

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.

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.

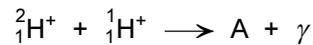
1.2. De acordo com o texto, seleccione, entre as alternativas apresentadas, a que corresponde a duas provas da existência do Big Bang.

- (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.

V.S.F.F.

715.V1/7

- 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.

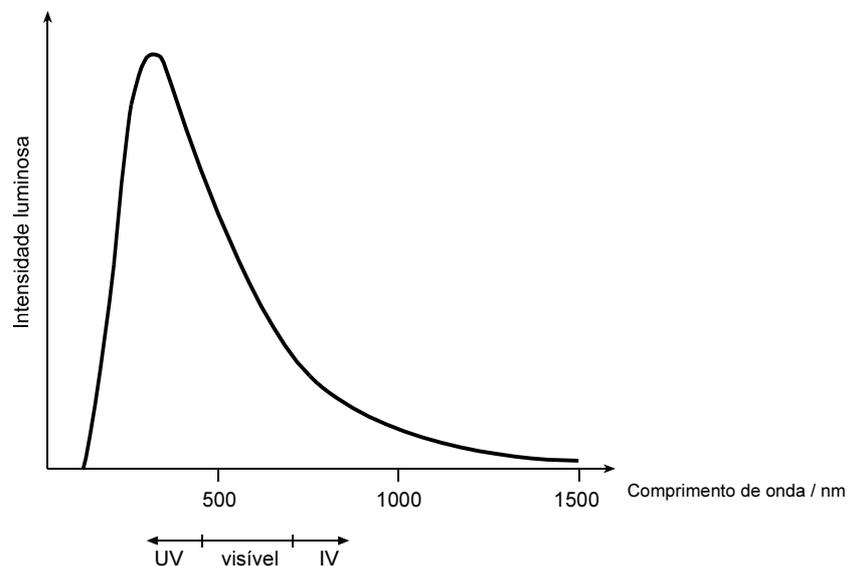


Fig. 1

- 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 fotoeléctrico 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 fotoeléctrico 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 fotoeléctrico, 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 fotoeléctrico, os electrões mais fortemente atraídos pelos núcleos dos átomos do metal em que incide uma radiação são ejectados 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 ejectados 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 $1,10 \times 10^{10} \text{ J m}^{-2}$.

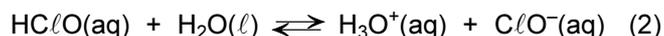
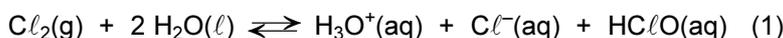
Calcule a área de painéis fotovoltaicos necessária para um gasto diário médio de electricidade de 21,0 kW h, se instalar na sua casa painéis com um rendimento de 25%.

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.

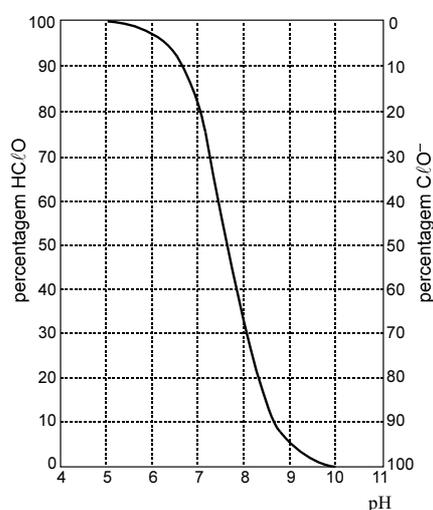
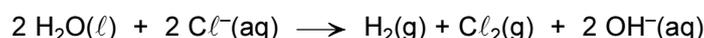


Fig. 2

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) $20,0^\circ$

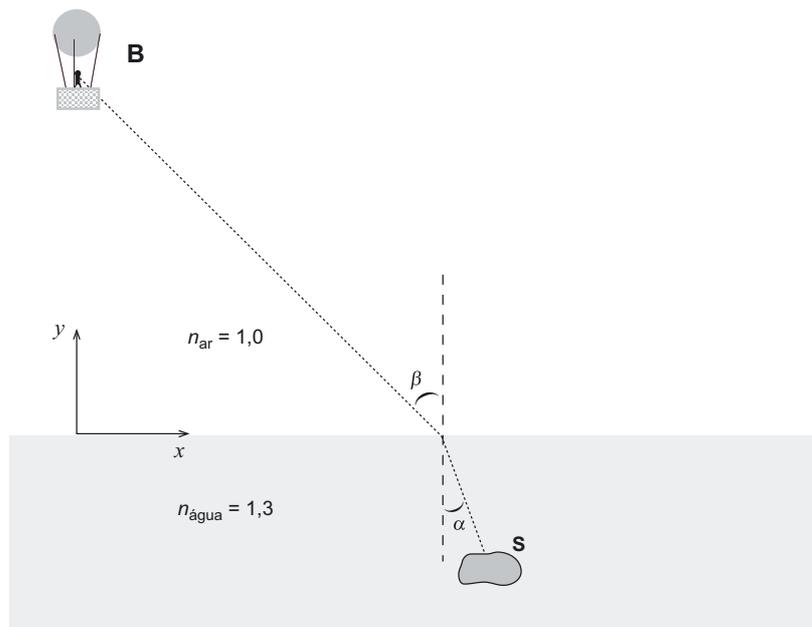


Fig. 3

- 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.

Seleccione 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