

EXAME NACIONAL DO ENSINO SECUNDÁRIO
11.º Ano de Escolaridade (Decreto-Lei n.º 74/2004, de 26 de Março)

**Curso Científico-Humanístico
de Ciências e Tecnologias**

Duração da prova: 120 minutos
2006

2.ª FASE

PROVA ESCRITA DE FÍSICA E QUÍMICA – A

VERSÃO 1

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

A ausência dessa indicação implica a anulação de todos os itens de escolha múltipla e de verdadeiro/falso.

Identifique claramente os itens a que responde.

Utilize apenas caneta ou esferográfica de tinta azul ou preta (excepto nas respostas que impliquem a elaboração de construções, desenhos ou outras representações).

É interdito o uso de «esferográfica-lápis» e de corrector.

As cotações da prova encontram-se na página 16.

A prova inclui na página 3 uma Tabela de Constantes, nas páginas 3, 4 e 5 um Formulário e na página 6 uma Tabela Periódica.

Pode utilizar máquina de calcular gráfica.

Nos itens de escolha múltipla

- Indique, claramente, na sua folha de respostas, o NÚMERO do item e a LETRA da alternativa pela qual optou.
- É atribuída a cotação de zero pontos aos itens em que apresente:
 - mais do que uma opção (ainda que nelas esteja incluída a opção correcta);
 - o número e/ou a letra ilegíveis.
- Em caso de engano, este deve ser riscado e corrigido, à frente, de modo bem legível.

Nos itens de Verdadeiro/Falso, não transcreva as frases, registre apenas as letras **(A)**, **(B)**, **(C)**, etc. Escreva, na sua folha de respostas, um **V** para as afirmações que considerar Verdadeiras e um **F** para as afirmações que considerar Falsas.

Nos itens em que seja solicitada a escrita de um texto, a classificação das respostas contempla aspectos relativos aos conteúdos, à organização lógico-temática e à terminologia científica.

Nos itens em que seja solicitado o cálculo de uma grandeza, deverá apresentar todas as etapas de resolução.

Os dados imprescindíveis à resolução de alguns itens específicos são indicados no final do seu enunciado, nos gráficos, nas figuras ou nas tabelas que lhes estão anexas ou, ainda, na Tabela de Constantes e no Formulário.

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 da 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

- **Concentração de solução** $c = \frac{n}{V}$
 n – quantidade de substância (soluto)
 V – volume de solução

- **Quantidade de substância** $n = \frac{m}{M}$
 M – massa molar
 m – massa

- **Massa volúmica** $\rho = \frac{m}{V}$
 m – massa
 V – volume

- **Número de partículas** $N = n N_A$
 n – quantidade de substância
 N_A – constante de Avogadro

- **Volume molar de um gás** $V_m = \frac{V}{n}$
 V – volume do gás
 n – quantidade de substância do gás

- **Relação entre pH e a concentração de H_3O^+** $\text{pH} = -\log \{[\text{H}_3\text{O}^+] / \text{mol dm}^{-3}\}$

- **Conversão da temperatura**
(de grau Celsius para kelvin) $T / \text{K} = \theta / ^\circ\text{C} + 273,15$
(de grau Fahrenheit para grau Celsius) $\theta / ^\circ\text{C} = \frac{5}{9} (\theta / ^\circ\text{F} - 32)$
 T – temperatura absoluta
 θ – temperatura

- **Efeito fotoelétrico** $E_{\text{inc}} = W + E_{\text{cin}}$
 E_{inc} – energia da radiação incidente no metal
 W – energia para remover um electrão do metal
 E_{cin} – energia cinética do electrão removido

V.S.F.F.

715.V1/3

- Energia eléctrica fornecida por um gerador durante o intervalo de tempo Δt** $E = I U \Delta t$
 I – intensidade da corrente eléctrica no gerador
 U – diferença de potencial entre os terminais do gerador
- Comprimento de onda** $\lambda = \frac{v}{f}$
 f – frequência do movimento ondulatório
 v – módulo da velocidade de propagação da onda
- Lei de Stefan-Boltzmann** $P = e \sigma A T^4$
 P – potência total irradiada por um corpo
 e – emissividade do material de que é constituído o corpo
 σ – constante de Stefan-Boltzmann
 A – área da superfície do corpo
 T – temperatura absoluta do corpo
- 1.ª Lei da Termodinâmica** $\Delta U = W + Q + R$
 ΔU – variação da energia interna do sistema
 W – energia transferida para fora do sistema ou recebida do exterior como trabalho
 Q – energia transferida para fora do sistema ou recebida do exterior como calor
 R – energia transferida para fora do sistema ou recebida do exterior como radiação
- Trabalho de uma força constante, \vec{F} , cujo ponto de aplicação se desloca de uma distância, d , numa trajectória rectilínea que faz um ângulo α com a direcção da força** $W = F d \cos \alpha$
- Teorema da energia cinética** $\sum_i W_i = \Delta E_{\text{cin}}$
 $\sum_i W_i$ – soma dos trabalhos das forças que actuam num corpo, num determinado intervalo de tempo
 ΔE_{cin} – variação da energia cinética do corpo no mesmo intervalo de tempo
- Lei de acção e reacção** $\vec{F}_{A,B} = -\vec{F}_{B,A}$
 $\vec{F}_{A,B}$ – força exercida pelo corpo A no corpo B
 $\vec{F}_{B,A}$ – força exercida pelo corpo B no corpo A
- Módulo da força gravítica exercida pela massa pontual m_1 (m_2) na massa pontual m_2 (m_1)** $F_g = G \frac{m_1 m_2}{d^2}$
 G – constante da gravitação universal
 d – 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
- Força eléctrica exercida num corpo com carga eléctrica q , num ponto em que existe um campo eléctrico \vec{E}** $\vec{F} = q \vec{E}$
- Fluxo magnético que atravessa uma superfície de área A em que existe um campo magnético uniforme \vec{B}** $\Phi_m = BA \cos \theta$
 θ – ângulo entre a direcção do campo e a direcção perpendicular à superfície

- **Força electromotriz induzida numa espira metálica atravessada por um fluxo magnético Φ_m** $|\varepsilon_{il}| = \frac{|\Delta\Phi_m|}{\Delta t}$

- **Lei de Snell para a refração** $\frac{\sin i}{\sin r} = n_{21}$
 i – ângulo de incidência
 r – ângulo de refração
 n_{21} – razão dos índices de refração, respectivamente, do meio em que se dá a refração e do meio em que se dá a incidência

- **Equações do movimento unidimensional com aceleração constante**

$$v = v_0 + at$$

$$x = x_0 + v_0t + \frac{1}{2}at^2$$

$$v^2 = v_0^2 + 2a(x - x_0)$$

$$x = x_0 + \frac{1}{2}(v_0 + v)t$$

x – posição; v – velocidade;

a – aceleração; t – tempo

TABELA PERIÓDICA DOS ELEMENTOS

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	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 65,41	31 Ga 69,72	32 Ge 72,64	33 As 74,92	34 Se 78,96	35 Br 79,90	36 Kr 83,80		
19 K 39,10	20 Ca 40,08	37 Rb 85,47	38 Sr 87,62	39 Y 88,91	40 Zr 91,22	41 Nb 92,91	42 Mo 95,94	43 Tc 97,91	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										81 Tl 204,38	82 Pb 207,21	83 Bi 208,98	84 Po [208,98]	85 At [209,99]	86 Rn [222,02]				
87 Fr [223]	88 Ra [226]	89-103 Actínídeos										109 Mt [268]	110 Ds [271]	111 Rg [272]	112 Cn [285]	113 Nh [284]	114 Fl [289]	115 Mc [288]	116 Lv [293]	117 Ts [294]	118 Og [294]
57 La 138,91	58 Ce 140,12	59 Pr 140,91	60 Nd 144,24	61 Pm [145]	62 Sm 150,36	63 Eu 151,96	64 Gd 157,25	65 Tb 158,92	66 Dy 162,50	67 Ho 164,93	68 Er 167,26	69 Tm 168,93	70 Yb 173,04	71 Lu 174,98							
89 Ac [227]	90 Th 232,04	91 Pa 231,04	92 U 238,03	93 Np [237]	94 Pu [244]	95 Am [243]	96 Cm [247]	97 Bk [247]	98 Cf [251]	99 Es [252]	100 Fm [257]	101 Md [258]	102 No [259]	103 Lr [262]							

1. Leia atentamente o texto seguinte:

Há 10 ou 20 mil milhões de anos sucedeu o Big Bang, o acontecimento que deu origem ao nosso Universo. Toda a matéria e toda a energia que actualmente se encontram no Universo estavam concentradas, com densidade extremamente elevada (superior a $5 \times 10^{16} \text{ kg m}^{-3}$) – uma espécie de ovo cósmico, reminescente dos mitos da criação de muitas culturas – talvez num ponto matemático, sem quaisquer dimensões. Nessa titânica explosão cósmica o Universo iniciou uma expansão que nunca mais cessou. À medida que o espaço se estendia, a matéria e a energia do Universo expandiam-se com ele e arrefeciam rapidamente. A radiação da bola de fogo cósmica que, então como agora, enchia o Universo, varria o espectro electromagnético, desde os raios gama e os raios X à luz ultravioleta e, passando pelo arco-íris das cores do espectro visível, até às regiões de infravermelhos e das ondas de rádio.

O Universo estava cheio de radiação e de matéria, constituída inicialmente por hidrogénio e hélio, formados a partir das partículas elementares da densa bola de fogo primitiva. Dentro das galáxias nascentes havia nuvens muito mais pequenas, que simultaneamente sofriam o colapso gravitacional; as temperaturas interiores tornavam-se muito elevadas, iniciavam-se reacções termonucleares e apareceram as primeiras estrelas. As jovens estrelas quentes e maciças evoluíram rapidamente, gastando descuidadamente o seu capital de hidrogénio combustível, terminando em breve as suas vidas em brilhantes explosões – supernovas – devolvendo as cinzas termonucleares – hélio, carbono, oxigénio e elementos mais pesados – ao gás interestelar, para subsequentes gerações de estrelas.

O afastamento das galáxias é uma prova da ocorrência do Big Bang, mas não é a única. Uma prova independente deriva da radiação de microondas de fundo, detectada com absoluta uniformidade em todas as direcções do cosmos, com a intensidade que actualmente seria de esperar para a radiação, agora substancialmente arrefecida, do Big Bang.

In Carl Sagan, Cosmos, Gradiva, Lisboa, 2001 (adaptado)

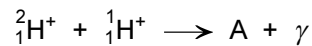
1.1. De acordo com o texto, seleccione a alternativa **CORRECTA**.

- (A) A densidade do Universo tem vindo a aumentar.
- (B) Os primeiros elementos que se formaram foram o hidrogénio e o hélio.
- (C) O Universo foi muito mais frio no passado.
- (D) O volume do Universo tem vindo a diminuir.

1.2. De acordo com o texto, seleccione, entre as alternativas apresentadas, a que corresponde a duas provas da existência do Big Bang.

- (A) A existência de buracos negros e a expansão do Universo.
- (B) A aglomeração das galáxias em enxames de galáxias e a diversidade de elementos químicos no Universo.
- (C) O desvio para o vermelho da radiação das galáxias e a libertação de radiação gama aquando da formação do deutério.
- (D) A expansão do Universo e a detecção de radiação cósmica de microondas.

- 1.3. Selecciona a alternativa que permite substituir correctamente a letra A, de forma que a seguinte equação traduza a fusão de um núcleo de deutério com um protão, com libertação de radiação gama.



- (A) ${}^4_2\text{He}^{2+}$
 (B) ${}^3_2\text{He}^+$
 (C) ${}^3_2\text{He}^{2+}$
 (D) ${}^4_2\text{He}^+$

- 1.4. As estrelas são muitas vezes classificadas pela sua cor. O gráfico da figura 1 representa a intensidade da radiação emitida por uma estrela, a determinada temperatura, em função do comprimento de onda da radiação emitida.

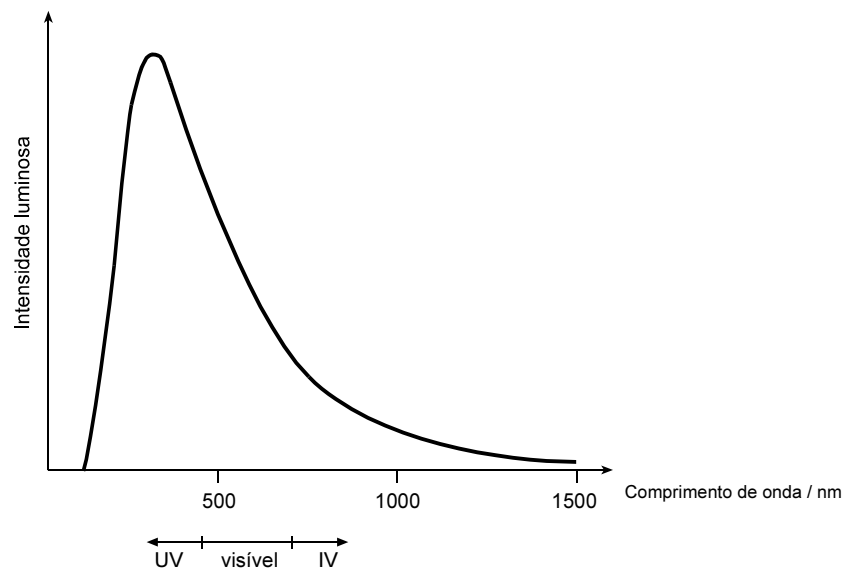


Fig. 1

- 1.4.1. Indique a cor da radiação visível emitida com maior intensidade pela estrela.
- 1.4.2. Selecciona a alternativa que permite calcular, no Sistema Internacional, a temperatura da estrela, para a qual é máxima a potência irradiada, sabendo que essa temperatura corresponde a um comprimento de onda de 290 nm e que $\lambda T = 2,898 \times 10^{-3} \text{ m K}$.

- (A) $T = \frac{2,898 \times 10^{-3}}{290} \text{ K}$
 (B) $T = \frac{2,898 \times 10^{-3}}{290 \times 10^{-9}} - 273,15 \text{ }^\circ\text{C}$
 (C) $T = \frac{2,898 \times 10^{-3}}{2,90 \times 10^{-7}} \text{ K}$
 (D) $T = \frac{2,90 \times 10^{-7}}{2,898 \times 10^{-3}} - 273,15 \text{ }^\circ\text{C}$

1.4.3. A radiação emitida por uma estrela também nos pode dar informação sobre a sua composição química.

Escreva um texto onde explique por que razão se pode concluir, por comparação do espectro solar com os espectros de emissão do hidrogénio e do hélio, que estes elementos estão presentes na atmosfera solar.

1.5. O efeito fotoelétrico consiste na remoção de electrões de um metal quando sobre ele incide uma radiação adequada.

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

- (A)** Para cada metal, o efeito fotoelétrico ocorre, seja qual for a radiação incidente, desde que se aumente suficientemente a intensidade desta radiação.
- (B)** Se uma radiação vermelha é capaz de remover electrões de um determinado metal, o mesmo acontecerá com uma radiação azul.
- (C)** A energia cinética dos electrões emitidos por uma chapa metálica na qual incide radiação depende não só da natureza do metal, mas também da radiação incidente.
- (D)** Existindo efeito fotoelétrico, dois feixes de radiação, um ultravioleta e o outro visível, com a mesma intensidade, ao incidirem sobre um determinado metal, ambos produzem a ejeção de electrões com a mesma velocidade.
- (E)** Existindo efeito fotoelétrico, os electrões mais fortemente atraídos pelos núcleos dos átomos do metal em que incide uma radiação são ejetados com menor velocidade.
- (F)** O número de electrões emitidos por uma chapa metálica na qual incide uma radiação depende da frequência dessa mesma radiação.
- (G)** O número de electrões emitidos por uma chapa metálica na qual incide uma radiação depende da intensidade dessa mesma radiação.
- (H)** Se um dado metal possui energia de remoção A , ao fazer incidir sobre ele uma radiação de energia $3A$, serão ejetados electrões com energia cinética A .

1.6. Os painéis fotovoltaicos são utilizados para produzir energia eléctrica a partir da energia solar. Suponha que a energia solar total incidente no solo durante um ano, na localidade onde vive, é $1,10 \times 10^{10} \text{ J m}^{-2}$.

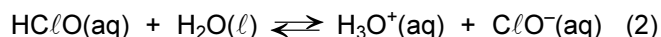
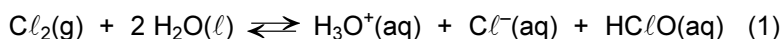
Calcule a área de painéis fotovoltaicos necessária para um gasto diário médio de electricidade de 21,0 kW h, se instalar na sua casa painéis com um rendimento de 25%.

Apresente todas as etapas de resolução.

2. No Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto, definem-se critérios e normas da qualidade da água, com a finalidade de a proteger, preservar e melhorar, em função das suas principais utilizações.

2.1. A desinfecção da água das piscinas é um dos procedimentos essenciais para que a qualidade da água esteja de acordo com os padrões aceitáveis estabelecidos pela lei.

Existem vários sistemas de desinfecção da água. Um deles recorre ao cloro em estado gasoso. Quando presente na água, o cloro gasoso reage de acordo com as seguintes equações químicas:



A experiência demonstra que, de entre as espécies químicas que contêm cloro, o HClO é o composto mais eficaz no processo de desinfecção. O valor do pH é um dos parâmetros a controlar para assegurar a eficácia do processo de desinfecção de uma água.

O gráfico da figura 2 relaciona a percentagem relativa de HClO e de ClO⁻ com o pH da água de uma piscina, à temperatura de 20 °C.

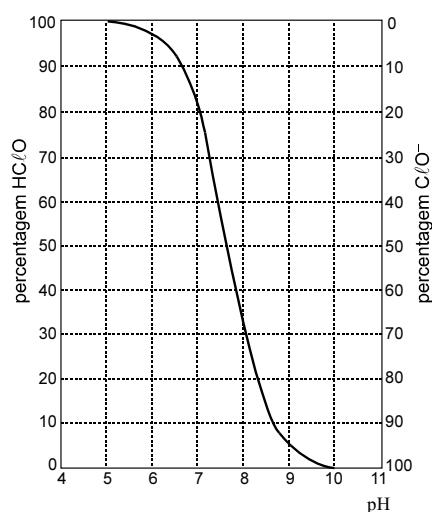
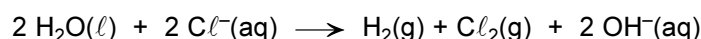


Fig. 2

2.1.1. Escreva um texto em que explique, com base na informação apresentada, o que se pode concluir sobre a eficácia do processo de desinfecção da água de uma piscina que apresenta um valor de pH igual a 9.

2.1.2. Um dos sistemas de desinfecção da água das piscinas baseia-se na electrólise de uma solução aquosa concentrada de cloreto de sódio (NaCl), para obtenção do Cl₂(g). Neste processo a reacção global traduz-se pela equação química:



Com base na informação apresentada, seleccione a alternativa **INCORRECTA**.

- (A) O número de oxidação do cloro na molécula Cl₂ é 0 (zero).
- (B) Nesta reacção, os iões Cl⁻ oxidam-se e, simultaneamente, as moléculas de H₂O reduzem-se.
- (C) Para esta reacção, os pares conjugados de oxidação-redução são: H₂O/H₂ e Cl₂/Cl⁻.
- (D) A reacção de oxidação pode traduzir-se pela equação:

$$2 \text{Cl}^-(\text{aq}) + 2 \text{e}^- \longrightarrow \text{Cl}_2(\text{g}).$$

2.2. No tratamento de certas águas destinadas ao consumo humano, é necessário adicionar-lhes sulfato de alumínio. O excesso de alumínio é precipitado sob a forma de hidróxido ($Al(OH)_3$). O Valor Máximo Recomendável (valor paramétrico) do ião alumínio de uma água para consumo humano é $1,85 \times 10^{-6} \text{ mol L}^{-1}$.

2.2.1. Seleccione a alternativa que permite calcular, em mg mL^{-1} , o Valor Máximo Recomendável do ião alumínio de uma água para consumo humano. Consulte a Tabela Periódica.

(A) $\frac{1,85 \times 10^{-6} \times 26,98 \times 10^3}{10^3} \text{ mg mL}^{-1}$

(B) $\frac{1,85 \times 10^{-6} \times 10^3}{26,98 \times 10^3} \text{ mg mL}^{-1}$

(C) $\frac{1,85 \times 10^{-6} \times 10^3 \times 10^3}{26,98} \text{ mg mL}^{-1}$

(D) $1,85 \times 10^{-6} \times 26,98 \times 10^3 \times 10^3 \text{ mg mL}^{-1}$

2.2.2. Uma amostra de 1,0 L de uma água sujeita ao tratamento referido contém $3,16 \times 10^{-6} \text{ mol}$ de iões H_3O^+ , à temperatura de $25 \text{ }^\circ\text{C}$.

Verifique, com base na informação apresentada, que esta água é adequada ao consumo humano.

Apresente todas as etapas de resolução.

$$K_s(Al(OH)_3) = 1,80 \times 10^{-33} \text{ (a } 25 \text{ }^\circ\text{C)}$$

3. Num laboratório de uma escola, três grupos de alunos (A, B e C) realizaram titulações ácido-base das soluções ácidas: $\text{HNO}_3(\text{aq})$ e $\text{HCl}(\text{aq})$. Os grupos usaram o mesmo titulante, de concentração c , uma solução aquosa de NaOH , tendo registado os seguintes resultados:

Grupos	pH do titulado no início da titulação	Volume de titulante gasto no ponto de equivalência / $\pm 0,05 \text{ cm}^3$
A	3	4,00
B	3	8,00
C	2	8,00

- 3.1. De acordo com a informação apresentada, seleccione a alternativa **CORRECTA**.

- (A) Os grupos A e C podem ter titulado soluções de concentrações iguais.
 (B) Os grupos A e B podem ter titulado soluções de concentrações diferentes.
 (C) Os grupos B e C titularam volumes iguais de soluções ácidas.
 (D) O grupo B tituló o dobro do volume de solução ácida titulado pelo grupo A.

$K_a(\text{HCl})$ muito elevado

$K_a(\text{HNO}_3)$ muito elevado

- 3.2. No laboratório dessa escola, existe uma lista de reagentes, material e equipamento disponíveis, a partir da qual outro grupo de alunos escolheu o que necessitou para realizar a titulação de uma solução aquosa de ácido clorídrico, HCl .

Lista de reagentes, material e equipamento:

Indicador ácido-base (azul de bromofenol – Zona de viragem: 2,8 – 4,6)	Pipeta graduada de 50,00 mL
Solução-padrão de NaOH $0,100 \text{ mol dm}^{-3}$	Condensador de Liebig
Espátula	Agitador magnético
Bureta de 25,00 mL	Gobelé
Termómetro	Balança
Pipeta volumétrica de 20,00 mL	Cronómetro
Vidro de relógio	Conjunto garra e noz
Pompete	Medidor de pH de bolso
Proveta de 20 mL	Suporte universal

De entre esta lista, o grupo começou por seleccionar a solução-padrão de NaOH $0,100 \text{ mol dm}^{-3}$ e o agitador magnético.

Indique os outros sete elementos da lista que o grupo teve de escolher para realizar, com a maior exactidão possível, a titulação de $20,00 \text{ cm}^3$ de solução aquosa ácida.

Se indicar mais do que sete elementos, a resposta terá a cotação de zero pontos.

4. Quando, nos anos 60 do século XX, os satélites geostacionários se tornaram uma realidade, foi possível utilizá-los para as comunicações a longa distância e outros fins, que têm vindo a modificar a forma como vivemos, trabalhamos e passamos os tempos livres.

4.1. Mencione **duas outras** utilizações claramente positivas do uso de satélites geostacionários.

4.2. Dois astronautas com massas diferentes encontram-se no interior de um satélite geostacionário, em repouso em relação às paredes do satélite.

Selecione a alternativa **CORRECTA**.

(A) As forças gravíticas que actuam nos dois astronautas, resultantes da interacção com a Terra, são nulas.

(B) As forças gravíticas que actuam nos dois astronautas, resultantes da interacção com a Terra, são diferentes de zero e iguais em módulo.

(C) Ambos os astronautas possuem aceleração nula, em relação a um sistema de referência com origem no centro da Terra.

(D) Os valores absolutos das acelerações dos astronautas, em relação a um sistema de referência com origem no centro da Terra, são iguais.

4.3. Selecione a alternativa que permite escrever uma afirmação **CORRECTA**.

A altitude de um satélite geostacionário terrestre depende...

(A) ... da massa do satélite.

(B) ... do módulo da velocidade linear do satélite.

(C) ... da massa da Terra.

(D) ... da velocidade de lançamento do satélite.

4.4. Um satélite geostacionário de massa $m = 5,0 \times 10^3$ kg encontra-se num ponto situado na vertical do equador, movendo-se com velocidade de módulo, v , a uma distância, r , do centro da Terra. O módulo da força centrípeta que actua no satélite é $F_c = m \frac{v^2}{r}$.

Calcule, apresentando todas as etapas de resolução:

4.4.1. o módulo da velocidade angular do satélite em relação ao centro da Terra.

4.4.2. o módulo da força gravítica que actua no satélite, devido à interacção com a Terra.

4.5. Antes da existência de satélites geostacionários, a observação da Terra era efectuada muitas vezes através da utilização da fotografia e outros meios, a partir de balões, dirigíveis ou aviões a altitudes muito inferiores às dos actuais satélites artificiais. Em alguns casos, as fotografias obtidas eram simplesmente lançadas em sacos para a Terra, onde eram recuperadas.

4.5.1. Um balão de observação, B, encontra-se sobre o mar (figura 3). Um feixe luminoso que, com origem no objecto submerso S, é detectado pelo observador, no balão, faz um ângulo $\alpha = 20,0^\circ$ com a normal quando atinge a superfície de separação da água com o ar. O índice de refração do ar é $n_{\text{ar}} = 1,0$, e o índice de refração da água é $n_{\text{água}} = 1,3$.

Seleccione o valor **CORRECTO** do ângulo β da figura 3.

- (A) $30,5^\circ$
- (B) $26,4^\circ$
- (C) $22,1^\circ$
- (D) $20,0^\circ$

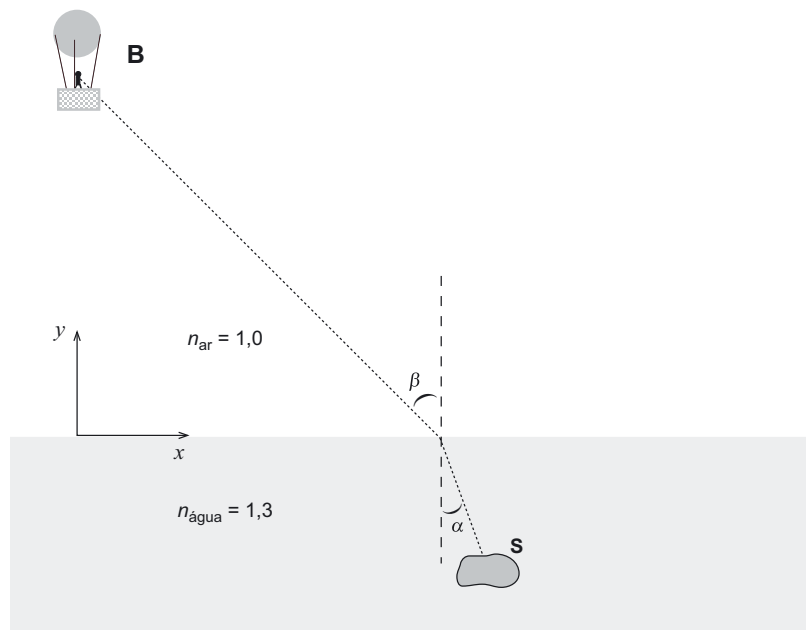


Fig. 3

- 4.5.2. Suponha que um balão de observação está em repouso, a uma altitude de 50 m acima do mar. Uma pessoa no interior da barquinha do balão lança um objecto, na horizontal, com velocidade inicial de módulo $v_0 = 20,0 \text{ m s}^{-1}$.

Calcule o módulo da velocidade do objecto quando este atinge a superfície da água.

Despreze a resistência do ar.

Apresente todas as etapas de resolução.

- 4.5.3. Um objecto é lançado de um balão de observação para o mar.

Selecione a afirmação **CORRECTA**.

- (A) A energia cinética do objecto ao atingir o mar é a mesma, quer se despreze, ou não, a resistência do ar.
- (B) A energia mecânica do sistema *objecto* + *Terra*, no instante em que o objecto atinge o mar, é maior quando se despreza a resistência do ar do que quando não se despreza essa resistência.
- (C) A energia potencial do sistema *objecto* + *Terra*, no instante em que o objecto atinge o mar, é menor quando se despreza a resistência do ar do que quando não se despreza essa resistência.
- (D) A energia mecânica do sistema *objecto* + *Terra*, no instante em que o objecto atinge o mar, é a mesma, quer se despreze, ou não, a resistência do ar.

FIM

COTAÇÕES

1.		
1.1.	.....	7 pontos
1.2.	.....	7 pontos
1.3.	.....	7 pontos
1.4.		
1.4.1.	.....	6 pontos
1.4.2.	.....	7 pontos
1.4.3.	.....	14 pontos
1.5.	.....	8 pontos
1.6.	.....	15 pontos
2.		
2.1.		
2.1.1.	.....	12 pontos
2.1.2.	.....	7 pontos
2.2.		
2.2.1.	.....	7 pontos
2.2.2.	.....	15 pontos
3.		
3.1.	.....	7 pontos
3.2.	.....	8 pontos
4.		
4.1.	.....	10 pontos
4.2.	.....	7 pontos
4.3.	.....	7 pontos
4.4.		
4.4.1.	.....	8 pontos
4.4.2.	.....	12 pontos
4.5.		
4.5.1.	.....	7 pontos
4.5.2.	.....	15 pontos
4.5.3.	.....	7 pontos
TOTAL		200 pontos

EXAME NACIONAL DO ENSINO SECUNDÁRIO
11.º Ano de Escolaridade (Decreto-Lei n.º 74/2004, de 26 de Março)

**Curso Científico-Humanístico
de Ciências e Tecnologias**

Duração da prova: 120 minutos
2006

2.ª FASE

PROVA ESCRITA DE FÍSICA E QUÍMICA – A

COTAÇÕES

1.		
1.1.	.....	7 pontos
1.2.	.....	7 pontos
1.3.	.....	7 pontos
1.4.		
1.4.1.	.....	6 pontos
1.4.2.	.....	7 pontos
1.4.3.	.....	14 pontos
1.5.	.....	8 pontos
1.6.	.....	15 pontos
2.		
2.1.		
2.1.1.	.....	12 pontos
2.1.2.	.....	7 pontos
2.2.		
2.2.1.	.....	7 pontos
2.2.2.	.....	15 pontos
3.		
3.1.	.....	7 pontos
3.2.	.....	8 pontos
4.		
4.1.	.....	10 pontos
4.2.	.....	7 pontos
4.3.	.....	7 pontos
4.4.		
4.4.1.	.....	8 pontos
4.4.2.	.....	12 pontos
4.5.		
4.5.1.	.....	7 pontos
4.5.2.	.....	15 pontos
4.5.3.	.....	7 pontos
TOTAL		200 pontos

V.S.F.F.

715/C/1

CRITÉRIOS GERAIS DE CLASSIFICAÇÃO

- As classificações a atribuir a cada item são obrigatoriamente:
 - um número inteiro de pontos;
 - um dos valores apresentados nos respectivos critérios específicos de classificação.
- Todas as respostas dadas pelo examinando deverão estar legíveis e devidamente referenciadas, de forma que permitam a sua identificação inequívoca. Caso contrário, será atribuída a cotação de **zero (0) pontos** à(s) resposta(s) em causa.
- Se o examinando responder ao mesmo item mais do que uma vez, deverá ter eliminado, clara e inequivocamente, a(s) resposta(s) que considerou incorrecta(s). No caso de tal não ter acontecido, será cotada a resposta que surge em primeiro lugar.
- Os cenários de metodologia de resposta apresentados para alguns itens abertos podem não esgotar todas as hipóteses de resposta. Deve ser atribuído um nível de desempenho equivalente se, em alternativa, o examinando apresentar uma outra metodologia de resolução igualmente correcta.
- Nos itens de escolha múltipla, se o examinando assinalar mais do que uma opção, deve ser atribuída a cotação de **zero pontos** a esse item.
- Nos itens de verdadeiro/falso, são apresentadas nos critérios específicos as descrições dos níveis de desempenho, a que correspondem cotações fixas.
- Nos itens fechados de resposta curta, são apresentadas nos critérios específicos as descrições dos níveis de desempenho, a que correspondem cotações fixas.
- Se a resolução de um item envolve cálculos com grandezas vectoriais, o examinando poderá trabalhar apenas com valores algébricos e, no final, fazer a caracterização vectorial das grandezas pedidas.
- Se a resolução de um item que envolve cálculos apresentar erro exclusivamente imputável à **resolução numérica** ocorrida num item anterior, ao item será atribuída a cotação total.
- Na escrita de qualquer equação química, **quando esta tenha sido solicitada**, será atribuída a cotação de **zero pontos** se alguma das espécies químicas intervenientes estiver incorrectamente escrita, se estiver incorrecta em função da reacção química em causa ou se a equação não estiver estequiométrica e electricamente acertada.
- Nos itens abertos **em que é solicitada a escrita de um texto**, os critérios de classificação estão organizados por níveis de desempenho, a que correspondem cotações fixas.
O enquadramento das respostas num determinado nível de desempenho contempla aspectos relativos aos conteúdos, à organização lógico-temática e à utilização de terminologia científica. A descrição dos níveis referentes à organização lógico-temática e à terminologia científica é a seguinte:

Nível 3	Composição coerente no plano lógico-temático (encadeamento lógico do discurso, de acordo com o solicitado no item). Utiliza a terminologia científica adequada / correcta.
Nível 2	Composição coerente no plano lógico-temático (encadeamento lógico do discurso, de acordo com o solicitado no item, podendo apresentar elementos irrelevantes). Utiliza ocasionalmente terminologia científica não adequada e/ou com incorrecções.
Nível 1	Composição com falhas no plano lógico-temático, mesmo que com correcta utilização de terminologia científica.

- Nos itens abertos **em que é solicitado o cálculo de uma grandeza**, os critérios de classificação estão organizados por níveis de desempenho, a que correspondem cotações fixas.

O enquadramento das respostas num determinado nível de desempenho contempla aspectos relativos à metodologia de resolução e à existência, ou não, de erros de tipo 1(*) ou de tipo 2(**).

A descrição dos níveis de desempenho é a seguinte:

Nível 4	Metodologia de resolução correcta. Ausência de erros. Resultado final correcto.	Cotação total
Nível 3	Metodologia de resolução correcta. Resultado final incorrecto, resultante apenas de erros de tipo 1, qualquer que seja o seu número.	
Nível 2	Metodologia de resolução correcta. Resultado final incorrecto, resultante de um único erro de tipo 2, qualquer que seja o número de erros de tipo 1.	
Nível 1	Metodologia de resolução correcta. Resultado final incorrecto, resultante de mais do que um erro de tipo 2, qualquer que seja o número de erros de tipo 1. ou Metodologia de resolução parcialmente correcta, isto é, apresentação correcta de, pelo menos, uma das etapas de resolução consideradas como mínimas.	

Se a resposta apresentar ausência de metodologia de resolução ou metodologia de resolução incorrecta, ainda que com um resultado final correcto, a cotação a atribuir será zero pontos.

(*) Erros de tipo 1 – erros de cálculo numérico, transcrição incorrecta de dados, conversão incorrecta de unidades ou ausência de unidades/unidades incorrectas no resultado final.

(**) Erros de tipo 2 – erros de cálculo analítico, erros na utilização de fórmulas e outros erros que não possam ser incluídos no tipo 1.

- Se, nos itens abertos **em que é solicitado o cálculo de uma grandeza**, o examinando apresentar apenas o resultado final, mesmo que correcto, terá a cotação de **zero (0) pontos**.

CRITÉRIOS ESPECÍFICOS DE CLASSIFICAÇÃO

- 1.1. Versão 1 – (B); Versão 2 – (C) 7 pontos
- 1.2. Versão 1 – (D); Versão 2 – (B) 7 pontos
- 1.3. Versão 1 – (C); Versão 2 – (C) 7 pontos
- 1.4.1. Violeta 6 pontos
- 1.4.2. Versão 1 – (C); Versão 2 – (A) 7 pontos
- 1.4.3. 14 pontos

A composição deve contemplar os seguintes tópicos:

- No espectro solar, existem riscas negras que se devem à absorção de radiação por átomos existentes na atmosfera do Sol.
- Como algumas dessas riscas coincidem com as riscas dos espectros de emissão dos elementos referidos, podemos concluir que esses elementos estão presentes na atmosfera solar.

A classificação deste item utiliza os níveis de desempenho registados nos critérios gerais, apresentados de acordo com os tópicos descritos.

Forma Conteúdo	Nível 3	Nível 2	Nível 1
A composição contempla os dois tópicos.	14 pontos	13 pontos	12 pontos

Se o examinando referir apenas 1 tópico:

- atribuir a cotação de 7 pontos se este estiver correcto;
- atribuir a cotação de 6 pontos se for utilizada ocasionalmente uma terminologia científica não adequada e/ou com incorrecções.

- 1.5. Versão 1 – Verdadeiras: (B), (C), (E), (G); Falsas: (A), (D), (F), (H) 8 pontos
 Versão 2 – Verdadeiras: (A), (C), (E), (H); Falsas: (B), (D), (F), (G)

A classificação deste item deve ser efectuada de acordo com a tabela seguinte.

N.º de afirmações assinaladas correctamente	Cotação a atribuir
7 ou 8	8 pontos
5 ou 6	6 pontos
3 ou 4	3 pontos
0 ou 1 ou 2	0 pontos

1.6. 15 pontos

Uma metodologia de resolução deve apresentar, no mínimo, as seguintes etapas de resolução para ser considerada correcta:

- Calcula a energia eléctrica necessária por ano ($E_{nec} = 2,76 \times 10^{10}$ J)
- Calcula a energia fornecida por ano e por m^2 ($E_{for} = 2,75 \times 10^9$ J)
- Calcula a área de painéis necessária ($A = 10,0$ m^2)
ou
- Calcula a energia eléctrica necessária por ano ($E_{nec} = 2,76 \times 10^{10}$ J)
- Calcula a energia solar necessária por ano ($E_{solar} = 1,1 \times 10^{11}$ J)
- Calcula a área de painéis necessária ($A = 10,0$ m^2)

Nível 4	Metodologia de resolução correcta. Ausência de erros. Resultado final correcto.	15 pontos
Nível 3	Metodologia de resolução correcta. Resultado final incorrecto, resultante apenas de erros de tipo 1, qualquer que seja o seu número.	12 pontos
Nível 2	Metodologia de resolução correcta. Resultado final incorrecto, resultante de um único erro de tipo 2, qualquer que seja o número de erros de tipo 1.	9 pontos
Nível 1	Metodologia de resolução correcta. Resultado final incorrecto, resultante de mais do que um erro de tipo 2, qualquer que seja o número de erros de tipo 1. ou Metodologia de resolução parcialmente correcta, isto é, apresentação correcta de, pelo menos, uma das etapas de resolução consideradas como mínimas.	3 pontos

Se a resposta apresentar ausência de metodologia de resolução ou metodologia de resolução incorrecta, ainda que com um resultado final correcto, a cotação a atribuir será zero pontos.

Erros de tipo 1 – erros de cálculo numérico, transcrição incorrecta de dados, conversão incorrecta de unidades ou ausência de unidades/unidades incorrectas no resultado final.

Erros de tipo 2 – erros de cálculo analítico, erros na utilização de fórmulas e outros erros que não possam ser incluídos no tipo 1.

2.1.1. 12 pontos

A composição deve contemplar os seguintes tópicos:

- A partir da análise do gráfico, verifica-se que, quando o pH da água é 9, a percentagem de HClO é muito baixa.
- Sendo o composto HClO o mais eficaz no processo de desinfecção, pode concluir-se que, nestas condições, não ocorreria a desinfecção da água da piscina.

A classificação deste item utiliza os níveis de desempenho registados nos critérios gerais, apresentados de acordo com os tópicos descritos.

Forma \ Conteúdo	Nível 3	Nível 2	Nível 1
A composição contempla dois tópicos.	12 pontos	11 pontos	10 pontos

Se o examinando referir apenas 1 tópico:

- atribuir a cotação de 6 pontos se este estiver correcto;
- atribuir a cotação de 5 pontos se for utilizada ocasionalmente uma terminologia científica não adequada e/ou com incorrecções.

2.1.2. Versão 1 – (D); Versão 2 – (A) 7 pontos

2.2.1. Versão 1 – (A); Versão 2 – (B) 7 pontos

2.2.2. 15 pontos

Uma metodologia de resolução deve apresentar, no mínimo, as seguintes etapas de resolução para ser considerada correcta:

- Utilizando a expressão do produto iónico da água e identificando $[\text{H}_3\text{O}^+] = 3,16 \times 10^{-6} \text{ mol L}^{-1}$, calcula $[\text{OH}^-]$ ($[\text{OH}^-] = 3,16 \times 10^{-9} \text{ mol L}^{-1}$).
- Utilizando a expressão do produto de solubilidade do hidróxido de alumínio, calcula $[\text{Al}^{3+}]$ ($[\text{Al}^{3+}] = 5,68 \times 10^{-8} \text{ mol L}^{-1}$).
- Comparando $[\text{Al}^{3+}]$ da água referida com o VMR do ião alumínio, verifica que a água é adequada ao consumo humano.

Nível 4	Metodologia de resolução correcta. Ausência de erros. Resultado final correcto.	15 pontos
Nível 3	Metodologia de resolução correcta. Resultado final incorrecto, resultante apenas de erros de tipo 1, qualquer que seja o seu número.	12 pontos
Nível 2	Metodologia de resolução correcta. Resultado final incorrecto, resultante de um único erro de tipo 2, qualquer que seja o número de erros de tipo 1.	9 pontos
Nível 1	Metodologia de resolução correcta. Resultado final incorrecto, resultante de mais do que um erro de tipo 2, qualquer que seja o número de erros de tipo 1. ou Metodologia de resolução parcialmente correcta, isto é, apresentação correcta de, pelo menos, uma das etapas de resolução consideradas como mínimas.	3 pontos

Se a resposta apresentar ausência de metodologia de resolução ou metodologia de resolução incorrecta, ainda que com um resultado final correcto, a cotação a atribuir será zero pontos.

Erros de tipo 1 – erros de cálculo numérico, transcrição incorrecta de dados, conversão incorrecta de unidades ou ausência de unidades/unidades incorrectas no resultado final.

Erros de tipo 2 – erros de cálculo analítico, erros na utilização de fórmulas e outros erros que não possam ser incluídos no tipo 1.

3.1. Versão 1 – (D); Versão 2 – (C) 7 pontos

3.2. 8 pontos

Elementos correctos: bureta de 25,00 mL; pipeta volumétrica de 20,00 mL; pompete; gobelé; conjunto garra e noz; medidor de pH de bolso e suporte universal.

A classificação deste item utiliza os níveis de desempenho descritos na tabela seguinte.

Nível 3	Indica apenas os 7 elementos correctos da lista.	8 pontos
Nível 2	Indica apenas 6 elementos correctos da lista.	7 pontos
Nível 1	Indica correctamente 6 elementos da lista e um incorrecto. ou Indica apenas 5 elementos correctos da lista.	3 pontos

Se o examinando seleccionar mais do que sete elementos, atribuir à resposta a cotação de zero pontos.

V.S.F.F.

715/C/7

4.1. 10 pontos

Exemplos de utilizações positivas:

- previsão meteorológica;
- cartografia;
- vigilância de incêndios;
- estudos de ambiente.

Nota: Se o examinando apresentar mais de dois exemplos, devem ser considerados apenas os dois primeiros.

Apresenta dois exemplos correctos.	10 pontos
Apresenta, apenas, um exemplo correcto ou um exemplo correcto e outro incorrecto.	5 pontos

4.2. Versão 1 – (D); Versão 2 – (D) 7 pontos

4.3. Versão 1 – (C); Versão 2 – (C) 7 pontos

4.4.1. 8 pontos

Uma metodologia de resolução deve apresentar, no mínimo, as seguintes etapas de resolução, para ser considerada correcta.

- Identifica o período do movimento do satélite com o de um dia terrestre.
- Utiliza a expressão $\omega = \frac{2\pi}{T}$, para obter ω ($\omega = 7,27 \times 10^{-5} \text{ rad s}^{-1}$).

Nível 4	Metodologia de resolução correcta. Ausência de erros. Resultado final correcto.	8 pontos
Nível 3	Metodologia de resolução correcta. Resultado final incorrecto, resultante apenas de erros de tipo 1, qualquer que seja o seu número.	6 pontos
Nível 2	Metodologia de resolução correcta. Resultado final incorrecto, resultante de um único erro de tipo 2, qualquer que seja o número de erros de tipo 1.	5 pontos
Nível 1	Metodologia de resolução correcta. Resultado final incorrecto, resultante de mais do que um erro de tipo 2, qualquer que seja o número de erros de tipo 1. ou Metodologia de resolução parcialmente correcta, isto é, apresentação correcta de, pelo menos, uma das etapas de resolução consideradas como mínimas.	2 pontos

Se a resposta apresentar ausência de metodologia de resolução ou metodologia de resolução incorrecta, ainda que com um resultado final correcto, a cotação a atribuir será zero pontos.

Erros de tipo 1 – erros de cálculo numérico, transcrição incorrecta de dados, conversão incorrecta de unidades ou ausência de unidades/unidades incorrectas no resultado final.

Erros de tipo 2 – erros de cálculo analítico, erros na utilização de fórmulas e outros erros que não possam ser incluídos no tipo 1.

4.4.2. 12 pontos

Uma metodologia de resolução deve apresentar, no mínimo, as seguintes etapas de resolução, para ser considerada correcta:

- Identifica o período do movimento do satélite com o de um dia terrestre.
- Relaciona o módulo da velocidade linear do satélite com a distância r deste ao centro da Terra e o período T do movimento.
- Calcula a distância r do satélite ao centro da Terra, igualando a expressão da aceleração gravítica de um corpo a essa distância do centro da Terra à expressão do módulo da aceleração radial do corpo, num movimento circular com raio r .
- Utilizando $F = GmM/r^2$ ou $F = 4\pi^2 r m / T^2$, obtém o módulo da força gravítica ($F = 1,1 \times 10^3$ N).

Nível 4	Metodologia de resolução correcta. Ausência de erros. Resultado final correcto.	12 pontos
Nível 3	Metodologia de resolução correcta. Resultado final incorrecto, resultante apenas de erros de tipo 1, qualquer que seja o seu número.	10 pontos
Nível 2	Metodologia de resolução correcta. Resultado final incorrecto, resultante de um único erro de tipo 2, qualquer que seja o número de erros de tipo 1.	7 pontos
Nível 1	Metodologia de resolução correcta. Resultado final incorrecto, resultante de mais do que um erro de tipo 2, qualquer que seja o número de erros de tipo 1. ou Metodologia de resolução parcialmente correcta, isto é, apresentação correcta de, pelo menos, uma das etapas de resolução consideradas como mínimas.	3 pontos

Se a resposta apresentar ausência de metodologia de resolução ou metodologia de resolução incorrecta, ainda que com um resultado final correcto, a cotação a atribuir será zero pontos.

Erros de tipo 1 – erros de cálculo numérico, transcrição incorrecta de dados, conversão incorrecta de unidades ou ausência de unidades/unidades incorrectas no resultado final.

Erros de tipo 2 – erros de cálculo analítico, erros na utilização de fórmulas e outros erros que não possam ser incluídos no tipo 1.

4.5.1. Versão 1 – (B); Versão 2 – (C) 7 pontos

V.S.F.F.

715/C/9

4.5.2. 15 pontos

Uma metodologia de resolução deve apresentar, no mínimo, as seguintes etapas de resolução, para ser considerada correcta.

- Utiliza a expressão da conservação da energia mecânica durante o movimento do objecto para obter $\frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 = mgh$ e obtém v ($v = 3,7 \times 10 \text{ m s}^{-1}$).
ou
- Utiliza a expressão $h = \frac{1}{2}gt^2$, para obter t ($t = 3,16 \text{ s}$).
- Utiliza a expressão $v_y = gt$, para calcular a componente vertical da velocidade do objecto ao atingir a água.
- Utiliza a expressão $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$ e obtém v ($v = 3,7 \times 10 \text{ m s}^{-1}$).

Nível 4	Metodologia de resolução correcta. Ausência de erros. Resultado final correcto.	15 pontos
Nível 3	Metodologia de resolução correcta. Resultado final incorrecto, resultante apenas de erros de tipo 1, qualquer que seja o seu número.	12 pontos
Nível 2	Metodologia de resolução correcta. Resultado final incorrecto, resultante de um único erro de tipo 2, qualquer que seja o número de erros de tipo 1.	9 pontos
Nível 1	Metodologia de resolução correcta. Resultado final incorrecto, resultante de mais do que um erro de tipo 2, qualquer que seja o número de erros de tipo 1. ou Metodologia de resolução parcialmente correcta, isto é, apresentação correcta de, pelo menos, uma das etapas de resolução consideradas como mínimas.	3 pontos

Se a resposta apresentar ausência de metodologia de resolução ou metodologia de resolução incorrecta, ainda que com um resultado final correcto, a cotação a atribuir será zero pontos.

Erros de tipo 1 – erros de cálculo numérico, transcrição incorrecta de dados, conversão incorrecta de unidades ou ausência de unidades/unidades incorrectas no resultado final.

Erros de tipo 2 – erros de cálculo analítico, erros na utilização de fórmulas e outros erros que não possam ser incluídos no tipo 1.

4.5.3. Versão 1 – (B); Versão 2 – (B) 7 pontos

