo, durante um dia, Eu.

$\Delta t = 24\ \text{h} \Leftrightarrow \Delta t = (24 \times 60 \times 60)\text{s}$

$E_u = P_u \times \Delta t \Leftrightarrow$

$\Leftrightarrow E_u = 5{,}0 \times 10^2 \times (24 \times 60 \times 60) \Leftrightarrow$

$\Leftrightarrow E_u = 4{,}32 \times 10^7\ \text{J}$

Determinar a energia que é necessário transferir, por dia, para a bateria, Et (tendo em conta a energia necessária para alimentar o semáforo, durante um dia).

$$\eta_{\text{bateria}} = \frac{E_u}{E_t} \times 100 \Leftrightarrow E_t = \frac{E_u}{\eta_{\text{bateria}}} \times 100 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow E_t = \frac{4{,}32 \times 10^7}{50} \times 100 \Leftrightarrow E_t = 8{,}64 \times 10^7\ \text{J}$$

Determinar a área (A) de painel fotovoltaico necessária.

$$\frac{1{,}00 \times 10^{-2}\ \text{m}^2}{3{,}89 \times 10^4\ \text{J}} = \frac{A}{8{,}64 \times 10^7\ \text{J}} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow A = \frac{1{,}00 \times 10^{-2}\ \text{m2} \times 8{,}64 \times 10^7\ \text{J}}{3{,}89 \times 10^4\ \text{J}} \Leftrightarrow$$

$\Leftrightarrow A = 22{,}0\ \text{m}^2$

A área de painel fotovoltaico necessária para alimentar o circuito eléctrico do semáforo é $22{,}0\ \text{m}^2$.

5.4.2.

(C) O posicionamento e a orientação do painel fotovoltaico condicionam o seu rendimento médio. Painéis orientados para norte recebem menor intensidade de radiação que os voltados para sul. Por outro lado, a inclinação do painel também influencia a quantidade de radiação que lhe chega.

6.

6.1. **(D)** Numa superfície horizontal, o alcance de um projétil corresponde à distância x percorrida até ($x = x_{\text{máximo}}$) atingir o solo. Assim, os alunos deverão medir a distância entre os pontos D e E.

6.2. **Determinar a velocidade de lançamento, v_B.**

v_B – velocidade da esfera no ponto B

Em A, a esfera só possui energia potencial pois está parada e se se considerar o referencial ao nível da mesa:

$$E_pP_A = E_{c_B} \Leftrightarrow mgh_A = \frac{m(v_B)^2}{2} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \frac{2\ mgh_A}{m} = v_B^2 \Leftrightarrow v_B = \sqrt{2\ gh_A} \Leftrightarrow$$

$\Leftrightarrow v_B = \sqrt{2 \times 10 \times 0{,}240} \Leftrightarrow v_B = 2{,}19\ \text{m s}^{-1}$

Determinar o tempo que demora a atingir o solo, ou seja, o tempo de queda, t_q.

O último instante de queda corresponde à chegada ao solo ($y = 0$).

Assim, considerando o referencial orientado verticalmente para cima:

$$0 = h - \frac{1}{2}gt_q^2 \Leftrightarrow h = \frac{1}{2}gt_q^2 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow t_q^2 = \frac{2h}{g} \Leftrightarrow t_q = \sqrt{\frac{2h}{g}} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow t_q = \sqrt{\frac{2 \times 0{,}800}{10}} \Leftrightarrow$$

$\Leftrightarrow t_q = 0{,}400\ \text{s}$

Determinar o alcance.

O projétil atinge o seu alcance ($x = x_{\text{máximo}}$) quando chega ao solo.

$x_{\text{máximo}} = v_B \times t_q \Leftrightarrow x_{\text{máximo}} = 2{,}19 \times 0{,}400 \Leftrightarrow$

$\Leftrightarrow x_{\text{máximo}} = 0{,}880\ \text{m}$.

A caixa colocada na posição indicada na figura 6 permite um intervalo de alcance de]65,0 a 95,0[cm; como este intervalo contém o valor de 88,0 cm, a caixa está colocada de forma satisfatória.

6.3. **(C)** O alcance ($x_{\text{máximo}} = v_B \times t_q$) atingido pela esfera depende da velocidade de lançamento (vB). Se o atrito entre a calha e a esfera não for desprezável, $E_{p_A} = E_{c_B} + E_{\text{dissipada}}$, ou seja, $E_{c_B} = E_{p_A} - E_{\text{dissipada}}$, pelo que a velocidade de lançamento diminui, o mesmo acontecendo com o alcance, caindo, assim, a esfera mais próximo da mesa.

O tempo de voo ou tempo de queda $\left(t_{\text{queda}} = \sqrt{\frac{2h}{g}}\right)$ mantém-se, pois não depende da velocidade de lançamento.