



## Prova Escrita de Física e Química A

10.º e 11.º Anos de Escolaridade

**Prova 715/Época Especial**

15 Páginas

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

**2012**

Utilize apenas caneta ou esferográfica de tinta indelével, azul ou preta.

Pode utilizar régua, esquadro, transferidor e máquina de calcular gráfica.

Não é permitido o uso de corretor. Em caso de engano, deve riscar de forma inequívoca aquilo que pretende que não seja classificado.

Escreva de forma legível a numeração dos itens, bem como as respetivas respostas. As respostas ilegíveis ou que não possam ser claramente identificadas são classificadas com zero pontos.

Para cada item, apresente apenas uma resposta. Se escrever mais do que uma resposta a um mesmo item, apenas é classificada a resposta apresentada em primeiro lugar.

Para responder aos itens de escolha múltipla, escreva, na folha de respostas:

- o número do item;
- a letra que identifica a única opção escolhida.

Nos itens de construção de cálculo, apresente todas as etapas de resolução, explicitando todos os cálculos efetuados e apresentando todas as justificações e/ou conclusões solicitadas.

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

A prova inclui uma tabela de constantes na página 2, um formulário nas páginas 2 e 3, e uma tabela periódica na página 4.

A ortografia dos textos e de outros documentos segue o Acordo Ortográfico de 1990.

## TABELA DE CONSTANTES

Velocidade de propagação da luz no vácuo	$c = 3,00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$
Módulo da aceleração gravítica de um corpo junto à superfície da Terra	$g = 10 \text{ m s}^{-2}$
Constante de Gravitação Universal	$G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$
Constante de Avogadro	$N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Constante de Stefan-Boltzmann	$\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$
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

- **Conversão de temperatura (de grau Celsius para kelvin)** .....  $T = \theta + 273,15$   
 $T$  – temperatura absoluta (temperatura em kelvin)  
 $\theta$  – temperatura em grau Celsius
  
- **Densidade (massa volúmica)** .....  $\rho = \frac{m}{V}$   
 $m$  – massa  
 $V$  – volume
  
- **Efeito fotoelétrico** .....  $E_{\text{rad}} = E_{\text{rem}} + E_c$   
 $E_{\text{rad}}$  – energia de um fóton da radiação incidente no metal  
 $E_{\text{rem}}$  – energia de remoção de um eletrão do metal  
 $E_c$  – energia cinética do eletrão removido
  
- **Concentração de solução** .....  $c = \frac{n}{V}$   
 $n$  – quantidade de soluto  
 $V$  – volume de solução
  
- **Relação entre pH e concentração de  $\text{H}_3\text{O}^+$**  .....  $\text{pH} = -\log \{[\text{H}_3\text{O}^+] / \text{mol dm}^{-3}\}$
  
- **1.ª Lei da Termodinâmica** .....  $\Delta U = W + Q + R$   
 $\Delta U$  – variação da energia interna do sistema (também representada por  $\Delta E_i$ )  
 $W$  – energia transferida, entre o sistema e o exterior, sob a forma de trabalho  
 $Q$  – energia transferida, entre o sistema e o exterior, sob a forma de calor  
 $R$  – energia transferida, entre o sistema e o exterior, sob a forma de radiação
  
- **Lei de Stefan-Boltzmann** .....  $P = e \sigma A T^4$   
 $P$  – potência total irradiada pela superfície de um corpo  
 $e$  – emissividade da superfície do corpo  
 $\sigma$  – constante de Stefan-Boltzmann  
 $A$  – área da superfície do corpo  
 $T$  – temperatura absoluta da superfície do corpo
  
- **Energia ganha ou perdida por um corpo devido à variação da sua temperatura** .....  $E = m c \Delta T$   
 $m$  – massa do corpo  
 $c$  – capacidade térmica mássica do material de que é constituído o corpo  
 $\Delta T$  – variação da temperatura do corpo
  
- **Taxa temporal de transferência de energia, sob a forma de calor, por condução** .....  $\frac{Q}{\Delta t} = k \frac{A}{\ell} \Delta T$   
 $Q$  – energia transferida, sob a forma de calor, por condução, através de uma barra, no intervalo de tempo  $\Delta t$   
 $k$  – condutividade térmica do material de que é constituída a barra  
 $A$  – área da secção da barra, perpendicular à direção de transferência de energia  
 $\ell$  – comprimento da barra  
 $\Delta T$  – diferença de temperatura entre as extremidades da barra

- 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
- Energia cinética de translação** .....  $E_c = \frac{1}{2} mv^2$   
 $m$  – massa  
 $v$  – módulo da velocidade
- Energia potencial gravítica em relação a um nível de referência** .....  $E_p = m g h$   
 $m$  – massa  
 $g$  – módulo da aceleração gravítica junto à superfície da Terra  
 $h$  – altura em relação ao nível de referência considerado
- Teorema da energia cinética** .....  $W = \Delta E_c$   
 $W$  – soma dos trabalhos realizados pelas forças que atuam num corpo, num determinado intervalo de tempo  
 $\Delta E_c$  – variação da energia cinética do centro de massa do corpo, no mesmo intervalo de tempo
- 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
- 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
- Equações do movimento retilíneo com aceleração constante** .....  $x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$   
 $x$  – valor (componente escalar) da posição  
 $v$  – valor (componente escalar) da velocidade  
 $a$  – valor (componente escalar) da aceleração  
 $t$  – tempo  
 $v = v_0 + a t$
- Equações do movimento circular com velocidade linear de módulo constante** .....  $a_c = \frac{v^2}{r}$   
 $a_c$  – módulo da aceleração centrípeta  
 $v$  – módulo da velocidade linear  
 $r$  – raio da trajetória  
 $T$  – período do movimento  
 $\omega$  – módulo da velocidade angular  
 $v = \frac{2\pi r}{T}$   
 $\omega = \frac{2\pi}{T}$
- Comprimento de onda** .....  $\lambda = \frac{v}{f}$   
 $v$  – módulo da velocidade de propagação da onda  
 $f$  – frequência do movimento ondulatório
- Função que descreve um sinal harmónico ou sinusoidal** .....  $y = A \sin(\omega t)$   
 $A$  – amplitude do sinal  
 $\omega$  – frequência angular  
 $t$  – tempo
- Fluxo magnético que atravessa uma superfície, 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 numa espira metálica** .....  $|\mathcal{E}_i| = \frac{|\Delta \Phi_m|}{\Delta t}$   
 $\Delta \Phi_m$  – variação do fluxo magnético que atravessa a superfície delimitada pela espira, no intervalo de tempo  $\Delta t$
- 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

# TABELA PERIÓDICA

1

18

		13	14	15	16	17	18										
1	2																
1 <b>H</b> 1,01	2 <b>He</b> 4,00																
		Número atômico <b>Elemento</b> Massa atômica relativa															
3 <b>Li</b> 6,94	4 <b>Be</b> 9,01																
11 <b>Na</b> 22,99	12 <b>Mg</b> 24,31																
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> 65,41	31 <b>Ga</b> 69,72	32 <b>Ge</b> 72,64	33 <b>As</b> 74,92	34 <b>Se</b> 78,96	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> 95,94	43 <b>Tc</b> 97,91	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															
87 <b>Fr</b> [223]	88 <b>Ra</b> [226]	89-103 Actinídeos															
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> [145]	62 <b>Sm</b> 150,36	63 <b>Eu</b> 151,96	64 <b>Gd</b> 157,25	65 <b>Tb</b> 158,92	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> 173,04	71 <b>Lu</b> 174,98			
89 <b>Ac</b> [227]	90 <b>Th</b> 232,04	91 <b>Pa</b> 231,04	92 <b>U</b> 238,03	93 <b>Np</b> [237]	94 <b>Pu</b> [244]	95 <b>Am</b> [243]	96 <b>Cm</b> [247]	97 <b>Bk</b> [247]	98 <b>Cf</b> [251]	99 <b>Es</b> [252]	100 <b>Fm</b> [257]	101 <b>Md</b> [258]	102 <b>No</b> [259]	103 <b>Lr</b> [262]			

---

Para responder aos itens de escolha múltipla, **selecione a única opção (A, B, C ou D)** que permite obter uma afirmação correta ou responder corretamente à questão colocada.

Se apresentar mais do que uma opção, a resposta será classificada com zero pontos, o mesmo acontecendo se a letra transcrita for ilegível.

---

### GRUPO I

A elevada acidez da água da chuva, registada em diversos locais da Terra, é atribuída à emissão para a atmosfera de dióxido de enxofre,  $\text{SO}_2(\text{g})$ , e de óxidos de azoto. Existem várias fontes de  $\text{SO}_2$  atmosférico, entre as quais as erupções vulcânicas e a queima de combustíveis fósseis em diversas atividades humanas.

Também a extração de alguns metais, a partir dos respetivos minérios, é uma importante fonte, de natureza antropogénica, de emissão daquele gás para a atmosfera. Por exemplo, a obtenção de zinco, a partir do sulfureto de zinco,  $\text{ZnS}(\text{s})$ , envolve, numa primeira fase, a reação deste composto com o oxigénio atmosférico. Nesta reação, forma-se óxido de zinco,  $\text{ZnO}(\text{s})$ , e dióxido de enxofre,  $\text{SO}_2(\text{g})$ .

Estima-se que sejam libertados para a atmosfera cerca de  $6 \times 10^{10}$  kg de  $\text{SO}_2(\text{g})$  em cada ano.

Chang, R., *Química*, McGrawHill, 8.ª ed., 2005 (adaptado)

1. O número aproximado de moléculas de  $\text{SO}_2(\text{g})$  libertadas para a atmosfera, por ano, pode ser calculado pela expressão

(A)  $\frac{6 \times 10^{10} \times 10^3 \times 64,07}{6,02 \times 10^{23}}$

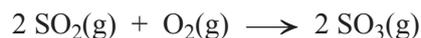
(B)  $\frac{6 \times 10^{10} \times 64,07}{6,02 \times 10^{23} \times 10^3}$

(C)  $\frac{6 \times 10^{10} \times 10^3 \times 6,02 \times 10^{23}}{64,07}$

(D)  $\frac{6 \times 10^{10} \times 6,02 \times 10^{23}}{10^3 \times 64,07}$

2. Escreva a equação química que traduz a reação referida no segundo parágrafo do texto.

3. A reação do  $\text{SO}_2(\text{g})$  com o oxigênio na atmosfera pode ser traduzida por



3.1. Nesta reação, o número de oxidação do enxofre varia

- (A) de +2 para +3
- (B) de +4 para +6
- (C) de -4 para -6
- (D) de -2 para -3

3.2. Considere uma amostra de  $\text{SO}_2(\text{g})$  com metade do volume de uma amostra de  $\text{SO}_3(\text{g})$ , nas mesmas condições de pressão e de temperatura.

Comparando com a amostra de  $\text{SO}_3(\text{g})$ , a amostra de  $\text{SO}_2(\text{g})$  contém

- (A) o dobro do número total de átomos.
- (B) metade do número total de átomos.
- (C) o dobro do número de átomos de enxofre.
- (D) um terço do número de átomos de oxigênio.

4. Os átomos de enxofre formam facilmente íões sulfureto.

Conclua, justificando com base na posição do elemento enxofre (S) na tabela periódica, qual será a carga desses íões.

5. Qual é a representação da molécula de oxigênio utilizando a notação de Lewis?

- (A)  $:\text{O} \equiv \text{O}:$
- (B)  $\ddot{\text{O}} = \ddot{\text{O}}$
- (C)  $\text{O} \equiv \text{O}$
- (D)  $:\ddot{\text{O}} = \ddot{\text{O}}:$

6. O número quântico secundário,  $l$ , é um dos números quânticos que caracterizam as orbitais atômicas.

Num átomo de oxigênio, no estado fundamental, os elétrons de valência encontram-se distribuídos apenas por orbitais com

(A)  $l = 0$

(B)  $l = 1$

(C)  $l = 0$  e  $l = 1$

(D)  $l = 0$ ,  $l = 1$  e  $l = -1$

7. Considere o período da tabela periódica onde se encontra o elemento oxigênio.

Qual é o elemento desse período cujos átomos, no estado fundamental, apresentam menor raio atômico?

## GRUPO II

1. O hidróxido de sódio, NaOH, é uma base que, em solução aquosa, se encontra

- (A) totalmente ionizada.
- (B) parcialmente ionizada.
- (C) parcialmente dissociada.
- (D) totalmente dissociada.

2. Titulou-se uma solução contendo 0,328 g de um ácido monoprotico forte com uma solução aquosa de hidróxido de sódio, NaOH(aq), de concentração  $0,200 \text{ mol dm}^{-3}$ .

O volume de NaOH(aq) gasto até ao ponto de equivalência da titulação foi  $16,40 \text{ cm}^3$ .

Determine a massa molar do ácido monoprotico em solução.

Apresente todas as etapas de resolução.

3. Uma outra solução aquosa de hidróxido de sódio, NaOH(aq) ( $M = 40,00 \text{ g mol}^{-1}$ ), contém 20%, em massa, de soluto. A densidade da solução é  $1,219 \text{ g cm}^{-3}$ .

Determine a concentração, em  $\text{mol dm}^{-3}$ , desta solução.

Apresente todas as etapas de resolução.

### GRUPO III

Um grupo de alunos sintetizou sulfato de tetra-aminocobre (II) mono-hidratado,  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}(\text{s})$  ( $M = 245,8 \text{ g mol}^{-1}$ ). Os alunos começaram por triturar e pesar 5,00 g de sulfato de cobre (II) penta-hidratado,  $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}(\text{s})$  ( $M = 249,7 \text{ g mol}^{-1}$ ), que dissolveram completamente em cerca de  $5 \text{ cm}^3$  de água. Adicionaram depois solução aquosa de amoníaco,  $\text{NH}_3(\text{aq})$ , em excesso, à solução de sulfato de cobre.

A reação de síntese pode ser traduzida por



1. A quantidade de amoníaco adicionada à solução de sulfato de cobre poderá ter sido

- (A) 0,100 mol.
- (B) 0,0800 mol.
- (C) 0,0400 mol.
- (D) 0,0200 mol.

2. Admita que os alunos obtiveram, na prática, uma massa de 2,60 g de  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}(\text{s})$ .

Determine o rendimento da reação de síntese.

Apresente todas as etapas de resolução.

3. O rendimento da reação de síntese poderá depender

- (A) das quantidades iniciais dos reagentes.
- (B) do volume de água utilizado para dissolver completamente o sulfato de cobre.
- (C) do volume de solução aquosa de amoníaco adicionado em excesso.
- (D) da massa de cristais de sulfato de tetra-aminocobre perdida na filtração.

4. Na reação de síntese considerada, a precipitação dos cristais de  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}(\text{s})$  é facilitada pela

- (A) adição de uma solução de etanol.
- (B) adição de mais água.
- (C) filtração da solução a pressão reduzida.
- (D) trituração inicial do sulfato de cobre.

## GRUPO IV

1. A Figura 1 representa uma garrafa térmica, contendo 100 g de água. Quando se inverte a garrafa, pode considerar-se que a água cai 40 cm. Repetindo diversas vezes este procedimento, verifica-se um pequeno aumento da temperatura da água.

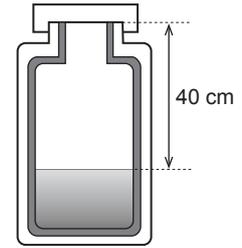


Figura 1

- 1.1. Identifique, para a situação descrita, o principal processo de transferência de energia para a água.

- 1.2. Determine o intervalo de tempo necessário para que a temperatura da água aumente  $0,50\text{ }^{\circ}\text{C}$ , se a garrafa térmica for invertida cerca de 30 vezes por minuto.

Apresente todas as etapas de resolução.

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

2. Introduziu-se a mesma massa de água em três latas idênticas, Q, R e S, pintadas com tintas diferentes. As latas, devidamente fechadas com uma rolha atravessada por um termómetro, foram colocadas à mesma distância de uma lâmpada de 100 W. Acendeu-se a lâmpada e mediu-se, para cada uma das latas, a temperatura da água nelas contida ao longo de um determinado intervalo de tempo.

A Figura 2 apresenta os esboços dos gráficos traçados a partir dos valores experimentais de temperatura em função do tempo, obtidos na experiência descrita.

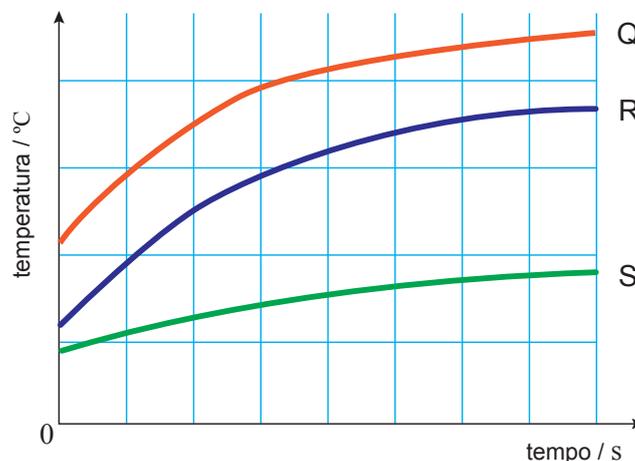


Figura 2

- 2.1. Conclua, justificando, qual das latas terá uma superfície mais refletora.

**2.2.** A partir de um determinado instante, a temperatura da água contida na lata S manteve-se aproximadamente constante, o que significa que

- (A) as taxas temporais de emissão e de reflexão de energia da lata são iguais.
- (B) a lata deixou de absorver energia do exterior.
- (C) as taxas temporais de emissão e de absorção de energia da lata são iguais.
- (D) a lata deixou de emitir energia para o exterior.

**3.** Considere diversas amostras puras de líquidos, todas inicialmente a  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ , que sofrem um processo de arrefecimento até atingirem a temperatura ambiente.

A energia cedida por cada uma dessas amostras será tanto maior quanto

- (A) menor for a massa da amostra e menor for a capacidade térmica mássica do líquido.
- (B) maior for a massa da amostra e maior for a capacidade térmica mássica do líquido.
- (C) maior for a massa da amostra e menor for a capacidade térmica mássica do líquido.
- (D) menor for a massa da amostra e maior for a capacidade térmica mássica do líquido.

## GRUPO V

A Figura 3 (que não está à escala) representa uma calha inclinada, montada sobre uma mesa.

Uma esfera de aço, de massa 30,0 g, é abandonada na posição A, situada a uma altura de 50,0 cm em relação ao tampo da mesa. Depois de percorrer a calha, a esfera move-se sobre o tampo da mesa, entre as posições B e C, caindo seguidamente para o solo.

Considere desprezável a força de resistência do ar e admita que a esfera pode ser representada pelo seu centro de massa (modelo da partícula material).

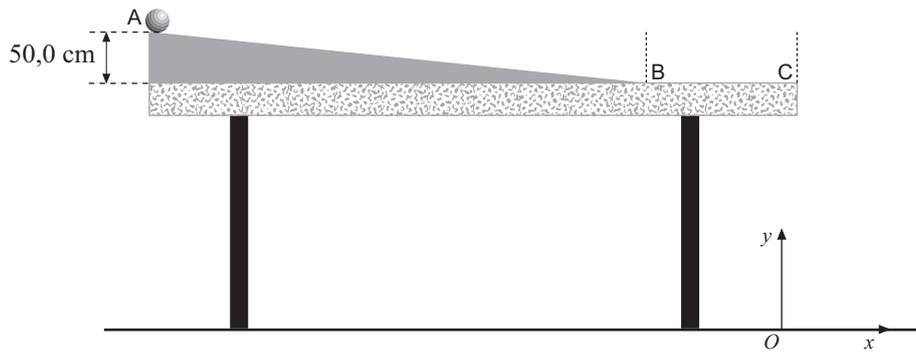


Figura 3

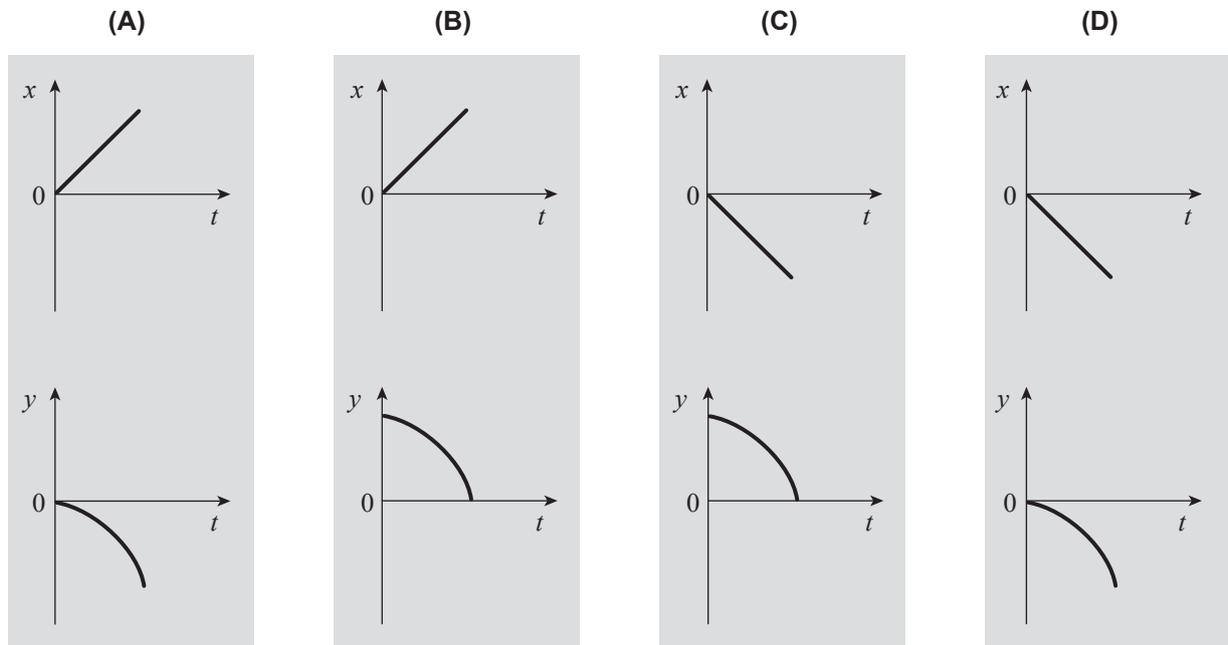
1. Admita que a energia dissipada é desprezável no trajeto entre as posições A e C e que a esfera atinge a posição C com velocidade de módulo  $v_C$ .

Para que a esfera atinja a posição C com velocidade de módulo  $2v_C$ , deverá ser abandonada numa posição situada a uma altura, em relação ao tampo da mesa, de

- (A) 100 cm.
- (B) 140 cm.
- (C) 200 cm.
- (D) 280 cm.

2. Considere o trajeto da esfera entre a posição C e o solo e, nesse trajeto, as componentes escalares da posição da esfera,  $x$  e  $y$ , em relação ao referencial bidimensional  $xOy$ , representado na Figura 3.

Qual das opções seguintes apresenta os esboços dos gráficos da componente  $x$  e da componente  $y$  da posição da esfera, em função do tempo,  $t$ ?



3. Considere agora duas situações distintas.

- Situação I: a energia dissipada é desprezável no trajeto entre as posições A e C;
- Situação II: a energia dissipada não é desprezável no trajeto entre as posições A e C.

Conclua, justificando, em qual das situações (I ou II) será maior o alcance da esfera.

4. Calcule a energia dissipada no trajeto entre as posições A e C, se a esfera passar na posição C com velocidade de módulo  $2,8 \text{ m s}^{-1}$ .

Apresente todas as etapas de resolução.

## GRUPO VI

Na Figura 4, está esquematizado um automóvel que se move, com aceleração constante, segundo uma trajetória retilínea, coincidente com o eixo  $Ox$  de um referencial unidimensional. Na figura, estão ainda representados os vetores velocidade,  $\vec{v}$ , e aceleração,  $\vec{a}$ , num certo instante,  $t_1$ .

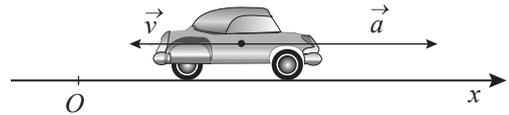


Figura 4

1. Em que sentido se move o automóvel no instante considerado?
2. Considere o intervalo de tempo  $[t_0, t_1]$ , sendo  $t_0$  um instante anterior a  $t_1$ .  
  
Conclua, justificando, como variou o módulo da velocidade do automóvel no intervalo de tempo considerado, admitindo que em  $t_0$  o automóvel se movia no mesmo sentido que em  $t_1$ .
3. A comunicação entre o recetor GPS, com o qual o automóvel estava equipado, e os satélites do sistema GPS faz-se por meio de sinais eletromagnéticos, na gama das micro-ondas.
  - 3.1. A radiação micro-ondas é utilizada na transmissão de sinais entre os satélites e os recetores do sistema GPS, dado que aquela radiação
    - (A) sofre reflexão apreciável na atmosfera.
    - (B) é muito absorvida pela atmosfera.
    - (C) se propaga na atmosfera praticamente em linha reta.
    - (D) sofre difração apreciável na atmosfera.
  - 3.2. As ondas eletromagnéticas são ondas
    - (A) transversais que não se propagam no vazio.
    - (B) transversais que se propagam no vazio.
    - (C) longitudinais que se propagam no vazio.
    - (D) longitudinais que não se propagam no vazio.
4. O rádio do automóvel estava sintonizado para uma estação em frequência modulada (FM).  
Na modulação FM, a frequência da onda
  - (A) portadora é superior à frequência do sinal a transportar.
  - (B) modulada é constante ao longo do tempo.
  - (C) portadora é variável ao longo do tempo.
  - (D) modulada é inferior à frequência do sinal a transportar.

**FIM**

## COTAÇÕES

### GRUPO I

1.	.....	5 pontos
2.	.....	5 pontos
3.	.....	
3.1.	.....	5 pontos
3.2.	.....	5 pontos
4.	.....	10 pontos
5.	.....	5 pontos
6.	.....	5 pontos
7.	.....	5 pontos
		<hr/>
		<b>45 pontos</b>

### GRUPO II

1.	.....	5 pontos
2.	.....	10 pontos
3.	.....	15 pontos
		<hr/>
		<b>30 pontos</b>

### GRUPO III

1.	.....	5 pontos
2.	.....	10 pontos
3.	.....	5 pontos
4.	.....	5 pontos
		<hr/>
		<b>25 pontos</b>

### GRUPO IV

1.	.....	
1.1.	.....	5 pontos
1.2.	.....	10 pontos
2.	.....	
2.1.	.....	10 pontos
2.2.	.....	5 pontos
3.	.....	5 pontos
		<hr/>
		<b>35 pontos</b>

### GRUPO V

1.	.....	5 pontos
2.	.....	5 pontos
3.	.....	15 pontos
4.	.....	10 pontos
		<hr/>
		<b>35 pontos</b>

### GRUPO VI

1.	.....	5 pontos
2.	.....	10 pontos
3.	.....	
3.1.	.....	5 pontos
3.2.	.....	5 pontos
4.	.....	5 pontos
		<hr/>
		<b>30 pontos</b>

**TOTAL** ..... **200 pontos**