

**Exame Final Nacional de Física e Química A**  
**Prova 715 | 2.ª Fase | Ensino Secundário | 2019**

11.º Ano de Escolaridade

Decreto-Lei n.º 139/2012, de 5 de julho | Decreto-Lei n.º 55/2018, de 6 de julho

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

15 Páginas

---

## VERSÃO 2

---

Indique de forma legível a versão da prova.

Para cada resposta, identifique o grupo e o item.

Utilize apenas caneta ou esferográfica de tinta azul ou preta.

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

É permitido o uso de régua, esquadro, transferidor e calculadora gráfica em modo de exame.

Apresente apenas uma resposta para cada item.

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

---

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

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

Utilize os valores numéricos fornecidos no enunciado dos itens.

---

## TABELA DE CONSTANTES

Capacidade térmica mássica da água líquida	$c = 4,18 \times 10^3 \text{ J kg}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$
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

### • Quantidade, massa e volume

$$n = \frac{N}{N_A} \qquad M = \frac{m}{n} \qquad V_m = \frac{V}{n} \qquad \rho = \frac{m}{V}$$

### • Soluções

$$c = \frac{n}{V} \qquad x_A = \frac{n_A}{n_{\text{total}}} \qquad \text{pH} = -\log \{[\text{H}_3\text{O}^+]/\text{mol dm}^{-3}\}$$

### • Energia

$$E_c = \frac{1}{2} m v^2 \qquad E_{pg} = m g h \qquad E_m = E_c + E_p$$

$$W = F d \cos \alpha \qquad \sum W = \Delta E_c \qquad W_{\vec{F}_g} = -\Delta E_{pg}$$

$$U = RI \qquad P = RI^2 \qquad U = \varepsilon - rI$$

$$E = m c \Delta T \qquad \Delta U = W + Q \qquad E_r = \frac{P}{A}$$

### • Mecânica

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 \qquad v = v_0 + a t$$

$$a_c = \frac{v^2}{r} \qquad \omega = \frac{2\pi}{T} \qquad v = \omega r$$

$$\vec{F} = m \vec{a} \qquad F_g = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

### • Ondas e eletromagnetismo

$$\lambda = \frac{v}{f} \qquad \Phi_m = B A \cos \alpha \qquad |\varepsilon_i| = \frac{|\Delta \Phi_m|}{\Delta t}$$

$$n = \frac{c}{v} \qquad n_1 \sin \alpha_1 = n_2 \sin \alpha_2$$

# 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	57-71 Lantanídeos		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>	89-103 Actínideos		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>
-----------------	---------------------------	---------------------------	--------------------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	------------------	------------------	------------------	------------------

---

Página em branco

---

## GRUPO I

Considere a hexametilenodiamina (substância A) e o ácido adípico (substância B).

1. A Figura 1 representa um modelo tridimensional da molécula da substância A, na qual todas as ligações são covalentes simples.

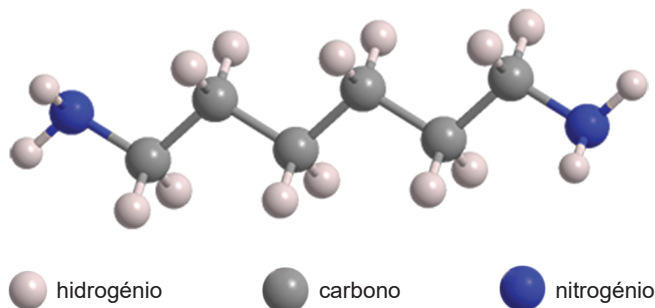


Figura 1

- 1.1. Quantos elétrons de valência não ligantes existem na molécula da substância A?

- 1.2. A substância A é solúvel em água,

- (A) uma vez que as moléculas desta substância contêm átomos de hidrogênio.
- (B) uma vez que as moléculas desta substância podem estabelecer ligações de hidrogênio.
- (C) uma vez que, nas moléculas desta substância, todas as ligações são covalentes simples.
- (D) uma vez que, nas moléculas desta substância, todos os átomos de carbono estão ligados entre si.

2. As soluções aquosas da substância A são básicas.

Numa solução aquosa da substância A, a uma qualquer temperatura  $T$ , a concentração de  $\text{OH}^-$ (aq) será

- (A) superior à de  $\text{H}_3\text{O}^+$ (aq), podendo o pH da solução ser maior, menor ou igual a 7.
- (B) inferior à de  $\text{H}_3\text{O}^+$ (aq), podendo o pH da solução ser maior, menor ou igual a 7.
- (C) inferior à de  $\text{H}_3\text{O}^+$ (aq), sendo o pH da solução sempre maior do que 7.
- (D) superior à de  $\text{H}_3\text{O}^+$ (aq), sendo o pH da solução sempre maior do que 7.

3. A 25 °C, a massa volúmica da substância B ( $M = 146,16 \text{ g mol}^{-1}$ ) é 1,5 vezes superior à massa volúmica da substância A ( $M = 116,24 \text{ g mol}^{-1}$ ).

Considere uma amostra pura da substância B com o dobro do volume de uma amostra pura da substância A, a 25 °C.

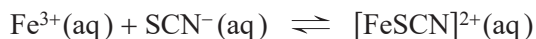
Determine o quociente entre o número de moléculas da substância B e o número de moléculas da substância A existentes nas respetivas amostras.

Apresente todas as etapas de resolução, explicitando todos os cálculos efetuados.

## GRUPO II

1. As soluções aquosas que contêm o íon  $[\text{FeSCN}]^{2+}$  têm uma cor vermelha característica.

Misturando uma solução contendo íons  $\text{Fe}^{3+}(\text{aq})$  com uma solução contendo íons tiocianato,  $\text{SCN}^{-}(\text{aq})$ , obtém-se uma solução de cor vermelha, uma vez que ocorre a reação traduzida por



1.1. Adicionaram-se  $12,5 \text{ cm}^3$  de uma solução de  $\text{Fe}^{3+}(\text{aq})$ , de concentração  $4,0 \times 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$ , a  $10,0 \text{ cm}^3$  de uma solução de  $\text{SCN}^{-}(\text{aq})$ , de concentração  $5,0 \times 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$ .

Verificou-se que a concentração de equilíbrio do íon  $[\text{FeSCN}]^{2+}(\text{aq})$  na solução resultante daquela adição era  $4,6 \times 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3}$ , à temperatura  $T$ .

Admita que o volume da solução resultante é a soma dos volumes adicionados.

Determine a constante de equilíbrio,  $K_c$ , da reação considerada, à temperatura  $T$ .

Apresente todas as etapas de resolução, explicitando todos os cálculos efetuados.

1.2. Arrefecendo uma solução contendo íons  $[\text{FeSCN}]^{2+}(\text{aq})$ , observa-se que a cor vermelha da solução vai ficando menos intensa.

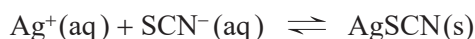
Conclua se a variação de entalpia associada à reação de formação do íon  $[\text{FeSCN}]^{2+}(\text{aq})$  considerada é positiva ou negativa.

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

1.3. A reação acima considerada não envolve transferência de eletrões.

Qual é o número de oxidação do ferro no íon  $[\text{FeSCN}]^{2+}$ ?

2. Adicionando uma solução de  $\text{Ag}^{+}(\text{aq})$  a uma solução de  $\text{SCN}^{-}(\text{aq})$ , precipita tiocianato de prata,  $\text{AgSCN}(\text{s})$ , um sal muito pouco solúvel cujo produto de solubilidade é  $1,0 \times 10^{-12}$ , a  $25 \text{ }^{\circ}\text{C}$ . Esta reação pode ser traduzida por



2.1. Se, na solução que fica em equilíbrio com o precipitado, a  $25 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , a concentração de íon  $\text{Ag}^{+}(\text{aq})$  for  $4,64 \times 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3}$ , a concentração de íon  $\text{SCN}^{-}(\text{aq})$  será

(A)  $4,6 \times 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3}$

(B)  $4,6 \times 10^{-16} \text{ mol dm}^{-3}$

(C)  $1,0 \times 10^{-6} \text{ mol dm}^{-3}$

(D)  $2,2 \times 10^{-9} \text{ mol dm}^{-3}$

2.2. Verificou-se que, adicionando  $4,0 \times 10^{-2}$  mol de ião  $\text{Ag}^+(\text{aq})$  a  $5,0 \times 10^{-3}$  mol de ião  $\text{SCN}^-(\text{aq})$ , se obteve 0,66 g de  $\text{AgSCN}$  ( $M = 165,95 \text{ g mol}^{-1}$ ) sólido.

Qual terá sido o rendimento do processo?

Mostre como chegou ao valor solicitado.

3. O ião  $\text{SCN}^-$  é constituído por enxofre, carbono e nitrogénio.

3.1. Os átomos de carbono e de enxofre, no estado fundamental, têm \_\_\_\_\_ número de orbitais de valência totalmente preenchidas e \_\_\_\_\_ número de eletrões desemparelhados.

(A) diferente ... diferente

(B) diferente ... o mesmo

(C) o mesmo ... diferente

(D) o mesmo ... o mesmo

3.2. Considere que as energias necessárias para remover um eletrão das orbitais 2p dos átomos de carbono e de nitrogénio, no estado fundamental, são  $E_C$  e  $E_N$ , respetivamente.

A energia  $E_C$  será \_\_\_\_\_ do que a energia  $E_N$ , sendo a energia dos eletrões das orbitais 2p \_\_\_\_\_ no átomo de carbono.

(A) menor ... menor

(B) maior ... maior

(C) menor ... maior

(D) maior ... menor

### GRUPO III

1. Numa aula laboratorial, os alunos colocaram num calorímetro 90 g de água, na qual mergulharam um fio condutor eletricamente isolado, de resistência elétrica  $R$ . Para aquecer a água, fizeram passar nesse fio, durante 180 s, uma corrente elétrica  $I$ , tendo determinado o aumento da temperatura,  $\Delta T$ , da água, nesse intervalo de tempo.

Repetiram a experiência para diferentes valores de corrente elétrica.

- 1.1. Um aluno traçou, a partir dos resultados experimentais obtidos, um gráfico cujo esboço se encontra representado na Figura 2.

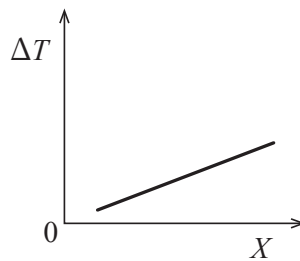


Figura 2

Nesse esboço,  $X$  pode representar

- (A)  $R^2$
- (B)  $R$
- (C)  $I^2$
- (D)  $I$

- 1.2. Um outro aluno traçou, a partir dos resultados experimentais obtidos, o gráfico do aumento da temperatura,  $\Delta T$ , da água em função da potência dissipada,  $P$ , no fio condutor.

Determine o declive da reta do gráfico, considerando que toda a potência dissipada no fio é utilizada no aquecimento da água.

Mostre como chegou ao valor solicitado.

2. Para uma irradiância de  $1000 \text{ W m}^{-2}$  e a  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ , um painel fotovoltaico, de área  $1,63 \text{ m}^2$ , fornece uma potência elétrica máxima quando a diferença de potencial nos seus terminais é  $28,5 \text{ V}$  e a corrente elétrica é  $7,6 \text{ A}$ .

Determine o rendimento máximo do painel, nas condições consideradas.

Apresente todas as etapas de resolução, explicitando todos os cálculos efetuados.



3. A Figura 3 representa uma espira circular que roda, com velocidade angular constante, em torno de um eixo fixo Y, numa região do espaço em que existe um campo magnético constante e uniforme,  $\vec{B}$ .

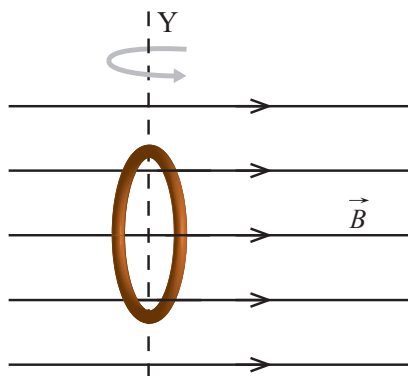


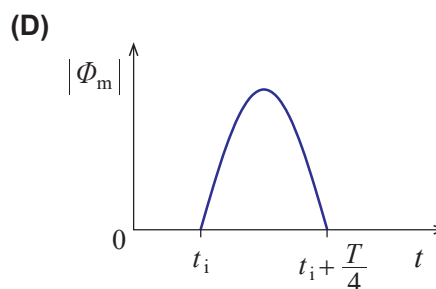
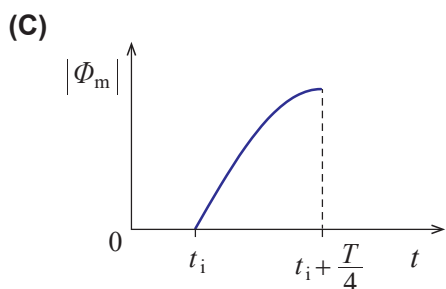
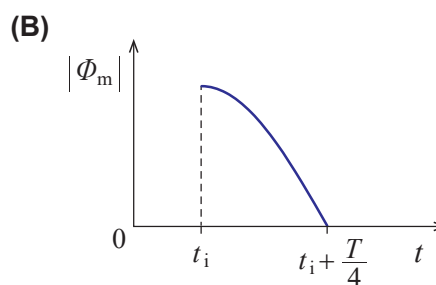
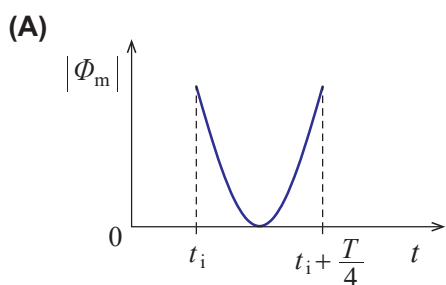
Figura 3

- 3.1. Na situação descrita, há uma variação do fluxo do campo magnético através da superfície delimitada pela espira, que decorre de

- (A) a espira rodar em torno do eixo Y.
- (B) o campo magnético ser constante.
- (C) a espira ser condutora.
- (D) o campo magnético ser uniforme.

- 3.2. Admita que, num dado instante  $t_i$ , o plano da espira é perpendicular a  $\vec{B}$  e considere o intervalo de tempo  $\left[ t_i; t_i + \frac{T}{4} \right]$ , em que  $T$  representa o período do movimento da espira.

Qual dos esboços de gráfico seguintes pode representar o módulo do fluxo do campo magnético,  $|\Phi_m|$ , que atravessa a espira, em função do tempo,  $t$ , no intervalo de tempo considerado?



## GRUPO IV

1. Um feixe de luz, muito fino, propagando-se inicialmente no ar, incide numa das faces de um prisma de vidro, como se representa na Figura 4. Na figura, representa-se ainda parte dos trajetos dos feixes resultantes de sucessivas reflexões e refrações nas faces do prisma.

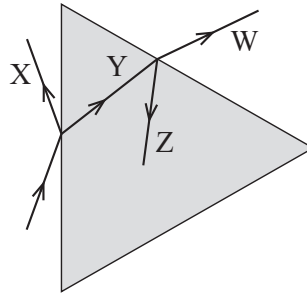


Figura 4

- 1.1. O feixe Y, que resulta de uma \_\_\_\_\_ numa das faces do prisma, terá necessariamente maior energia do que o feixe \_\_\_\_\_ .

- (A) refração ... X
- (B) refração ... W
- (C) reflexão ... X
- (D) reflexão ... W

- 1.2. O índice de refração do vidro constituinte do prisma é \_\_\_\_\_ ao índice de refração do ar uma vez que, ao sair do prisma, a luz se \_\_\_\_\_ da normal à superfície de separação dos dois meios.

- (A) inferior ... aproxima
- (B) inferior ... afasta
- (C) superior ... aproxima
- (D) superior ... afasta

2. Considere uma luz laser I, de frequência  $6,1 \times 10^{14}$  Hz, e uma luz laser II, de frequência  $4,5 \times 10^{14}$  Hz.

Tendo em conta as frequências indicadas, é possível concluir que

- (A) a energia de um fóton da luz I é cerca de 1,4 vezes inferior à energia de um fóton da luz II.
- (B) a potência de um feixe da luz I é cerca de 1,4 vezes superior à potência de um feixe da luz II.
- (C) a energia de um fóton da luz I é cerca de 1,4 vezes superior à energia de um fóton da luz II.
- (D) a potência de um feixe da luz I é cerca de 1,4 vezes inferior à potência de um feixe da luz II.

---

**Página em branco**

---

## GRUPO V

O *bungee jumping* é um desporto radical em que um atleta cai de uma altura apreciável, preso a um cabo elástico que, ao esticar, exerce uma força sobre o atleta.

Na Figura 5 (que não se encontra à escala), estão representadas posições de um atleta de massa 72 kg, que cai a partir da plataforma P.

Admita que o atleta inicia o seu movimento de queda vertical com velocidade inicial nula, caindo livremente até à posição R. A partir da posição R, o cabo elástico começa a esticar, passando a exercer uma força no atleta. Na posição S, o atleta atinge a velocidade máxima, de módulo  $18,7 \text{ m s}^{-1}$ , e, na posição T, inverte o sentido do seu movimento.

Considere o referencial  $Oy$  representado na figura.

Admita que o atleta pode ser representado pelo seu centro de massa (modelo da partícula material) e considere desprezáveis a massa do cabo e a força de resistência do ar.

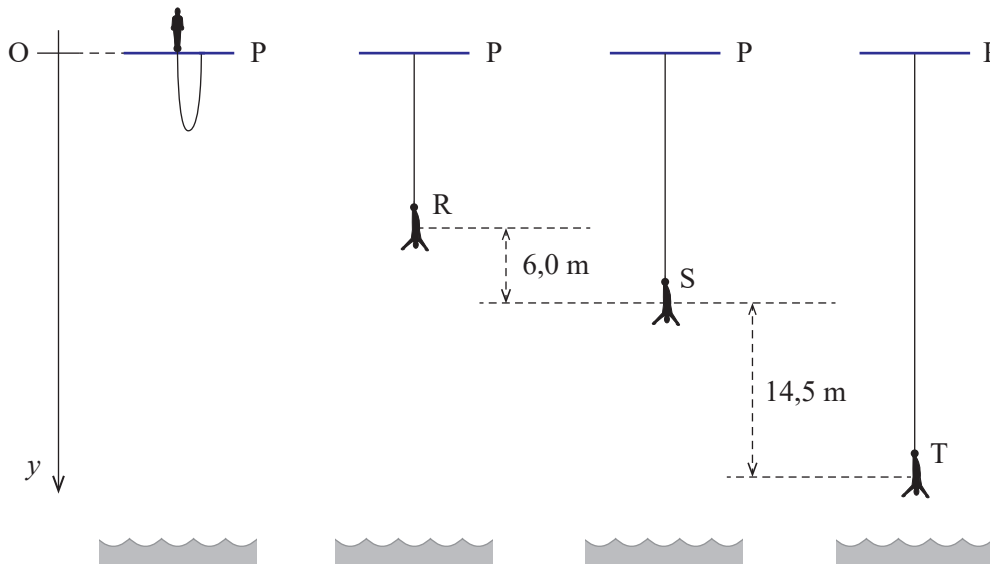
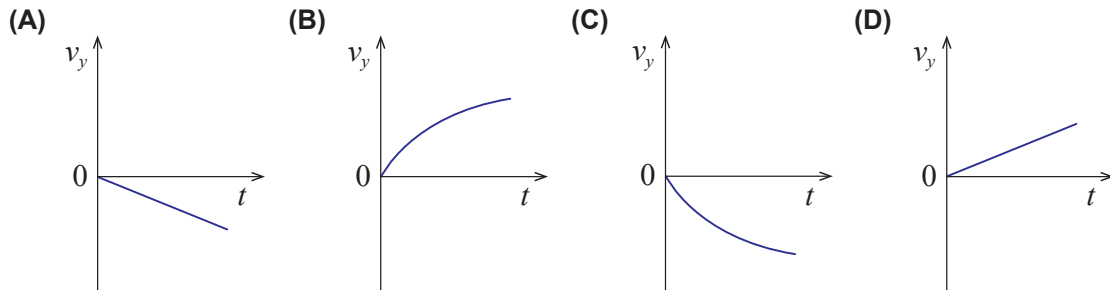


Figura 5

1. Considere o movimento de queda livre do atleta até à posição R.

1.1. Qual dos esboços de gráfico seguintes pode representar a componente escalar da velocidade,  $v_y$ , do atleta, segundo o referencial  $Oy$  considerado, em função do tempo,  $t$ , naquele movimento?



1.2. Naquele movimento, a energia cinética do atleta aumenta proporcionalmente com

- (A) a distância percorrida pelo atleta.
- (B) o módulo da velocidade do atleta.
- (C) o módulo da aceleração do atleta.
- (D) a intensidade da força que o cabo exerce no atleta.

1.3. Entre a posição inicial e a posição R, a variação de energia potencial gravítica do sistema *atleta + Terra* é \_\_\_\_\_, e a variação de energia mecânica do sistema é \_\_\_\_\_.

- (A) positiva ... positiva
- (B) positiva ... nula
- (C) negativa ... positiva
- (D) negativa ... nula

2. Admita que o atleta atinge a posição R com velocidade de módulo  $17,0 \text{ m s}^{-1}$ .

Determine, a partir do teorema da energia cinética, o trabalho realizado pela força que o cabo exerce no atleta,  $W_{\vec{F}_{\text{cabo}}}$ , entre a posição R e a posição S.

Apresente todas as etapas de resolução, explicitando todos os cálculos efetuados.

3. À medida que o cabo estica, o seu comprimento aumenta, e a intensidade da força que o cabo exerce no atleta,  $F_{\text{cabo}}$ , também aumenta. Entre a posição R e a posição T, a um aumento do comprimento do cabo de  $1,0 \text{ m}$  corresponde, em média, um aumento da intensidade daquela força de  $120 \text{ N}$ .

Determine a componente escalar da aceleração,  $a_y$ , do atleta na posição T, em relação ao referencial  $Oy$  considerado.

Apresente todas as etapas de resolução, explicitando todos os cálculos efetuados.

4. Admita que, no intervalo de tempo  $[1,7; 3,0]$  s, o módulo da velocidade,  $v$ , do atleta varia com o tempo,  $t$ , de acordo com a equação

$$v = 18,7 \cos(1,29t - 2,62) \quad (\text{SI})$$

na qual o ângulo (argumento do cosseno) está expresso em radianos.

Determine entre que instantes a aceleração tem o sentido do movimento.

Na sua resposta, apresente o esboço do gráfico (obtido na calculadora) que traduz o módulo da velocidade,  $v$ , do atleta em função do tempo,  $t$ , no intervalo de tempo  $[1,7; 3,0]$  s.

Mostre como chegou aos valores solicitados.

5. Considere que em cada ciclo respiratório, o atleta inspira  $0,50 \text{ dm}^3$  de ar e expira o mesmo volume de ar, medidos em condições em que o volume molar de um gás é  $25 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$ .

Considere ainda que as percentagens em volume de oxigénio,  $\text{O}_2(\text{g})$ , no ar inspirado e no ar expirado são 21% e 16%, respetivamente.

Qual é a quantidade de  $\text{O}_2(\text{g})$  consumida num ciclo respiratório?

- (A)  $3,2 \times 10^{-3} \text{ mol}$
- (B)  $4,2 \times 10^{-3} \text{ mol}$
- (C)  $1,0 \times 10^{-3} \text{ mol}$
- (D)  $7,4 \times 10^{-3} \text{ mol}$

**FIM**

## COTAÇÕES

Grupo	Item							
	Cotação (em pontos)							
I	1.1.	1.2.	2.	3.				
	7	7	7	10				31
II	1.1.	1.2.	1.3.	2.1.	2.2.	3.1.	3.2.	
	10	10	7	7	7	7	7	55
III	1.1.	1.2.	2.	3.1.	3.2.			
	7	7	10	7	7			38
IV	1.1.	1.2.	2.					
	7	7	7					21
V	1.1.	1.2.	1.3.	2.	3.	4.	5.	
	7	7	7	10	10	7	7	55
<b>TOTAL</b>								<b>200</b>

**Prova 715**  
**2.ª Fase**  
**VERSÃO 2**