

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 1

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

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

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

$$U = R I \qquad P = R I^2 \qquad U = \varepsilon - r I$$

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

• 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

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18																		
1 H 1,01	2 He 4,00	Número atômico Elemento Massa atômica relativa										5 B 10,81	6 C 12,01	7 N 14,01	8 O 16,00	9 F 19,00	10 Ne 20,18																		
3 Li 6,94	4 Be 9,01	11 Na 22,99	12 Mg 24,31	13 Al 26,98	14 Si 28,09	15 P 30,97	16 S 32,06	17 Cl 35,45	18 Ar 39,95	19 K 39,10	20 Ca 40,08	21 Sc 44,96	22 Ti 47,87	23 V 50,94	24 Cr 52,00	25 Mn 54,94	26 Fe 55,85	27 Co 58,93	28 Ni 58,69	29 Cu 63,55	30 Zn 65,38	31 Ga 69,72	32 Ge 72,63	33 As 74,92	34 Se 78,97	35 Br 79,90	36 Kr 83,80								
37 Rb 85,47	38 Sr 87,62	39 Y 88,91	40 Zr 91,22	41 Nb 92,91	42 Mo 95,95	43 Tc	44 Ru 101,07	45 Rh 102,91	46 Pd 106,42	47 Ag 107,87	48 Cd 112,41	49 In 114,82	50 Sn 118,71	51 Sb 121,76	52 Te 127,60	53 I 126,90	54 Xe 131,29	55 Cs 132,91	56 Ba 137,33	57-71 Lantanídeos	72 Hf 178,49	73 Ta 180,95	74 W 183,84	75 Re 186,21	76 Os 190,23	77 Ir 192,22	78 Pt 195,08	79 Au 196,97	80 Hg 200,59	81 Tl 204,38	82 Pb 207,2	83 Bi 208,98	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra	89-103 Actinídeos	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Nh	114 Fl	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og																		

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

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

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.

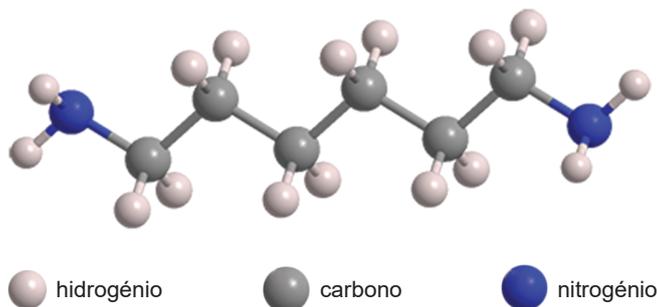


Figura 1

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

2. As soluções aquosas da substância A são básicas.

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

- (A) superior à de H_3O^+ (aq), sendo o pH da solução sempre maior do que 7.
(B) superior à de H_3O^+ (aq), podendo o pH da solução ser maior, menor ou igual a 7.
(C) inferior à de H_3O^+ (aq), podendo o pH da solução ser maior, menor ou igual a 7.
(D) inferior à de H_3O^+ (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.

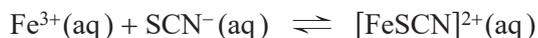
Determine o quociente entre o número de moléculas da substância B e o número de moléculas da substância A existentes nas respetivas amostras.

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

GRUPO II

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

Misturando uma solução contendo iões $\text{Fe}^{3+}(\text{aq})$ com uma solução contendo iões 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 ião $[\text{FeSCN}]^{2+}(\text{aq})$ 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 iões $[\text{FeSCN}]^{2+}(\text{aq})$, observa-se que a cor vermelha da solução vai ficando menos intensa.

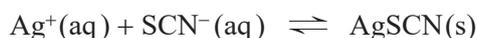
Conclua se a variação de entalpia associada à reação de formação do ião $[\text{FeSCN}]^{2+}(\text{aq})$ considerada é positiva ou negativa.

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 ião $[\text{FeSCN}]^{2+}$?

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 ião $\text{Ag}^{+}(\text{aq})$ for $4,64 \times 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3}$, a concentração de ião $\text{SCN}^{-}(\text{aq})$ será

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

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

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

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

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 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 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) o mesmo ... o mesmo

(B) o mesmo ... diferente

(C) diferente ... diferente

(D) diferente ... 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 ... maior

(B) maior ... menor

(C) menor ... menor

(D) maior ... maior

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, ΔT , 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.

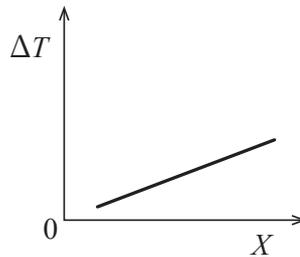


Figura 2

Nesse esboço, X pode representar

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

- 1.2. Um outro aluno traçou, a partir dos resultados experimentais obtidos, o gráfico do aumento da temperatura, ΔT , 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 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} .

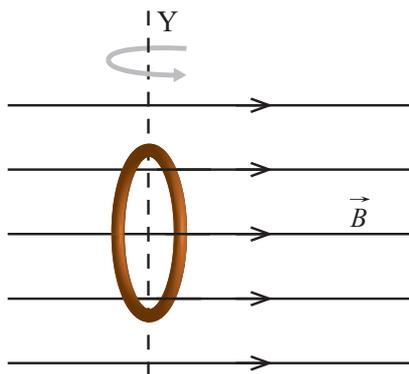


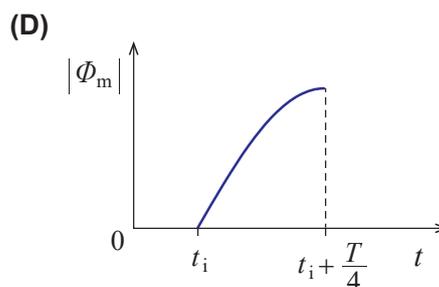
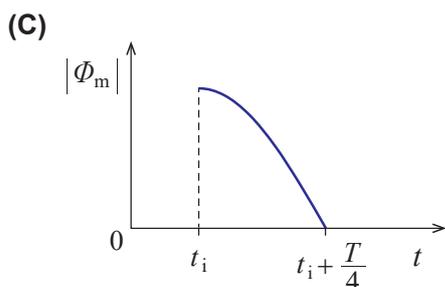
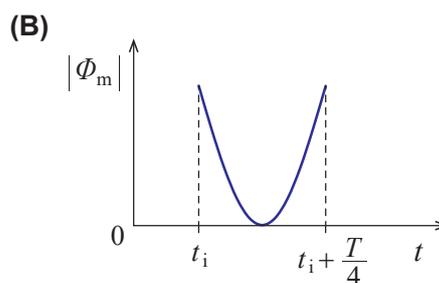
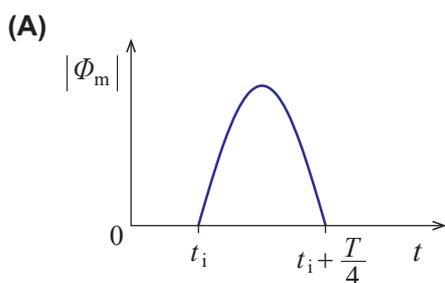
Figura 3

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

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

- 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.

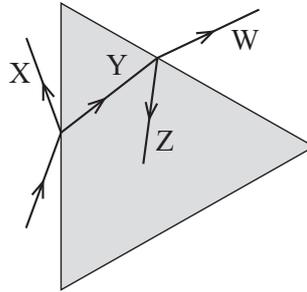


Figura 4

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

- (A) reflexão ... X
- (B) reflexão ... W
- (C) refração ... X
- (D) refração ... 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) superior ... afasta
- (B) superior ... aproxima
- (C) inferior ... afasta
- (D) inferior ... aproxima

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

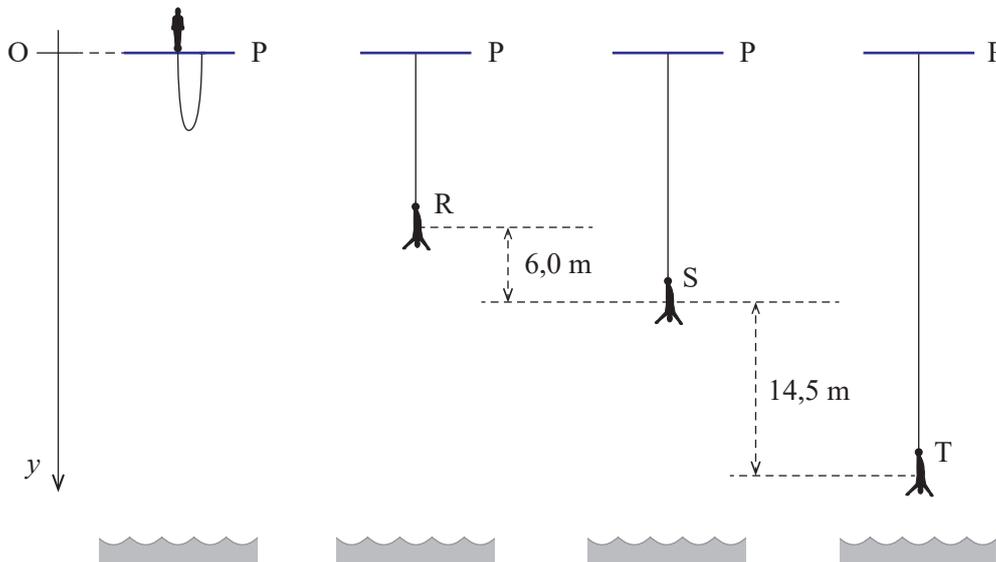
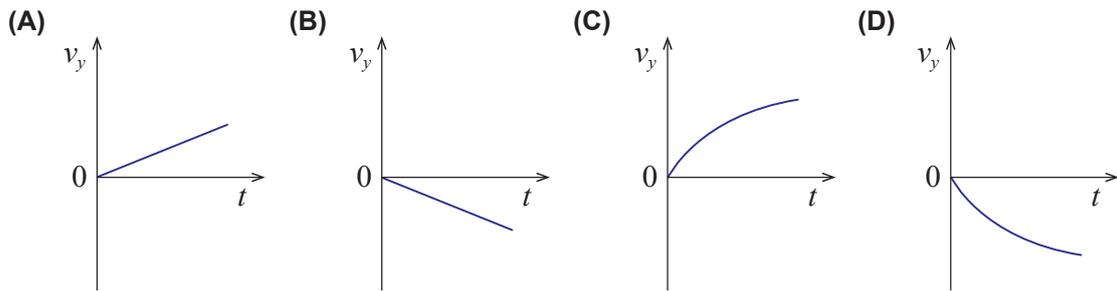


Figura 5

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) o módulo da velocidade do atleta.
- (B) o módulo da aceleração do atleta.
- (C) a intensidade da força que o cabo exerce no atleta.
- (D) a distância percorrida pelo 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) negativa ... positiva
- (B) negativa ... nula
- (C) positiva ... positiva
- (D) positiva ... 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_{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 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) $1,0 \times 10^{-3} \text{ mol}$
- (B) $7,4 \times 10^{-3} \text{ mol}$
- (C) $3,2 \times 10^{-3} \text{ mol}$
- (D) $4,2 \times 10^{-3} \text{ mol}$

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
TOTAL								200

Prova 715
2.ª Fase
VERSÃO 1