

**Exame Final Nacional de Física e Química A**  
**Prova 715 | Época Especial | Ensino Secundário | 2018**

11.º Ano de Escolaridade

Decreto-Lei n.º 139/2012, de 5 de julho

Duração da Prova: 120 minutos. | Tolerância: 30 minutos.

13 Páginas

---

---

Utilize apenas caneta ou esferográfica de tinta azul ou preta.

É permitida a utilização de régua, esquadro, transferidor e calculadora científica sem capacidades gráficas.

Não é permitido o uso de corretor. Risque aquilo que pretende que não seja classificado.

Para cada resposta, identifique o grupo e o item.

Apresente as suas respostas de forma legível.

Apresente apenas uma resposta para cada item.

A prova inclui uma tabela de constantes, um formulário e uma tabela periódica.

As cotações dos itens encontram-se no final do enunciado da prova.

---

---

Nas respostas aos itens de escolha múltipla, selecione a opção correta. Escreva, na folha de respostas, o número do item e a letra que identifica a opção escolhida.

Nas respostas aos itens em que é pedida a apresentação de todas as etapas de resolução, explicita todos os cálculos efetuados e apresente todas as justificações ou conclusões solicitadas.

Nas respostas aos itens em que é pedida a apresentação de um texto, escreva uma resposta completa, estruturada e com linguagem científica adequada.

Utilize os valores numéricos fornecidos no enunciado dos itens.

---

Nos termos da lei em vigor, as provas de avaliação externa são obras protegidas pelo Código do Direito de Autor e dos Direitos Conexos. A sua divulgação não suprime os direitos previstos na lei. Assim, é proibida a utilização destas provas, além do determinado na lei ou do permitido pelo IAVE, I.P., sendo expressamente vedada a sua exploração comercial.

## TABELA DE CONSTANTES

Capacidade térmica mássica da água líquida	$c = 4,18 \times 10^3 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$
Constante de Avogadro	$N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Constante de gravitação universal	$G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$
Índice de refração do ar	$n = 1,000$
Módulo da aceleração gravítica de um corpo junto à superfície da Terra	$g = 10 \text{ m s}^{-2}$
Módulo da velocidade de propagação da luz no vácuo	$c = 3,00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$
Produto iónico da água (a 25 °C)	$K_w = 1,00 \times 10^{-14}$
Volume molar de um gás (PTN)	$V_m = 22,4 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$

## FORMULÁRIO

- **Quantidades, massas e volumes** .....  $m = n M$   
 $m$  – massa .....  $N = n N_A$   
 $n$  – quantidade de matéria .....  $V = n V_m$   
 $M$  – massa molar .....  $\rho = \frac{m}{V}$   
 $N$  – número de entidades  
 $N_A$  – constante de Avogadro  
 $V$  – volume  
 $V_m$  – volume molar  
 $\rho$  – massa volúmica
  
- **Soluções e dispersões** .....  $c = \frac{n}{V}$   
 $c$  – concentração de solução .....  $x_A = \frac{n_A}{n_{\text{total}}}$   
 $n$  – quantidade de matéria  
 $V$  – volume de solução  
 $x$  – fração molar
  
- **Relação entre pH e concentração de  $\text{H}_3\text{O}^+$**  .....  $\text{pH} = -\log \{[\text{H}_3\text{O}^+] / \text{mol dm}^{-3}\}$
  
- **Energia cinética de translação** .....  $E_c = \frac{1}{2} m v^2$   
 $m$  – massa  
 $v$  – módulo da velocidade
  
- **Energia potencial gravítica em relação a um nível de referência** .....  $E_{\text{pg}} = m g h$   
 $m$  – massa  
 $g$  – módulo da aceleração gravítica junto à superfície da Terra  
 $h$  – altura em relação ao nível de referência considerado
  
- **Energia mecânica** .....  $E_m = E_c + E_p$
  
- **Trabalho realizado por uma força constante,  $\vec{F}$ , que atua sobre um corpo em movimento retilíneo** .....  $W = Fd \cos \alpha$   
 $d$  – módulo do deslocamento do ponto de aplicação da força  
 $\alpha$  – ângulo definido pela força e pelo deslocamento
  
- **Teorema da energia cinética** .....  $W = \Delta E_c$   
 $W$  – soma dos trabalhos realizados pelas forças que atuam num corpo em movimento de translação  
 $\Delta E_c$  – variação da energia cinética do centro de massa do corpo
  
- **Trabalho realizado pela força gravítica** .....  $W = -\Delta E_{\text{pg}}$   
 $\Delta E_{\text{pg}}$  – variação da energia potencial gravítica
  
- **Potência** .....  $P = \frac{E}{\Delta t}$   
 $E$  – energia  
 $\Delta t$  – intervalo de tempo

- **Energia transferida associada a uma variação de temperatura** .....  $E = m c \Delta T$   
 $m$  – massa  
 $c$  – capacidade térmica mássica  
 $\Delta T$  – variação da temperatura
- **1.ª Lei da Termodinâmica** .....  $\Delta U = W + Q$   
 $\Delta U$  – variação da energia interna  
 $W$  – energia transferida sob a forma de trabalho  
 $Q$  – energia transferida sob a forma de calor
- **Conversão de temperatura (de grau Celsius para kelvin)** .....  $T/\text{K} = t / ^\circ\text{C} + 273,15$   
 $T$  – temperatura absoluta (temperatura em kelvin)  
 $t$  (ou  $\theta$ ) – temperatura em grau Celsius
- **Equações do movimento retilíneo com aceleração constante** .....  $x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$   
 $x$  – componente escalar da posição  
 $v$  – componente escalar da velocidade  
 $a$  – componente escalar da aceleração  
 $t$  – tempo  
 $v = v_0 + a t$
- **Equações do movimento circular com velocidade de módulo constante** .....  $a_c = \frac{v^2}{r}$   
 $a_c$  – módulo da aceleração centrípeta  
 $v$  – módulo da velocidade  
 $r$  – raio da trajetória  
 $\omega$  – módulo da velocidade angular  
 $T$  – período  
 $\omega = \frac{2\pi}{T}$   
 $v = \omega r$
- **2.ª Lei de Newton** .....  $\vec{F} = m \vec{a}$   
 $\vec{F}$  – resultante das forças que atuam num corpo de massa  $m$   
 $\vec{a}$  – aceleração do centro de massa do corpo
- **Lei da Gravitação Universal** .....  $F_g = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$   
 $F_g$  – módulo da força gravítica exercida pela massa pontual  $m_1$  ( $m_2$ )  
na massa pontual  $m_2$  ( $m_1$ )  
 $G$  – constante de gravitação universal  
 $r$  – distância entre as duas massas
- **Comprimento de onda** .....  $\lambda = \frac{v}{f}$   
 $v$  – módulo da velocidade de propagação da onda  
 $f$  – frequência
- **Função que descreve um sinal harmónico ou sinusoidal** .....  $y = A \sin(\omega t)$   
 $A$  – amplitude  
 $\omega$  – frequência angular  
 $t$  – tempo
- **Índice de refração** .....  $n = \frac{c}{v}$   
 $c$  – módulo da velocidade de propagação da luz no vácuo  
 $v$  – módulo da velocidade de propagação da onda
- **Lei de Snell-Descartes para a refração** .....  $n_1 \sin \alpha_1 = n_2 \sin \alpha_2$   
 $n_1, n_2$  – índices de refração dos meios 1 e 2, respetivamente  
 $\alpha_1, \alpha_2$  – ângulos entre a direção de propagação da onda e a normal  
à superfície separadora no ponto de incidência, nos meios 1 e 2, respetivamente
- **Fluxo magnético que atravessa uma superfície plana, de área  $A$ , em que existe um campo magnético uniforme,  $\vec{B}$**  .....  $\Phi_m = B A \cos \alpha$   
 $\alpha$  – ângulo entre a direção do campo e a direção perpendicular à superfície
- **Força eletromotriz induzida média numa espira metálica** .....  $|E_i| = \frac{|\Delta \Phi_m|}{\Delta t}$   
 $\Delta \Phi_m$  – variação do fluxo magnético  
 $\Delta t$  – intervalo de tempo

# TABELA PERIÓDICA DOS ELEMENTOS QUÍMICOS

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>18</b>																			
1 <b>H</b> 1,01	2 <b>He</b> 4,00	3 <b>Li</b> 6,94	4 <b>Be</b> 9,01	Número atômico <b>Elemento</b> Massa atômica relativa		5 <b>B</b> 10,81	6 <b>C</b> 12,01	7 <b>N</b> 14,01	8 <b>O</b> 16,00	9 <b>F</b> 19,00	10 <b>Ne</b> 20,18	11 <b>Na</b> 22,99	12 <b>Mg</b> 24,31	13 <b>Al</b> 26,98	14 <b>Si</b> 28,09	15 <b>P</b> 30,97	16 <b>S</b> 32,06	17 <b>Cl</b> 35,45	18 <b>Ar</b> 39,95																	
19 <b>K</b> 39,10	20 <b>Ca</b> 40,08	21 <b>Sc</b> 44,96	22 <b>Ti</b> 47,87	23 <b>V</b> 50,94	24 <b>Cr</b> 52,00	25 <b>Mn</b> 54,94	26 <b>Fe</b> 55,85	27 <b>Co</b> 58,93	28 <b>Ni</b> 58,69	29 <b>Cu</b> 63,55	30 <b>Zn</b> 65,38	31 <b>Ga</b> 69,72	32 <b>Ge</b> 72,63	33 <b>As</b> 74,92	34 <b>Se</b> 78,97	35 <b>Br</b> 79,90	36 <b>Kr</b> 83,80	37 <b>Rb</b> 85,47	38 <b>Sr</b> 87,62	39 <b>Y</b> 88,91	40 <b>Zr</b> 91,22	41 <b>Nb</b> 92,91	42 <b>Mo</b> 95,95	43 <b>Tc</b>	44 <b>Ru</b> 101,07	45 <b>Rh</b> 102,91	46 <b>Pd</b> 106,42	47 <b>Ag</b> 107,87	48 <b>Cd</b> 112,41	49 <b>In</b> 114,82	50 <b>Sn</b> 118,71	51 <b>Sb</b> 121,76	52 <b>Te</b> 127,60	53 <b>I</b> 126,90	54 <b>Xe</b> 131,29	
55 <b>Cs</b> 132,91	56 <b>Ba</b> 137,33	Lantanídeos 57-71		73 <b>Ta</b> 180,95	74 <b>W</b> 183,84	75 <b>Re</b> 186,21	76 <b>Os</b> 190,23	77 <b>Ir</b> 192,22	78 <b>Pt</b> 195,08	79 <b>Au</b> 196,97	80 <b>Hg</b> 200,59	81 <b>Tl</b> 204,38	82 <b>Pb</b> 207,2	83 <b>Bi</b> 208,98	84 <b>Po</b>	85 <b>At</b>	86 <b>Rn</b>	87 <b>Fr</b>	88 <b>Ra</b>	Actínideos 89-103		104 <b>Rf</b>	105 <b>Db</b>	106 <b>Sg</b>	107 <b>Bh</b>	108 <b>Hs</b>	109 <b>Mt</b>	110 <b>Ds</b>	111 <b>Rg</b>	112 <b>Cn</b>	113 <b>Nh</b>	114 <b>Fl</b>	115 <b>Mc</b>	116 <b>Lv</b>	117 <b>Ts</b>	118 <b>Og</b>

57 <b>La</b> 138,91	58 <b>Ce</b> 140,12	59 <b>Pr</b> 140,91	60 <b>Nd</b> 144,24	61 <b>Pm</b>	62 <b>Sm</b> 150,36	63 <b>Eu</b> 151,96	64 <b>Gd</b> 157,25	65 <b>Tb</b> 158,93	66 <b>Dy</b> 162,50	67 <b>Ho</b> 164,93	68 <b>Er</b> 167,26	69 <b>Tm</b> 168,93	70 <b>Yb</b> 173,05	71 <b>Lu</b> 174,97
---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	-----------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------

89 <b>Ac</b>	90 <b>Th</b> 232,04	91 <b>Pa</b> 231,04	92 <b>U</b> 238,03	93 <b>Np</b>	94 <b>Pu</b>	95 <b>Am</b>	96 <b>Cm</b>	97 <b>Bk</b>	98 <b>Cf</b>	99 <b>Es</b>	100 <b>Fm</b>	101 <b>Md</b>	102 <b>No</b>	103 <b>Lr</b>
-----------------	---------------------------	---------------------------	--------------------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	------------------	------------------	------------------	------------------

## GRUPO I

1. Um carrinho telecomandado, de massa 400 g, move-se numa pista retilínea, coincidente com um referencial unidimensional,  $Ox$ .

Admita que o carrinho pode ser representado pelo seu centro de massa (modelo da partícula material).

Na Figura 1, encontra-se representado o gráfico da componente escalar da velocidade,  $v_x$ , desse carrinho, segundo o referencial  $Ox$  considerado, em função do tempo,  $t$ .

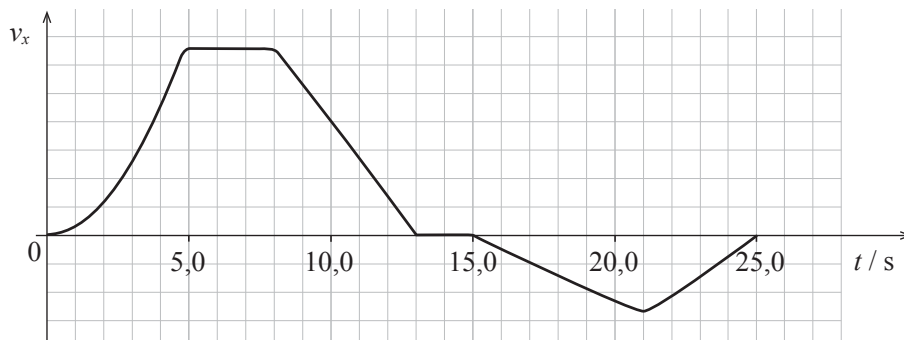
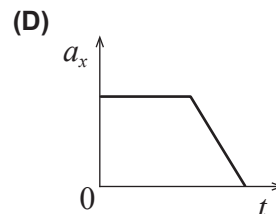
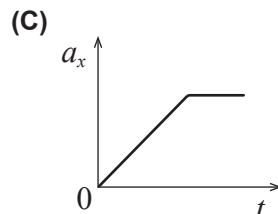
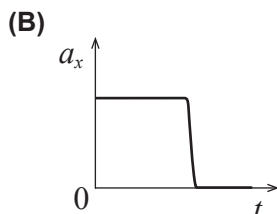
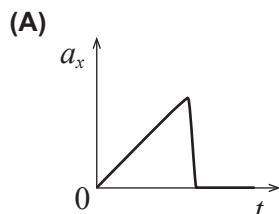


Figura 1

- 1.1. Em que intervalo de tempo esteve o carrinho parado?
- 1.2. Durante \_\_\_\_\_, no total, o carrinho moveu-se no sentido \_\_\_\_\_ do referencial  $Ox$  considerado.
- (A) 9,0 s ... positivo  
(B) 11,0 s ... negativo  
(C) 6,0 s ... negativo  
(D) 13,0 s ... positivo
- 1.3. Qual dos esboços de gráfico seguintes pode representar a componente escalar da aceleração,  $a_x$ , do carrinho, segundo o referencial  $Ox$ , em função do tempo,  $t$ , no intervalo de tempo  $[0,0; 8,0]$  s?



- 1.4. No intervalo de tempo  $[8,0; 13,0]$  s, o carrinho percorreu 3,2 m.

Calcule, sem recorrer a conceitos energéticos, a intensidade da resultante das forças que atuam no carrinho, nesse intervalo de tempo.

Apresente todas as etapas de resolução.

2. Um carrinho, sem qualquer meio de propulsão, move-se na pista representada na Figura 2 (que não está à escala). Largado sobre a pista, de uma posição adequada, o carrinho passa sucessivamente nas posições **A**, **B**, **C** e **D**, percorrendo a parte circular da pista (*loop*), de raio 12 cm.

Admita que o carrinho pode ser representado pelo seu centro de massa (modelo da partícula material) e que a base da pista (onde se encontram as posições **B** e **D**) é o nível de referência da energia potencial gravítica.

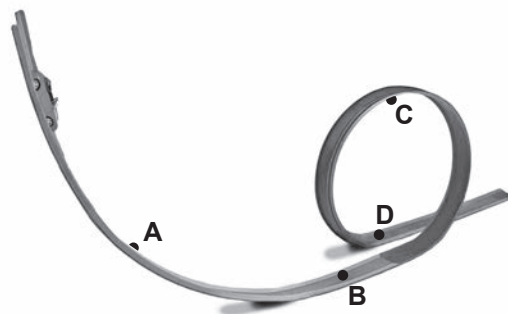


Figura 2

- 2.1. Qual é o trabalho realizado pela força normal exercida pela pista no carrinho, no deslocamento entre as posições **B** e **C**?

- 2.2. Para que o carrinho percorra a parte circular da pista (*loop*), deve passar pela posição **C** com uma velocidade mínima de módulo  $1,1 \text{ m s}^{-1}$ .

Admita que, entre a posição em que o carrinho é largado e a posição **C**, é dissipada 5,0% da energia mecânica inicial do sistema *carrinho + Terra*.

Calcule a altura mínima a que o carrinho deve ser largado, sobre a pista.

Apresente todas as etapas de resolução.

- 2.3. O trabalho realizado pela força gravítica que atua no carrinho é

- (A) positivo entre as posições **B** e **C**.
- (B) negativo entre as posições **A** e **B**.
- (C) positivo entre as posições **C** e **D**.
- (D) negativo entre as posições **B** e **D**.

- 2.4. Um carrinho I, de massa  $m$ , foi largado da mesma posição que um carrinho II, de massa  $3m$ .

Se as forças dissipativas que atuam nesses carrinhos forem desprezáveis, qual será a relação entre o módulo da velocidade do carrinho I,  $v_I$ , e o módulo da velocidade do carrinho II,  $v_{II}$ , na posição **D**?

- (A)  $v_I = 3 v_{II}$
- (B)  $v_I = v_{II}$
- (C)  $v_I = \frac{1}{3} v_{II}$
- (D)  $v_I = \frac{1}{9} v_{II}$

## GRUPO II

Considere uma garrafa térmica cujas paredes são formadas por duas camadas de plástico, entre as quais existe ar.

1. Se, em vez de ar, existisse vácuo entre as duas camadas de plástico, a taxa temporal de transferência de energia entre essas camadas seria menor por

- (A) condução, mas não por radiação.
- (B) condução e por radiação.
- (C) radiação, mas não por convecção.
- (D) radiação e por convecção.

2. Introduziu-se uma amostra de 1,20 kg de um líquido, inicialmente a  $80,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , na garrafa térmica.

Na Figura 3, está representado o gráfico da temperatura,  $\theta$ , dessa amostra, em função do tempo,  $t$ , num determinado intervalo de tempo.

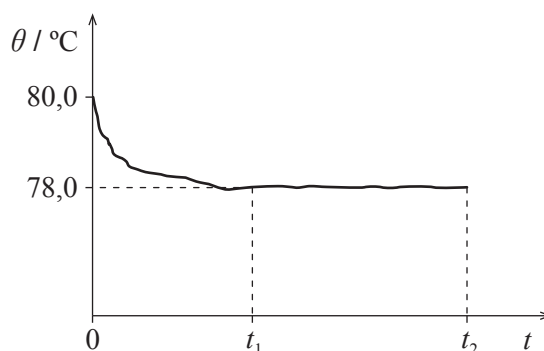


Figura 3

2.1. No intervalo de tempo \_\_\_\_\_, a energia cedida pelo líquido foi \_\_\_\_\_ à energia absorvida pelo líquido.

- (A)  $[0, t_1]$  ... igual
- (B)  $[t_1, t_2]$  ... inferior
- (C)  $[0, t_1]$  ... inferior
- (D)  $[t_1, t_2]$  ... igual

2.2. No instante  $t_2$ , introduziu-se, no líquido contido na garrafa térmica, uma esfera de metal, de massa 800 g e à temperatura de  $4,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Verificou-se que o sistema *esfera + líquido* atingiu o equilíbrio térmico à temperatura de  $73,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Admita que a transferência de energia entre o sistema *esfera + líquido* e o exterior foi desprezável.

Determine o quociente entre a capacidade térmica mássica do líquido e a capacidade térmica mássica do metal constituinte da esfera.

Apresente todas as etapas de resolução.

### GRUPO III

Os golfinhos dependem da emissão e da recepção de sons para se orientarem, comunicarem entre si e caçarem.

1. As ondas sonoras são ondas mecânicas que, na água, são longitudinais.

Apresente, num texto estruturado e utilizando linguagem científica adequada, o significado da afirmação anterior.

2. Um golfinho emite um som à superfície da água do mar que é detetado por dois sensores colocados à mesma distância do golfinho, um dentro de água e outro no ar. O som demora 0,10 s a chegar ao sensor que se encontra dentro de água e demora mais 0,34 s a chegar ao sensor que se encontra no ar.

Qual é o quociente entre a velocidade de propagação do som na água do mar e a velocidade de propagação do som no ar, nas condições em que decorreu a experiência?

- (A) 3,4
- (B) 4,4
- (C) 0,23
- (D) 0,29

3. O gráfico da Figura 4 representa, para um determinado local, a velocidade de propagação do som na água do mar em função da profundidade.

Considere um som puro que se propaga na água do mar, atravessando as três regiões consideradas.

A partir do gráfico, pode concluir-se que, à profundidade  $h_1$ , \_\_\_\_\_ desse som atinge um valor \_\_\_\_\_.

- (A) a frequência ... mínimo
- (B) a frequência ... máximo
- (C) o comprimento de onda ... mínimo
- (D) o comprimento de onda ... máximo

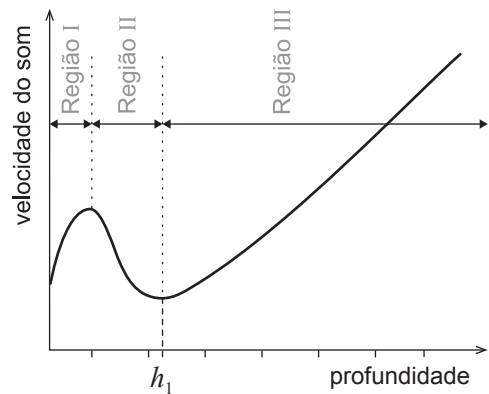


Figura 4

Fonte: w3.ualg.pt/~prelvas/OceanogFisica/Prop\_som.pdf (consultado em março de 2018)



## GRUPO IV

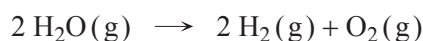
Um dos seis elementos mais abundantes, em massa, no corpo humano é o oxigénio (O), existindo cerca de 46 kg desse elemento numa pessoa de massa 70 kg. Desses seis elementos mais abundantes, o fósforo (P) foi o único cuja descoberta resultou de experiências com um fluido fisiológico humano.

1. No corpo humano, os átomos de oxigénio estão maioritariamente ligados a átomos de hidrogénio, formando moléculas de água.

1.1. Se todos os átomos de oxigénio existentes em 46 kg desse elemento estivessem ligados a átomos de hidrogénio (H), formando água, teriam de existir, no mínimo,

- (A) 1,4 kg de hidrogénio.      (B) 5,8 kg de hidrogénio.  
(C) 2,9 kg de hidrogénio.      (D) 15,3 kg de hidrogénio.

1.2. A água pode ser decomposta em hidrogénio e oxigénio, de acordo com



A variação de energia associada à decomposição de 2 mol de  $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ , segundo a reação considerada, é 572 kJ.

As energias das ligações H – H e O = O são, respetivamente, 436 kJ mol<sup>-1</sup> e 498 kJ mol<sup>-1</sup>.

Determine a energia que é necessário fornecer, em média, para quebrar uma mole de ligações O – H na molécula de água.

Apresente todas as etapas de resolução.

2. As primeiras experiências que conduziram à obtenção do fósforo, sob a forma de  $\text{P}_4(\text{s})$ , foram realizadas a partir da urina humana.

Duas das reações que ocorrem podem ser traduzidas por

- (I)  $\text{Na}(\text{NH}_4)\text{HPO}_4(\text{aq}) \rightarrow \text{NaPO}_3(\text{s}) + \text{NH}_3(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$   
(II)  $8 \text{NaPO}_3(\text{s}) + 10 \text{C}(\text{s}) \rightarrow 2 \text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7(\text{s}) + 10 \text{CO}(\text{g}) + \text{P}_4(\text{s})$

2.1. Considere que se utilizou  $1,1 \times 10^2 \text{ dm}^3$  de urina na qual a concentração em massa de  $\text{Na}(\text{NH}_4)\text{HPO}_4$  ( $M = 137,02 \text{ g mol}^{-1}$ ) era  $1,6 \text{ g dm}^{-3}$ , tendo-se obtido 4,5 g de  $\text{P}_4(\text{s})$  ( $M = 123,90 \text{ g mol}^{-1}$ ).

Determine o rendimento global do processo de síntese do  $\text{P}_4(\text{s})$ .

Apresente todas as etapas de resolução.

2.2. Na reação (II), o carbono é \_\_\_\_\_, sendo a variação do seu número de oxidação \_\_\_\_\_.

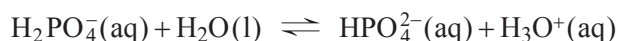
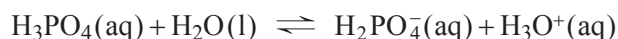
- (A) oxidado ... +2                      (B) oxidado ... -2  
(C) reduzido ... +2                      (D) reduzido ... -2

2.3. À semelhança do nitrogénio, que se liga ao hidrogénio para formar  $\text{NH}_3$ , um dos produtos da reação (I), também o fósforo se liga ao hidrogénio para formar  $\text{PH}_3$ , um composto chamado fosfina.

As moléculas de fosfina e de amoníaco têm \_\_\_\_\_ número de eletrões de valência não ligantes, apresentando a molécula de fosfina geometria \_\_\_\_\_.

- (A) diferente ... triangular plana  
(B) diferente ... piramidal trigonal  
(C) igual ... triangular plana  
(D) igual ... piramidal trigonal

3. O ácido fosfórico,  $\text{H}_3\text{PO}_4(\text{aq})$ , é um ácido que se ioniza em água em três etapas sucessivas, traduzidas por



3.1. Qual das expressões seguintes traduz a constante de acidez da espécie  $\text{H}_2\text{PO}_4^-(\text{aq})$  ?

- (A)  $K_a = \frac{[\text{H}_2\text{PO}_4^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HPO}_4^{2-}]}$                       (B)  $K_a = \frac{[\text{HPO}_4^{2-}][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{H}_2\text{PO}_4^-]}$   
(C)  $K_a = \frac{[\text{H}_2\text{PO}_4^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{H}_3\text{PO}_4]}$                       (D)  $K_a = \frac{[\text{H}_3\text{PO}_4][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{H}_2\text{PO}_4^-]}$

3.2. Na tabela seguinte, estão registadas as constantes de acidez,  $K_a$ , a 25 °C, das espécies  $\text{H}_3\text{PO}_4(\text{aq})$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_4^-(\text{aq})$  e  $\text{HPO}_4^{2-}(\text{aq})$ .

Espécie	$K_a$ (a 25 °C)
$\text{H}_3\text{PO}_4(\text{aq})$	$7,5 \times 10^{-3}$
$\text{H}_2\text{PO}_4^-(\text{aq})$	$6,2 \times 10^{-8}$
$\text{HPO}_4^{2-}(\text{aq})$	$4,2 \times 10^{-13}$

Qual é a fórmula química da base conjugada da espécie ácida mais fraca?

4. Admita que a quantidade total de fosfato numa amostra de urina é a soma das quantidades dos iões  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  (aq) e  $\text{HPO}_4^{2-}$  (aq).

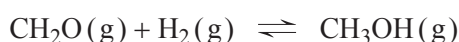
Considere uma amostra de  $50,0 \text{ cm}^3$  de urina na qual a concentração total de fosfato é  $29 \text{ mmol dm}^{-3}$ , sendo a concentração de  $\text{HPO}_4^{2-}$  (aq) 3,0 vezes maior do que a concentração de  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  (aq).

Calcule o número de iões  $\text{HPO}_4^{2-}$  (aq) que existem na amostra de urina.

Apresente todas as etapas de resolução.

## GRUPO V

A reação entre o metanal,  $\text{CH}_2\text{O}$  (g), e o hidrogénio,  $\text{H}_2$  (g), para formar metanol,  $\text{CH}_3\text{OH}$  (g), pode ser traduzida por



Num recipiente fechado, introduziram-se inicialmente  $3,94 \text{ mol}$  de metanal e  $3,94 \text{ mol}$  de hidrogénio. Ao fim de um determinado intervalo de tempo, o sistema atingiu um estado de equilíbrio, existindo, no total,  $4,72 \text{ mol}$  de moléculas no recipiente.

1. No intervalo de tempo considerado, o número total de átomos no recipiente \_\_\_\_\_, tendo a quantidade de metanal diminuído \_\_\_\_\_.

(A) manteve-se constante ...  $0,78 \text{ mol}$

(B) manteve-se constante ...  $3,16 \text{ mol}$

(C) não se manteve constante ...  $3,16 \text{ mol}$

(D) não se manteve constante ...  $0,78 \text{ mol}$

2. Conclua como varia a quantidade de metanol,  $\text{CH}_3\text{OH}$ , se, a temperatura constante, ocorrer um aumento do volume do sistema em equilíbrio.

Apresente, num texto estruturado e utilizando linguagem científica adequada, a fundamentação da conclusão solicitada.

## GRUPO VI

A identificação de alguns elementos químicos em amostras de sais pode ser realizada usando um teste de chama.

Nesse teste, uma amostra do sal é colocada numa colher de combustão que se põe em contacto com a chama de uma lamparina, ou de um bico de Bunsen.

A cor que é conferida à chama permite, em determinadas condições, identificar o catião do sal constituinte da amostra.

1. Para realizar o teste de chama com amostras de diferentes sais, deve colocar-se o sal na parte
  - (A) mais quente da chama, usando a mesma colher para todas as amostras.
  - (B) menos quente da chama, usando a mesma colher para todas as amostras.
  - (C) mais quente da chama, usando colheres diferentes para cada uma das amostras.
  - (D) menos quente da chama, usando colheres diferentes para cada uma das amostras.
  
2. O teste de chama, ainda que corretamente realizado, apresenta várias limitações na identificação dos elementos químicos em amostras de sais.

Indique uma dessas limitações.
  
3. O nitrato de cobre(II) é um sal formado pelo ião cobre(II),  $\text{Cu}^{2+}$ , e pelo ião nitrato,  $\text{NO}_3^-$ .
  - 3.1. Realizando o teste de chama com este sal, observa-se que a chama adquire uma cor verde característica do cobre.

A cor observada deve-se à \_\_\_\_\_ de radiação, associada a transições eletrónicas para níveis de energia \_\_\_\_\_.

    - (A) absorção ... superiores
    - (B) absorção ... inferiores
    - (C) emissão ... superiores
    - (D) emissão ... inferiores

- 3.2. Colocaram-se algumas gotas de uma solução aquosa de nitrato de cobre(II) de cor azul em cada uma de três cavidades de uma placa de microanálise. Em seguida, em cada uma das cavidades, colocou-se um pequeno pedaço de um metal – chumbo (Pb), zinco (Zn) e prata (Ag) – imerso na solução de nitrato de cobre(II).

Os resultados obtidos encontram-se na tabela seguinte.

Catão metálico \ Metal	Pb	Zn	Ag
$\text{Cu}^{2+}$	Formou-se um depósito avermelhado sobre o metal. A cor azul da solução ficou menos intensa.	Formou-se um depósito avermelhado sobre o metal. A cor azul da solução ficou menos intensa.	Não se observou qualquer alteração.

Estes resultados permitem concluir que

- (A) o poder redutor do zinco (Zn) é maior do que o poder redutor do chumbo (Pb).  
 (B) o poder redutor da prata (Ag) é maior do que o poder redutor do cobre (Cu).  
 (C) o poder oxidante do ião  $\text{Cu}^{2+}$  (aq) é maior do que o poder oxidante do ião  $\text{Pb}^{2+}$  (aq).  
 (D) o poder oxidante do ião  $\text{Zn}^{2+}$  (aq) é maior do que o poder oxidante do ião  $\text{Ag}^+$  (aq).

**FIM**

### COTAÇÕES

Grupo	Item								
	Cotação (em pontos)								
I	1.1.	1.2.	1.3.	1.4.	2.1.	2.2.	2.3.	2.4.	56
	6	6	6	10	6	10	6	6	
II	1.	2.1.	2.2.						22
	6	6	10						
III	1.	2.	3.						22
	10	6	6						
IV	1.1.	1.2.	2.1.	2.2.	2.3.	3.1.	3.2.	4.	60
	6	10	10	6	6	6	6	10	
V	1.	2.							16
	6	10							
VI	1.	2.	3.1.	3.2.					24
	6	6	6	6					
<b>TOTAL</b>									<b>200</b>