

Exame Final Nacional do Ensino Secundário 2015

Prova Escrita de Física e Química A

11.º Ano de Escolaridade

Prova 715/1.ª Fase

Versões 1 e 2

Grupo I

1. Versão 1 (D); Versão 2 (C).

Calor é energia transferida de forma espontânea entre dois sistemas.

2. -100 J

A variação de energia interna é: $\Delta E = \Delta U = Q + W = -400 + 300 = -100 \text{ J}$

3.

Energia utilizada para aumentar a temperatura de $-10,0 \text{ °C}$ para 0 °C :

$$E = m c \Delta T = 400 \times 10^{-3} \text{ kg} \times 2,11 \times 10^3 \text{ J kg}^{-1} \text{ °C}^{-1} \times [0 - (-10)] = 8,44 \times 10^3 \text{ J}$$

Energia disponível para a fusão do gelo:

$$E = 92,0 \times 10^3 \text{ J} - 8,44 \times 10^3 \text{ J} = 8,356 \times 10^4 \text{ J}$$

Cálculo da massa de gelo que fundiu:

$$\frac{E}{m} = 3,34 \times 10^5 \text{ J kg}^{-1} \Leftrightarrow \frac{8,356 \times 10^4 \text{ J}}{m} = 3,34 \times 10^5 \text{ J kg}^{-1}$$

$$\Rightarrow m = \frac{8,356 \times 10^4 \text{ J}}{3,34 \times 10^5 \text{ J kg}^{-1}} = 0,250 \text{ kg} = 250 \text{ g}$$

Cálculo da massa de gelo que não fundiu:

$$m = 400 - 250 = 150 \text{ g.}$$

4. Versão 1 (C); Versão 2 (A).

A taxa temporal de emissão de radiação é igual à energia emitida por unidade de tempo, ou seja, é a potência emitida. De acordo com a Lei de Stefan-Boltzmann verifica-se que a potência emitida é diretamente proporcional à quarta potência da temperatura absoluta da superfície do corpo ($P = \epsilon \sigma T^4$).

Grupo II

1.

1.1. Versão 1 (A); Versão 2 (D).

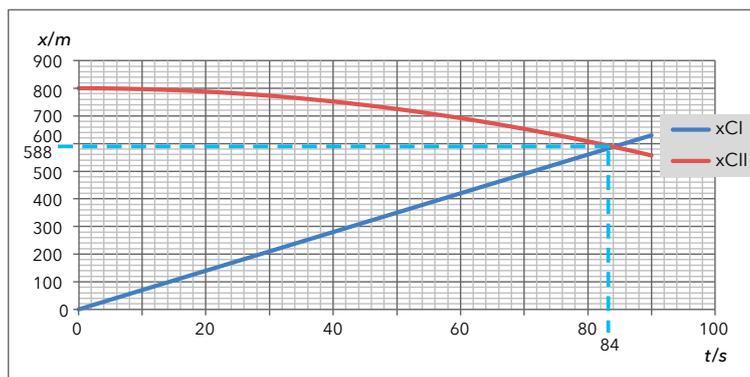
$$\omega = 2\pi f = 2\pi \times \frac{50}{60} \text{ rad s}^{-1}$$

1.2. Versão 1 (A); Versão 2 (B).

Se a roda efetua 50 rotações por minuto então tem um movimento circular e uniforme. Cada partícula da roda tem uma aceleração centrípeta $a = \frac{v^2}{r} = \frac{(\omega r)^2}{r} = \omega^2 r$. Como a velocidade angular, ω , é constante e igual para todas as partículas da roda, a um raio maior corresponde uma aceleração maior.

2.

2.1.



No gráfico, o ponto de interseção das duas funções tem as coordenadas da posição e do instante em que os dois ciclistas se cruzam, no instante $t = 84 \text{ s}$ e na posição $x = 588 \text{ m}$.

2.2. Versão 1 (D); Versão 2 (B).

O ciclista C_{II} partindo do repouso passa a mover-se no sentido negativo do eixo. Então, a velocidade é um vetor com o sentido negativo do eixo dos xx e o movimento é acelerado com aceleração também no sentido negativo do eixo dos xx . Ambos os vetores apontam no mesmo sentido.

2.3. Versão 1 (C); Versão 2 (D).

Para o ciclista C_I o declive da reta no gráfico $x(t)$ é constante, logo, ele tem um movimento retilíneo e uniforme, movendo-se assim com velocidade constante. No contexto do modelo da partícula material, o trabalho da resultante das forças é igual à variação de energia cinética e igual à soma dos trabalhos de todas as forças. Sendo constante a velocidade também o é a energia cinética e a sua variação é nula. Portanto, a soma dos trabalhos de todas as forças é nula.

3.

Cálculo da variação de energia cinética entre a base e o topo do plano:

$$\Delta E_c = \frac{1}{2} m v^2 - E_{c(\text{inicial})} = \frac{1}{2} \times 80 \text{ kg} \times 3,5^2 \text{ m}^2\text{s}^{-2} - 2,0 \times 10^3 \text{ J} = -1,51 \times 10^3 \text{ J}$$

Cálculo da variação de energia potencial entre a base e o topo do plano:

$$\Delta E_p = mgh - 0 = 80 \text{ kg} \times 10 \text{ m s}^{-2} \times 3,0 \text{ m} = 2,40 \times 10^3 \text{ J}$$

Na subida existem forças conservativas (f_c) e forças não conservativas (f_{nc}), sendo o trabalho das forças conservativas simétrico da variação de energia potencial:

$$W_{f_c} = -\Delta E_p = -2,40 \times 10^3 \text{ J}.$$

Aplicação da lei do trabalho energia:

$$W = \Delta E_c$$

$$W = \Delta E_c \Leftrightarrow W_{f_c} + W_{f_{nc}} = \Delta E_c \Leftrightarrow -2,40 \times 10^3 + W_{f_{nc}} = -1,51 \times 10^3 \text{ J}$$

$$W_{f_{nc}} = 2400 - 1510 = 8,90 \times 10^2 \text{ J}$$

Cálculo da intensidade das forças não conservativas:

O ângulo entre a resultante das forças não conservativas e o deslocamento é 0° porque o trabalho é positivo.

$$W_{f_{nc}} = F d \cos 0^\circ \Leftrightarrow 8,90 \times 10^2 = F \times 68 \times 1 \Rightarrow F = \frac{8,90 \times 10^2}{68} = 13 \text{ N}$$

Grupo III

1.

1.1. Versão 1 (B); Versão 2 (C).

O período é o inverso da frequência, $T = \frac{1}{f} = \frac{1}{330 \text{ Hz}} = 3,0 \times 10^{-3} \text{ s} = 3,0 \text{ ms}$.

Como no gráfico um período corresponde a 3 divisões, e as 3 divisões correspondem a 3,0 ms, cada divisão vale 1,0 ms, que é a base de tempo para a qual o osciloscópio estava regulado 1 ms/div.

1.2. Versão 1 (D); Versão 2 (C).

A frequência (ou o período) é uma característica física de cada diapasão. Ao vibrar origina um som puro com maior ou menor amplitude, dependendo da intensidade com que é percutido. Para maior intensidade da pancada ele vibra com maior amplitude e produz um som mais intenso, com maior amplitude de pressão e de maior amplitude no ecrã do osciloscópio.

2. Versão 1 (D); Versão 2 (B).

$$U = A \sin(\omega t) = 5,0 \sin(8,8 \times 10^2 \pi t)$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \text{ e } \omega = 8,8 \times 10^2 \pi \text{ rad s}^{-1} = \frac{2\pi}{T}; \frac{2}{T} = 8,8 \times 10^2 \Rightarrow T = 2,27 \times 10^{-3} \text{ s}$$

3. Um sinal sonoro resulta da propagação no espaço de pressões variáveis no tempo. Junto à membrana do microfone vão surgir variações de pressão que a colocam a vibrar. A membrana está ligada à bobina, portanto esta também vai vibrar nas proximidades do íman fixo. Sobre as espiras da bobina vai existir um fluxo variável do campo magnético do íman. De acordo com a Lei de Faraday, um fluxo magnético variável numa espira cria uma força eletromotriz induzida, logo, é originado um sinal elétrico na bobina.

Grupo IV

1.

1.1. Versão 1 (C); Versão 2 (A).

Isótopos são átomos do mesmo elemento, logo, têm igual número atômico (número de prótons), mas com diferente número de nêutrons. O número de nucleões é igual ao número de massa (soma do número de prótons e de nêutrons).

1.2. Versão 1 (D); Versão 2 (C).

Para as orbitais de valência do cloro tem-se $3s^2 3p^5$. A menos energética é a orbital $3s$, para a qual se têm os números quânticos $n = 3$, $l = 0$ e $m_l = 0$ (n, l, m_l)

1.3. Versão 1 (B); Versão 2 (A).

O flúor e o cloro pertencem ao mesmo grupo na Tabela Periódica, logo, têm configuração de valência semelhante e orbitais de valência com o mesmo número de elétrons. As orbitais de valência do cloro são $3s^2 3p^5$ e as do flúor $2s^2 2p^5$. O cloro tem a mais as orbitais do nível 3 e ambos têm uma orbital p semipreenchida.

1.4. Cl^+

A energia de ionização é a energia mínima necessária para remover um elétron ao átomo no estado gasoso. O cloro perdeu um elétron e ficou monopositivo.

2.

2.1. $6,02 \times 10^{22}$ átomos F

Uma molécula de flúor, F_2 , tem 2 átomos.

O número de moléculas é $N = n \times N_A$.

O número total de átomos é $2N = 2 \times n \times N_A = 2 \times 5,00 \times 10^{-2} \text{ mol} \times 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1} = 6,02 \times 10^{22}$ átomos F.

2.2.

Massas molares do F_2 e do Cl_2 :

$$M(F_2) = 19,0 \times 2 = 38,0 \text{ g/mol}; M(Cl_2) = 35,45 \times 2 = 70,9 \text{ g/mol}$$

$$\text{Massa total: } m = m_{F_2} + m_{Cl_2} = 5,00 \times 10^{-2} \text{ mol} \times \frac{38 \text{ g}}{\text{mol}} + 8,00 \times 10^{-2} \text{ mol} \times \frac{70,9 \text{ g}}{\text{mol}} = 7,572 \text{ g.}$$

$$\text{Volume dos gases: } V = V_{F_2} + V_{Cl_2} = n \times V_M = (5,00 \times 10^{-2} \text{ mol} + 8,00 \times 10^{-2} \text{ mol}) \times \frac{22,4 \text{ dm}^3}{\text{mol}} = 2,912 \text{ dm}^3.$$

$$\text{Cálculo da massa volúmica (densidade): } \rho = \frac{m}{v} = \frac{7,572 \text{ g}}{2,912 \text{ dm}^3} = 2,60 \text{ g/dm}^3.$$

3.

3.1. Oito.

O átomo de cloro, Cl, sendo do grupo 17 tem 7 elétrons de valência, e o de hidrogênio, H, do grupo 1, tem 1. Logo, a molécula de HCl terá 8 elétrons de valência.

3.2. Versão 1 (B); Versão 2 (D).

O cloro, Cl, antecede o iodo, I, no grupo 17 da Tabela Periódica, apresentando menor raio dado que no grupo quando o número atômico diminui, o raio atômico também diminui.

Como o raio do átomo Cl é menor do que o do átomo I, o comprimento da ligação H—Cl é também menor do que o comprimento da ligação H—I.

Grupo V

1. Versão 1 (B); Versão 2 (D).

O número de oxidação do iodo na espécie I_2 é 0 e em HI é -1 , logo, a variação do número de oxidação do iodo é $-1 - 0 = -1$.

Como o número de oxidação do iodo diminui, significa que a espécie I_2 é reduzida, logo, atua como oxidante.

2.

2.1.

Cálculo da variação de quantidade de I_2 :

$$\Delta n_{I_2} = n_{\text{final}} - n_{\text{inicial}} = 1,46 \times 10^{-3} \text{ mol} - 2,56 \times 10^{-3} \text{ mol} = -1,10 \times 10^{-3} \text{ mol}.$$

Tendo em conta a estequiometria da reação, podemos esquematizar as quantidades de cada espécie e as suas variações:

	$I_2(g)$	$H_2(g)$	\rightleftharpoons	$2 HI(g)$
Inicial	$2,56 \times 10^{-3} \text{ mol}$	n_0		0
Varição	$-1,10 \times 10^{-3} \text{ mol}$	$-1,10 \times 10^{-3} \text{ mol}$		$+2 \times 1,10 \times 10^{-3} \text{ mol}$
Equilíbrio	$1,46 \times 10^{-3} \text{ mol}$	n_e		$2,20 \times 10^{-3} \text{ mol}$

Cálculo da quantidade de H_2 , n_e , no equilíbrio, a uma temperatura de 763 K:

$$K_c = \frac{|HI|^2}{|I_2||H_2|} \Rightarrow 46 = \frac{\left(\frac{2,20 \times 10^{-3}}{1,0}\right)^2}{\left(\frac{1,46 \times 10^{-3}}{1,0}\right)\left(\frac{n_e}{1,0}\right)} \Rightarrow n_e = \frac{(2,20 \times 10^{-3})^2}{46 \times 1,46 \times 10^{-3}} = 7,2 \times 10^{-5} \text{ mol}$$

2.2.

A constante de equilíbrio, K_c diminui com o aumento da temperatura T , o que significa que com o aumento de temperatura a reação inversa é favorecida.

De acordo com o Princípio de Le Châtelier, o aumento da temperatura favorece a reação endotérmica.

Sendo a reação inversa endotérmica, a direta, a da formação de HI, é exotérmica. Na reação direta há libertação de energia.

Conclui-se que a energia libertada na formação das ligações nas moléculas de HI é superior à energia absorvida na quebra das ligações nas moléculas de H_2 e de I_2 .

Grupo VI

1. Versão 1 (A); Versão 2 (D).

Dos equipamentos indicados, pipeta, balão de erlenmeyer, proveta e bureta, o único que possui uma torneira que permite controlar a adição de pequenos volume é a bureta.

2.

Cálculo da quantidade de NaOH adicionada até ao ponto final da titulação:

$$n_{\text{NaOH}} = [\text{NaOH}]V_{\text{NaOH}} = 1,00 \times 10^{-1} \text{ mol dm}^{-3} \times 24,60 \times 10^{-3} \text{ dm}^3 = 2,46 \times 10^{-3} \text{ mol}.$$

O excesso, ou defeito, da quantidade de HCl que possa existir no ponto final da titulação relativamente ao ponto de equivalência é desprezável, dado que a variação de pH é brusca no ponto final da titulação, mudando o indicador de cor com um incremento de volume de titulante desprezável face ao volume total de titulante. Assim, no ponto de equivalência, como a estequiométrica é de 1 mol de NaOH para 1 mol de HCl, pode tomar-se a quantidade de NaOH como sendo aproximadamente igual à de HCl.

No ponto de equivalência, $n_{\text{HCl}} = 2,46 \times 10^{-3} \text{ mol}$.

Cálculo da concentração de HCl:

$$n_{\text{HCl}} = [\text{HCl}]V_{\text{HCl}} \Rightarrow 2,46 \times 10^{-3} \text{ mol} = [\text{HCl}] \times 50,00 \times 10^{-3} \text{ dm}^3 \Rightarrow$$

$$[\text{HCl}] = \frac{2,46 \times 10^{-3} \text{ mol}}{50,00 \times 10^{-3} \text{ dm}^3} = 4,92 \times 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$$

3.

3.1.

$$\frac{24,60 - 25,00}{25,00} \times 100\%$$

3.2.

O pH no ponto de equivalência está incluído na região de variação brusca de pH.

Como a zona de viragem do verde de bromocresol se situa aproximadamente entre pH = 3,9 e pH = 5,5, e a zona está contida na região de variação brusca de pH (pH = 3,5 a pH = 10,0), este indicador pode ser utilizado para assinalar o ponto de equivalência.