

---

## Prova Escrita de Física e Química A

---

11.º/12.º anos de Escolaridade

---

**Prova 715/1.ª Fase**

16 Páginas

---

Duração da Prova: 120 minutos. Tolerância: 30 minutos

---

**2008**

**VERSÃO 1**

---

Na sua folha de respostas, indique de forma legível a versão da prova.

A ausência desta indicação implica a classificação com zero pontos das respostas aos itens de escolha múltipla e de verdadeiro/falso.

---

---

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

Pode utilizar a régua e a máquina de calcular gráfica.

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

Escreva de forma legível a numeração dos grupos e/ou dos itens, bem como as respectivas respostas.

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 identificativa** da alternativa correcta.

Para responder aos itens de **verdadeiro/falso**, escreva, na folha de respostas,

- o **número** do item;
- a **letra identificativa** de cada afirmação e, a seguir, uma das letras, «**V**» para as afirmações verdadeiras ou «**F**» para as afirmações falsas.

No item **4.3.1.**, o domínio da comunicação escrita em língua portuguesa representa cerca de 10% da cotação.

Nos itens em que é solicitado o cálculo de uma grandeza, apresente todas as etapas de resolução, explicitando todos os cálculos efectuados e apresentando todas as justificações e/ou conclusões solicitadas.

---

---

As cotações dos itens encontram-se na página 16.

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

---

## 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	$g = 10 \text{ m s}^{-2}$
Massa da Terra	$M_T = 5,98 \times 10^{24} \text{ kg}$
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 fotoeléctrico** .....  $E_{\text{rad}} = E_{\text{rem}} + E_c$

$E_{\text{rad}}$  – energia de um fóton da radiação incidente no metal  
 $E_{\text{rem}}$  – energia de remoção de um electrão do metal  
 $E_c$  – energia cinética do electrão removido

- **Concentração de solução** .....  $c = \frac{n}{V}$

$n$  – quantidade de soluto  
 $V$  – volume de solução

- **Concentração mássica de solução** .....  $c_m = \frac{m}{V}$

$m$  – massa 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 por um corpo

$e$  – emissividade

$\sigma$  – constante de Stefan-Boltzmann

$A$  – área da superfície do corpo

$T$  – temperatura absoluta 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 transmissão de energia como calor**.....  $\frac{Q}{\Delta t} = k \frac{A}{\ell} \Delta T$

$Q$  – energia transferida através de uma barra como calor, no intervalo de tempo  $\Delta t$

$k$  – condutividade térmica do material de que é constituída a barra

$A$  – área da secção recta da barra

$\ell$  – comprimento da barra

$\Delta T$  – diferença de temperatura entre as extremidades da barra
- Trabalho realizado por uma força constante,  $\vec{F}$ , que actua sobre um corpo em movimento rectilíneo**.....  $W = F d \cos \alpha$

$d$  – módulo do deslocamento do ponto de aplicação da força

$\alpha$  – ângulo definido pela força e pelo deslocamento
- Energia cinética de translação** .....  $E_c = \frac{1}{2} m v^2$

$m$  – 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 actuam 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 actuam num corpo de massa  $m$   
 $\vec{a}$  – aceleração do centro de massa do corpo
  
- **Equações do movimento unidimensional com aceleração constante** .....  $x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$   
 $x$  – valor (componente escalar) da posição  $v = v_0 + a t$   
 $v$  – valor (componente escalar) da velocidade  
 $a$  – valor (componente escalar) da aceleração  
 $t$  – tempo
  
- **Equações do movimento circular com aceleração de módulo constante**  $a_c = \frac{v^2}{r}$   
 $a_c$  – módulo da aceleração centrípeta  
 $v$  – módulo da velocidade linear  $v = \frac{2\pi r}{T}$   
 $r$  – raio da trajectória  
 $T$  – período do movimento  $\omega = \frac{2\pi}{T}$   
 $\omega$  – módulo da velocidade angular
  
- **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 direcção do campo e a direcção perpendicular à superfície
  
- **Força electromotriz induzida numa espira metálica** .....  $|\varepsilon_i| = \frac{|\Delta\Phi_m|}{\Delta t}$   
 $\Delta\Phi_m$  – variação do fluxo magnético que atravessa a superfície delimitada pela espira, no intervalo de tempo  $\Delta t$
  
- **Lei de Snell-Descartes para a refacção** .....  $n_1 \sin \alpha_1 = n_2 \sin \alpha_2$   
 $n_1, n_2$  – índices de refacção dos meios 1 e 2, respectivamente  
 $\alpha_1, \alpha_2$  – ângulos entre as direcções de propagação da onda e da normal à superfície separadora no ponto de incidência, nos meios 1 e 2, respectivamente

**TABELA PERIÓDICA DOS ELEMENTOS QUÍMICOS**

18																	
2																	
17																	
16																	
15																	
14																	
13																	
12																	
11																	
10																	
9																	
8																	
7																	
6																	
5																	
4																	
3																	
2																	
1																	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1 <b>H</b> 1,01	2 <b>He</b> 4,00	3 <b>Li</b> 6,94	4 <b>Be</b> 9,01	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> 32,07	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> 65,41	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	72 <b>Hf</b> 178,49	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> 207,21	83 <b>Bi</b> 208,98	84 <b>Po</b> [208,98]	85 <b>At</b> [209,99]	86 <b>Rn</b> [222,02]
87 <b>Fr</b> [223]	88 <b>Ra</b> [226]	89-103 Actinídeos	104 <b>Rf</b> [261]	105 <b>Db</b> [262]	106 <b>Sg</b> [266]	107 <b>Bh</b> [264]	108 <b>Hs</b> [277]	109 <b>Mt</b> [268]	110 <b>Ds</b> [271]	111 <b>Rg</b> [272]							
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]			

1. Leia atentamente o seguinte texto.

*Corrosão* é a palavra geralmente utilizada para designar a deterioração de metais através de um processo electroquímico, o que significa que, à medida que o metal se degrada, perde electrões, convertendo-se numa espécie química diferente.

O exemplo mais familiar de corrosão é, sem dúvida, o processo de formação de ferrugem sobre o ferro. Embora as reacções envolvidas neste processo sejam bastante complexas, pensa-se que as etapas fundamentais sejam a perda de electrões pelo ferro, Fe, que assim se converte na espécie solúvel  $\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$ , e o ganho desses electrões pelo oxigénio atmosférico,  $\text{O}_2$ . A formação de ferrugem é favorecida pela existência de um meio ácido, o que pode ser facultado pela água da chuva, naturalmente ácida devido à dissolução do  $\text{CO}_2$  atmosférico.

No entanto, quando a água da chuva se encontra poluída com ácidos fortes, muito corrosivos, como o ácido sulfúrico,  $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$ , e o ácido nítrico,  $\text{HNO}_3(\text{aq})$ , resultantes essencialmente das emissões para a atmosfera (e posteriores reacções) de dióxido de enxofre,  $\text{SO}_2$ , e de óxidos de azoto,  $\text{NO}_x$ , o seu teor em iões  $\text{H}^+$  é muitíssimo mais elevado. Este teor, sendo, em muitos casos, cerca de 100 vezes superior ao que ocorre habitualmente, favorece ainda mais a reacção de corrosão do ferro.

A corrosão metálica não se limita, evidentemente, ao ferro, existindo muitos outros metais que sofrem processos análogos de deterioração. A chuva ácida favorece muito a corrosão dos metais, constituindo, assim, um tipo de poluição de efeitos altamente adversos.

Raymond Chang, *Química*, 8.ª ed., McGraw-Hill, 2005 (adaptado)

1.1. Com base na informação apresentada no texto, indique a espécie redutora envolvida na reacção de corrosão do ferro.

1.2. Com base na informação apresentada no texto, seleccione a alternativa que completa correctamente a frase seguinte.

Quando o  $\text{CO}_2$  atmosférico se dissolve na água da chuva, à temperatura de 25 °C, ...

- (A) ... forma-se um ácido fraco, o ácido carbónico,  $\text{H}_2\text{CO}_3(\text{aq})$ , que confere à água da chuva um pH de cerca de 5,6.
- (B) ... forma-se um ácido forte, o ácido carbónico,  $\text{H}_2\text{CO}_3(\text{aq})$ , que confere à água da chuva um pH inferior a 5,6.
- (C) ... formam-se ácidos de força diferente, como o ácido carbónico,  $\text{H}_2\text{CO}_3(\text{aq})$ , e o ácido sulfúrico,  $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$ , que conferem à água da chuva um pH de cerca de 5,6.
- (D) ... formam-se apenas ácidos fortes, como o ácido sulfúrico,  $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$ , e o ácido nítrico,  $\text{HNO}_3(\text{aq})$ , que conferem à água da chuva um pH muito inferior a 5,6.

1.3. Considere uma amostra A de água da chuva, que apresenta um valor de pH igual a 5,6, à temperatura de 25 °C.

Selecione a alternativa que corresponde ao valor correcto de pH de uma amostra B de água da chuva, poluída, cuja concentração em iões  $H^+$  é 100 vezes maior do que a que existe na amostra A, à mesma temperatura.

(A) 2,0

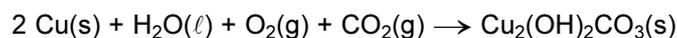
(B) 2,6

(C) 3,6

(D) 7,6

1.4. Além do ferro, também outros metais sofrem processos de corrosão. Quando exposto a uma atmosfera húmida, o cobre sofre corrosão, formando um depósito de carbonato básico de cobre,  $Cu_2(OH)_2CO_3$  ( $M = 221,13 \text{ g mol}^{-1}$ ), uma substância de cor esverdeada.

A reacção que ocorre pode ser traduzida pela seguinte equação química:



Um tacho de cobre, de massa igual a 360,0g, foi deixado ao ar, numa cozinha, durante um intervalo de tempo considerável. Ao fim desse intervalo de tempo, verificou-se a formação de um depósito de carbonato básico de cobre em toda a superfície metálica.

O depósito foi removido, seco e pesado, tendo-se determinado o valor de 12,7 g.

Calcule a percentagem, em massa, de cobre que sofreu corrosão.

Apresente todas as etapas de resolução.

2. O dióxido de enxofre,  $SO_2$ , conhecido por ser um gás poluente, tem uma faceta mais simpática e, certamente, menos conhecida: é usado na indústria alimentar, sob a designação de E220, como conservante de frutos e de vegetais, uma vez que preserva a cor natural destes.

2.1. O dióxido de enxofre é um composto cujas unidades estruturais são constituídas por átomos de enxofre, S, e de oxigénio, O.

Relativamente a estes átomos e tendo em conta a posição relativa dos respectivos elementos na Tabela Periódica, selecione a afirmação correcta.

(A) O conjunto de números quânticos (2, 1, 0,  $\frac{1}{2}$ ) pode caracterizar um dos electrões de valência de qualquer dos átomos, no estado de energia mínima.

(B) Os electrões de valência de ambos os átomos, no estado de energia mínima, distribuem-se pelo mesmo número de orbitais.

(C) Os electrões de valência de qualquer dos átomos, no estado de energia mínima, distribuem-se por orbitais com  $\ell = 1$  e com  $\ell = 2$ .

(D) As configurações electrónicas de ambos os átomos, no estado de energia mínima, diferem no número de electrões de valência.

**2.2.** O dióxido de enxofre,  $\text{SO}_2$ , e o oxigénio,  $\text{O}_2$ , são duas substâncias com propriedades químicas diferentes, sendo ambas gasosas nas condições ambientais de pressão e temperatura.

**2.2.1.** O gráfico da figura 1 traduz o modo como varia o volume,  $V$ , de uma amostra de um gás ideal com a quantidade de substância,  $n$ , a pressão e temperatura constantes.

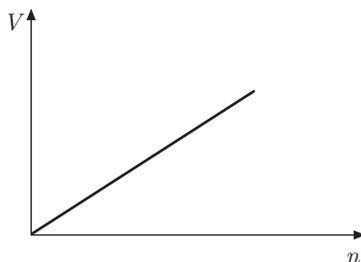


Fig. 1

Com base no gráfico, e admitindo que  $\text{SO}_2$  e  $\text{O}_2$  se comportam como gases ideais, seleccione a alternativa que completa correctamente a frase seguinte.

Em duas amostras gasosas, uma de  $\text{SO}_2$  e outra de  $\text{O}_2$ , nas mesmas condições de pressão e temperatura, se os gases tiverem...

- (A) ... volumes iguais, têm massas iguais.
- (B) ... volumes iguais, têm a mesma densidade.
- (C) ... o mesmo número de moléculas, têm volumes iguais.
- (D) ... o mesmo número de moléculas, têm a mesma densidade.

**2.2.2.** Calcule o número de moléculas de  $\text{SO}_2(\text{g})$  que existem numa amostra de  $50,0 \text{ cm}^3$  desse gás, em condições normais de pressão e temperatura (PTN).

Apresente todas as etapas de resolução.

**2.3.** O dióxido de enxofre reage com o oxigénio, de acordo com a seguinte equação química:



**2.3.1.** Considere que, à temperatura  $T$ , foram introduzidas, num recipiente com  $1,0 \text{ L}$  de capacidade,  $0,8 \text{ mol}$  de  $\text{SO}_2(\text{g})$ ,  $0,8 \text{ mol}$  de  $\text{O}_2(\text{g})$  e  $2,6 \text{ mol}$  de  $\text{SO}_3(\text{g})$ .

Seleccione a alternativa que contém os termos que devem substituir as letras (a) e (b), respectivamente, de modo a tornar verdadeira a afirmação seguinte.

Nas condições referidas, o quociente da reacção,  $Q_c$ , é igual a (a), o que permite concluir que o sistema se irá deslocar no sentido (b), até se atingir um estado de equilíbrio.

- (A) ... 13,2 ... inverso ...
- (B) ... 0,076 ... inverso ...
- (C) ... 0,076 ... directo ...
- (D) ... 13,2 ... directo ...

2.3.2. A figura 2 representa o modo como varia a percentagem de trióxido de enxofre,  $\text{SO}_3(\text{g})$ , formado, em equilíbrio, em função da temperatura, à pressão constante de 1 atm.

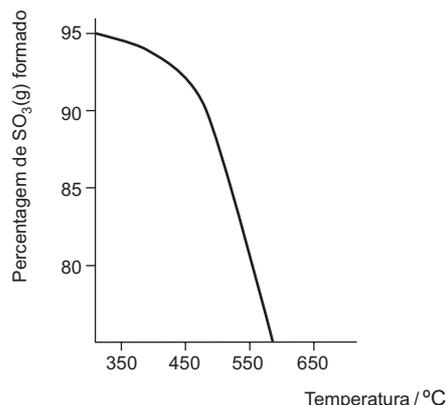


Fig. 2

Com base na variação observada no gráfico, justifique a seguinte afirmação.

A reacção é exotérmica no sentido directo.

3. Quando se estudam muitos dos movimentos que ocorrem perto da superfície terrestre, considera-se desprezável a resistência do ar. É o que acontece, por exemplo, no caso das torres de queda livre existentes em alguns parques de diversão.

Noutros casos, contudo, a resistência do ar não só não é desprezável, como tem uma importância fundamental no movimento.

3.1. A figura 3 representa uma torre de queda livre que dispõe de um elevador, E, onde os passageiros se sentam, firmemente amarrados. O elevador, inicialmente em repouso, cai livremente a partir da posição A, situada a uma altura  $h$  em relação ao solo, até à posição B. Quando atinge a posição B, passa também a ser actuado por uma força de travagem constante, chegando ao solo com velocidade nula. Considere desprezáveis a resistência do ar e todos os atritos entre a posição A e o solo.

3.1.1. Selecciona a alternativa que compara correctamente o valor da energia potencial gravítica do sistema *elevador / passageiros + Terra* na posição B,  $E_{pB}$ , com o valor da energia potencial gravítica desse sistema na posição A,  $E_{pA}$ .

(A)  $E_{pB} = \frac{1}{3} E_{pA}$

(B)  $E_{pB} = 3 E_{pA}$

(C)  $E_{pB} = \frac{3}{2} E_{pA}$

(D)  $E_{pB} = \frac{2}{3} E_{pA}$

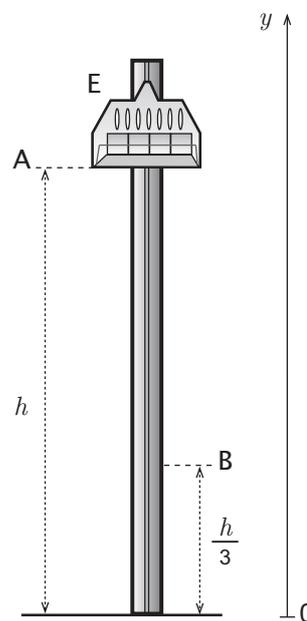
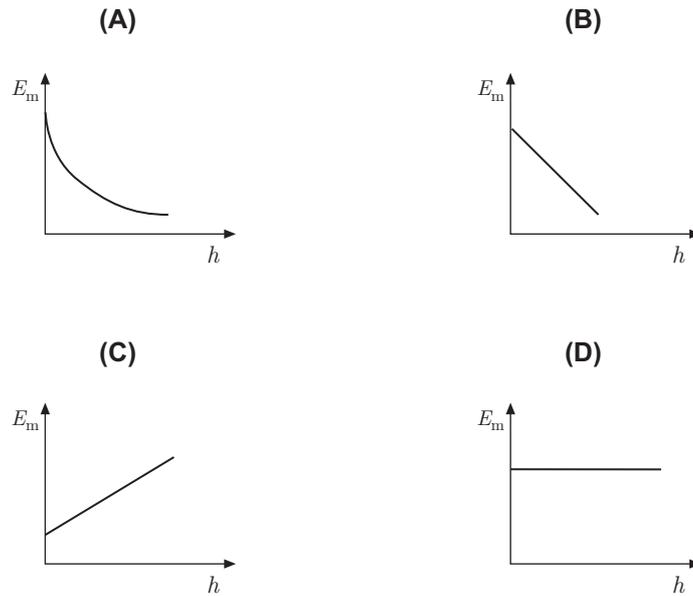


Fig. 3

**3.1.2.** Seleccione o gráfico que traduz a relação entre a energia mecânica,  $E_m$ , e a altura em relação ao solo,  $h$ , do conjunto *elevador / passageiros*, durante o seu movimento de queda entre as posições A e B.



**3.1.3.** Seleccione a alternativa que completa correctamente a frase seguinte.

O trabalho realizado pela força gravítica que actua no conjunto *elevador / passageiros*, durante o seu movimento de queda entre as posições A e B, é...

- (A) ... negativo e igual à variação da energia potencial gravítica do sistema *elevador / passageiros + Terra*.
- (B) ... positivo e igual à variação da energia potencial gravítica do sistema *elevador / passageiros + Terra*.
- (C) ... negativo e simétrico da variação da energia potencial gravítica do sistema *elevador / passageiros + Terra*.
- (D) ... positivo e simétrico da variação da energia potencial gravítica do sistema *elevador / passageiros + Terra*.

**3.1.4.** O elevador foi dimensionado de modo a atingir a posição B com velocidade de módulo igual a  $30,3 \text{ m s}^{-1}$ .

Calcule a distância a que o ponto B se encontra do solo, sabendo que o módulo da aceleração do elevador, entre essas posições, é igual a  $20 \text{ m s}^{-2}$ .

Considere o referencial de eixo vertical, com origem no solo, representado na figura 3, e recorra exclusivamente às equações que traduzem o movimento,  $y(t)$  e  $v(t)$ .

Apresente todas as etapas de resolução.

**3.2.** Um exemplo de movimento em que a resistência do ar não é desprezável é o movimento de queda de um pára-quedista.

O gráfico da figura 4 representa o módulo da velocidade de um pára-quedista, em queda vertical, em função do tempo. Considere que o movimento se inicia no instante  $t = 0\text{ s}$  e que o pára-quedas é aberto no instante  $t_2$ .

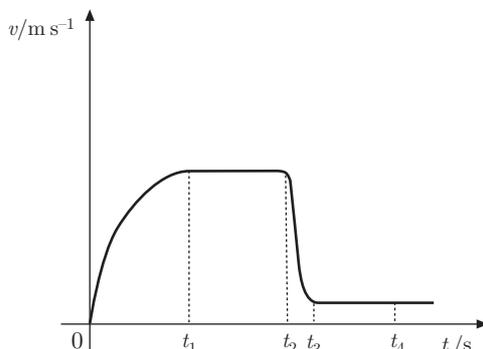


Fig. 4

Classifique como verdadeira (V) ou falsa (F) cada uma das afirmações seguintes.

- (A) No intervalo de tempo  $[0, t_1]$  s, o módulo da aceleração do pára-quedista é constante.
- (B) No intervalo de tempo  $[t_1, t_2]$  s, a resultante das forças que actuam no pára-quedista é nula.
- (C) No intervalo de tempo  $[t_2, t_3]$  s, o módulo da aceleração do pára-quedista é igual a  $10\text{ m s}^{-2}$ .
- (D) No intervalo de tempo  $[0, t_1]$  s, a intensidade da resistência do ar aumenta, desde zero até um valor igual ao do peso do conjunto *pára-quedista / pára-quedas*.
- (E) No intervalo de tempo  $[t_2, t_3]$  s, a resultante das forças que actuam no conjunto *pára-quedista / pára-quedas* tem sentido contrário ao do movimento do pára-quedista.
- (F) No intervalo de tempo  $[t_1, t_2]$  s, a energia cinética do conjunto *pára-quedista / pára-quedas* mantém-se constante.
- (G) No intervalo de tempo  $[0, t_1]$  s, há conservação da energia mecânica do sistema *pára-quedista / pára-quedas + Terra*.
- (H) No intervalo de tempo  $[t_3, t_4]$  s, o pára-quedista encontra-se parado.

4. As radiações electromagnéticas têm actualmente uma vasta gama de aplicações tecnológicas, que incluem sistemas de aquecimento, produção de energia eléctrica e telecomunicações.

4.1. Seleccione a alternativa que completa correctamente a frase seguinte.

Um painel fotovoltaico é um dispositivo que tem por objectivo produzir...

- (A) ... energia eléctrica a partir de radiação electromagnética.
- (B) ... calor a partir de energia eléctrica.
- (C) ... radiação electromagnética a partir de energia eléctrica.
- (D) ... calor a partir de radiação electromagnética.

4.2. A figura 5 representa duas garrafas de vidro, iguais, pintadas com o mesmo tipo de tinta, mas de cor diferente: a garrafa A foi pintada com tinta branca, enquanto a garrafa B foi pintada com tinta preta. As garrafas foram fechadas com uma rolha atravessada por um termómetro e colocadas ao Sol, numa posição semelhante, durante um mesmo intervalo de tempo.

Indique, justificando, em qual das garrafas se terá observado uma maior variação de temperatura, durante o referido intervalo de tempo.

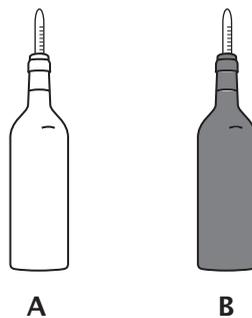


Fig. 5

4.3. O desenvolvimento das fibras ópticas, na segunda metade do século XX, revolucionou a tecnologia de transmissão de informação.

4.3.1. Uma fibra óptica é constituída por um filamento de vidro ou de um material polimérico (núcleo), coberto por um revestimento de índice de refração diferente. A luz incide numa extremidade da fibra, segundo um ângulo adequado, e é guiada ao longo desta, quase sem atenuação, até à outra extremidade.

Escreva um texto no qual faça referência aos seguintes tópicos:

- uma das propriedades do material do núcleo da fibra óptica, que permite que a luz seja guiada no seu interior, quase sem atenuação;
- o fenómeno em que se baseia a propagação da luz no interior da fibra óptica;
- as condições em que esse fenómeno ocorre.

**4.3.2.** Nas comunicações por fibras ópticas utiliza-se frequentemente luz *laser*.

A figura 6 representa um feixe de *laser*, muito fino, que se propaga no ar e incide na superfície de um vidro.

Tendo em conta a situação descrita, seleccione a alternativa correcta.

- (A) O ângulo de incidência é de  $30^\circ$ .
- (B) O ângulo de incidência é de  $55^\circ$ .
- (C) O ângulo de refração é de  $60^\circ$ .
- (D) O ângulo de refração é de  $35^\circ$ .

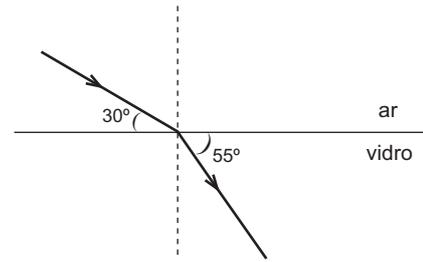


Fig. 6

**5.** O conhecimento de propriedades físicas, como a capacidade térmica mássica e a condutividade térmica, é fundamental quando se analisam situações que envolvem transferências de energia sob a forma de calor. Numa fábrica, pretende-se escolher um material adequado ao fabrico de um recipiente que, quando colocado sobre uma chama, permita aquecer, rapidamente, um líquido nele contido.

**5.1.** Tendo em conta a situação descrita, seleccione a alternativa que completa correctamente a frase seguinte.

Para fabricar esse recipiente, deve escolher-se um material que tenha...

- (A) ... elevada capacidade térmica mássica e elevada condutividade térmica.
- (B) ... elevada capacidade térmica mássica e baixa condutividade térmica.
- (C) ... baixa capacidade térmica mássica e elevada condutividade térmica.
- (D) ... baixa capacidade térmica mássica e baixa condutividade térmica.

**5.2.** Para escolher o material a utilizar, realizaram-se diversos ensaios, usando blocos de diversos materiais, de massa 1,30 kg, e uma fonte de aquecimento que fornecia, a cada um desses blocos,  $2,50 \times 10^3$  J em cada minuto.

O gráfico da figura 7 representa o modo como variou a temperatura de um desses blocos, em função do tempo de aquecimento.

Calcule a capacidade térmica mássica do material constituinte desse bloco.

Apresente todas as etapas de resolução.

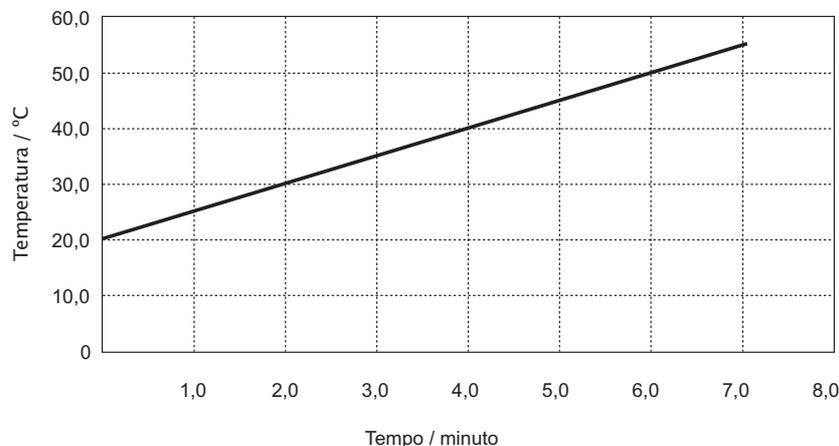


Fig. 7

6. A determinação experimental de algumas propriedades físicas permite identificar substâncias e avaliar o seu grau de pureza.

Com o objectivo de identificar a substância constituinte de um cubo maciço e homogéneo, um grupo de alunos fez:

- três medições da massa,  $m$ , do cubo, usando uma balança digital;
- três medições do comprimento,  $\ell$ , da aresta do cubo, usando uma craveira.

**Tabela 1**

	Massa / g
1. <sup>a</sup> medição	21,43
2. <sup>a</sup> medição	21,39
3. <sup>a</sup> medição	21,41

Os alunos registaram numa tabela (tabela 1) os valores de massa medidos com a balança.

A partir das três medições do comprimento da aresta do cubo, os alunos concluíram que o valor mais provável desse comprimento é  $\ell = 1,40$  cm.

6.1. Selecciona a alternativa que corresponde ao valor mais provável da massa do cubo.

- (A) 21,39 g
- (B) 21,40 g
- (C) 21,41 g
- (D) 21,42 g

6.2. Identifique, com base nos resultados experimentais obtidos pelos alunos, qual das substâncias indicadas na tabela 2, é provável que seja a que constitui o cubo.

Apresente todas as etapas de resolução.

**Tabela 2**

Substância	Densidade a 20 °C / g cm <sup>-3</sup>
magnésio	1,74
alumínio	2,70
ferro	7,87
cobre	8,93
chumbo	11,34
platina	21,45

6.3. Tendo em conta a experiência realizada pelos alunos, selecciona a alternativa que contém os termos que devem substituir as letras (a) e (b), respectivamente, de modo a tornar verdadeira a afirmação seguinte.

Os alunos fizeram uma determinação (a) da massa do cubo e uma determinação (b) do seu volume.

- (A) ... directa ... directa ...
- (B) ... directa ... indirecta ...
- (C) ... indirecta ... directa ...
- (D) ... indirecta ... indirecta ...

**FIM**

## COTAÇÕES

1.		
1.1.	.....	5 pontos
1.2.	.....	5 pontos
1.3.	.....	5 pontos
1.4.	.....	20 pontos
2.		
2.1.	.....	5 pontos
2.2.		
2.2.1.	.....	5 pontos
2.2.2.	.....	10 pontos
2.3.		
2.3.1.	.....	5 pontos
2.3.2.	.....	10 pontos
3.		
3.1.		
3.1.1.	.....	5 pontos
3.1.2.	.....	5 pontos
3.1.3.	.....	5 pontos
3.1.4.	.....	20 pontos
3.2.	.....	10 pontos
4.		
4.1.	.....	5 pontos
4.2.	.....	10 pontos
4.3.		
4.3.1.	.....	20 pontos
4.3.2.	.....	5 pontos
5.		
5.1.	.....	5 pontos
5.2.	.....	10 pontos
6.		
6.1.	.....	5 pontos
6.2.	.....	20 pontos
6.3.	.....	5 pontos
	<b>TOTAL</b> .....	<b>200 pontos</b>