

EXAME NACIONAL DO ENSINO SECUNDÁRIO

12.º Ano de Escolaridade

(Decreto-Lei n.º 286/89, de 29 de Agosto)

Programa novo implementado em 2005/2006

Duração da prova: 120 minutos
2007

1.ª FASE

PROVA ESCRITA DE QUÍMICA

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.

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 15.

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

Pode utilizar máquina de calcular gráfica.

Nos itens de escolha múltipla,

- SELECCIONE a alternativa CORRECTA.
- Indique, claramente, na sua folha de respostas, o NÚMERO do item e a LETRA da alternativa pela qual optou.
- É atribuída a classificação 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 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 que envolvem a resolução de exercícios numéricos, 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

Constante de Avogadro	$N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Constante de Planck	$h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J s}$
Constante dos gases	$R = 0,082 \text{ atm dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ $R = 8,31 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$
Velocidade de propagação da luz no vácuo	$c = 3,00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$

FORMULÁRIO

- **Quantidade de substância** $n = \frac{m}{M}$
 m – massa
 M – massa molar
- **Número de partículas** $N = n N_A$
 n – quantidade de substância
 N_A – constante de Avogadro
- **Massa volúmica**..... $\rho = \frac{m}{V}$
 m – massa
 V – volume
- **Concentração de solução** $c = \frac{n}{V}$
 n – quantidade de substância (soluto)
 V – volume de solução
- **Grau de ionização/dissociação** $\alpha = \frac{n}{n_0}$
 n – quantidade de substância ionizada/dissociada
 n_0 – quantidade de substância dissolvida
- **Frequência de uma radiação electromagnética**..... $\nu = \frac{c}{\lambda}$
 c – velocidade de propagação das ondas electromagnéticas no vácuo
 λ – comprimento de onda no vácuo
- **Energia de uma radiação electromagnética (por fóton)** $E = h \nu$
 h – constante de Planck
 ν – frequência

- **Equivalência massa-energia** $E = mc^2$
 E – energia
 m – massa
 c – velocidade de propagação da luz no vácuo

- **Momento dipolar (módulo)** $|\vec{\mu}| = |\delta| r$
 $|\delta|$ – módulo da carga parcial do dipolo
 r – distância entre as cargas eléctricas

- **Absorvência de solução** $A = \varepsilon \ell c$
 ε – absortividade
 ℓ – percurso óptico da radiação na amostra de solução
 c – concentração de solução

- **Energia transferida sob a forma de calor** $Q = mc \Delta T$
 c – capacidade térmica mássica
 m – massa
 ΔT – variação de temperatura

- **Entalpia** $H = U + PV$
 U – energia interna
 P – pressão
 V – volume

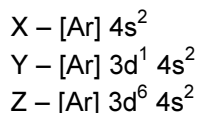
- **Equação de estado dos gases ideais** $PV = nRT$
 P – pressão
 V – volume
 n – quantidade de substância (gás)
 R – constante dos gases
 T – temperatura absoluta

- **Conversão da temperatura
(de grau Celsius para Kelvin)** $T / K = \theta / ^\circ\text{C} + 273,15$
 T – temperatura absoluta
 θ – temperatura Celsius

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

1. A organização dos elementos na Tabela Periódica fundamenta-se na configuração electrónica dos átomos desses elementos, em particular na configuração electrónica de valência.

Considere os elementos X, Y e Z (em que as letras não correspondem aos respectivos símbolos químicos), cujas configurações electrónicas, no estado de menor energia, são



1.1. Relativamente a estes elementos, seleccione, de entre as alternativas de **(A)** a **(D)**, a correcta.

- (A)** Os elementos X, Y e Z pertencem ao grupo dois da Tabela Periódica.
- (B)** A energia de primeira ionização do elemento Z é superior à do elemento X.
- (C)** Os elementos X, Y e Z são metais de transição.
- (D)** O ião mais comum do elemento Y é o ião mononegativo Y^- .

1.2. As orbitais dos átomos podem ser caracterizadas por conjuntos de números quânticos (n, ℓ, m_ℓ) . Seleccione, de entre as alternativas de **(A)** a **(D)**, a que corresponde ao conjunto de números quânticos que pode estar associado a uma das orbitais de valência do elemento Z.

- (A)** (4, 1, 0)
- (B)** (3, 0, 0)
- (C)** (3, 2, -2)
- (D)** (4, 2, -2)

1.3. As substâncias elementares representadas por X(s), Y(s) e Z(s) são sólidos metálicos. Explique, com base no modelo da ligação metálica, a elevada condutibilidade eléctrica nestes sólidos.

1.4. Da reacção entre o metal X e o cloro resulta um cristal iónico, $XCl_2(s)$.

Seleccione, de entre as alternativas de **(A)** a **(D)**, a que corresponde à equação termoquímica correcta.

- (A)** $X^{2+}(g) + 2 Cl^-(g) \rightarrow XCl_2(s) \quad \Delta H < 0$
- (B)** $X(s) + Cl_2(g) \rightarrow XCl_2(s) \quad \Delta H > 0$
- (C)** $X(g) + Cl_2(g) \rightarrow XCl_2(s) \quad \Delta H > 0$
- (D)** $X(g) + 2 Cl(g) \rightarrow XCl_2(s) \quad \Delta H > 0$

2. O esquema da figura 1 representa uma célula electroquímica, com um eléctrodo padrão de hidrogénio ($P_{\text{H}_2} = 1 \text{ atm}$, $[\text{H}^+] = 1,0 \text{ mol dm}^{-3}$) e uma placa de crómio, Cr(s) , mergulhada numa solução aquosa de nitrato de crómio(III), $\text{Cr(NO}_3)_3(\text{aq})$, em condições padrão ($[\text{Cr}^{3+}] = 1,0 \text{ mol dm}^{-3}$).

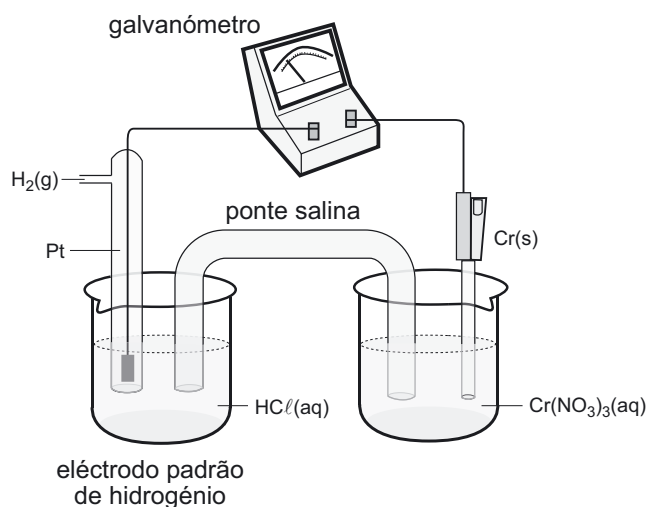
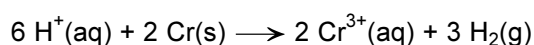


Fig. 1

Em condições padrão, a força electromotriz desta célula (ΔE^0) tem o valor de 0,74 V.

A equação global que traduz a reacção espontânea e extensa, responsável pela corrente eléctrica que se obtém nesta célula, é



- 2.1. Com base nas informações fornecidas, seleccione, de entre as alternativas de **(A)** a **(D)**, a correcta.

- (A) O crómio, Cr(s) , reage extensamente com o hidrogénio, $\text{H}_2(\text{g})$.
- (B) O potencial padrão de eléctrodo do par (Cr^{3+}/Cr) tem o valor de $-0,74 \text{ V}$.
- (C) O potencial padrão de eléctrodo do par (Cr^{3+}/Cr) é maior do que o do par (H^+/H_2).
- (D) O crómio, Cr(s) , tem menor poder redutor que o hidrogénio, $\text{H}_2(\text{g})$.

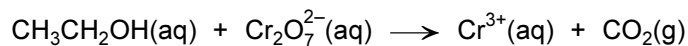
- 2.2. Seleccione, de entre as alternativas de **(A)** a **(D)**, a que permite completar correctamente a seguinte frase:

Durante o funcionamento desta célula, os electrões movem-se...

- (A) ... do crómio, Cr(s) , para o eléctrodo de platina, e o pH da solução da semicélula de hidrogénio aumenta.
- (B) ... do eléctrodo de platina para o crómio, Cr(s) , e o pH da solução da semicélula de hidrogénio aumenta.
- (C) ... do crómio, Cr(s) , para o eléctrodo de platina, e o pH da solução da semicélula de hidrogénio diminui.
- (D) ... do eléctrodo de platina para o crómio, Cr(s) , e o pH da solução da semicélula de hidrogénio diminui.

2.3. Um dos testes utilizados por autoridades policiais, para determinar se um condutor está sob a influência de álcool, é uma análise química que usa a reacção do ião dicromato, $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq})$, com etanol, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}(\text{aq})$.

O condutor expira para um instrumento que conduz o ar para uma ampola que contém uma solução de dicromato de potássio em ácido sulfúrico; se o ar expirado contiver etanol, ocorre a reacção de oxidação-redução cuja equação química (**não acertada**) é



Escreva a equação química que traduz a semi-reacção de oxidação.

2.4. Na figura 2, estão representados três copos (I), (II) e (III).

No copo (I), está uma lâmina de crómio, $\text{Cr}(\text{s})$, mergulhada numa solução com iões $\text{Al}^{3+}(\text{aq})$.

No copo (II), está uma lâmina de cobre, $\text{Cu}(\text{s})$, mergulhada numa solução com iões $\text{Al}^{3+}(\text{aq})$.

No copo (III), está uma lâmina de crómio, $\text{Cr}(\text{s})$, mergulhada numa solução com iões $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$.

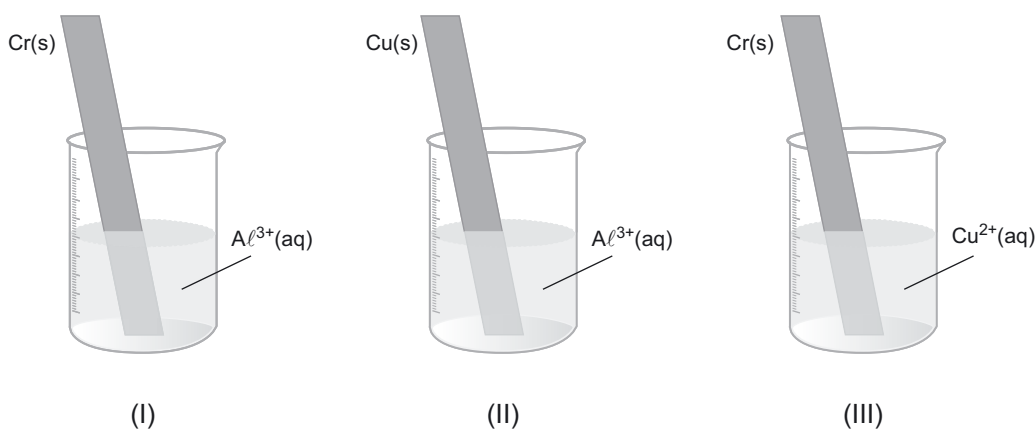


Fig. 2

Tendo em conta que o crómio, $\text{Cr}(\text{s})$, é mais redutor do que o cobre, $\text{Cu}(\text{s})$, mas menos redutor do que o alumínio, $\text{Al}(\text{s})$, seleccione, de entre as alternativas de **(A)** a **(D)**, a que completa correctamente a seguinte frase:

Ocorre reacção significativa apenas...

(A) ... nos copos (I) e (II).

(B) ... no copo (I).

(C) ... nos copos (II) e (III).

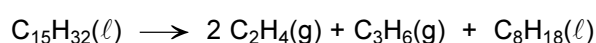
(D) ... no copo (III).

3. De um ponto de vista ambiental, cada vez se torna mais necessária a substituição dos combustíveis fósseis por combustíveis alternativos, tais como o hidrogénio e o biodiesel, este último obtido a partir de óleos vegetais.

3.1. Esclareça, através de um texto, quais as vantagens, em termos ambientais, que resultam da utilização destes dois combustíveis (hidrogénio e biodiesel), relativamente aos combustíveis tradicionais.

3.2. O *cracking* é uma das reacções mais importantes da indústria petrolífera e consiste na conversão de moléculas de alcanos de cadeia longa em hidrocarbonetos de cadeias mais pequenas, por aquecimento e na presença de zeólitos.

Numa das possíveis reacções de *cracking* envolvendo o n-pentadecano, $C_{15}H_{32}$, podem ser obtidos eteno, propeno e octano, de acordo com a seguinte equação química:



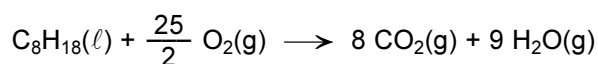
3.2.1. Indique qual é a função desempenhada pelos zeólitos, nesta operação.

3.2.2. A ligação dupla $C = C$ existente, por exemplo, nas moléculas do eteno e do propeno, é constituída por uma ligação do tipo σ e por uma ligação do tipo π .

Indique que orbitais atómicas (puras ou híbridas) se sobrepõem, para interpretar cada uma dessas ligações.

3.2.3. Um dos principais constituintes da gasolina é o 2,2,4-trimetilpentano, C_8H_{18} , usualmente designado por iso-octano.

A sua combustão é traduzida pela seguinte equação química:



Admita, para esta situação, que toda a gasolina é constituída por iso-octano e que os gases intervenientes na reacção de combustão têm comportamento de gás ideal.

Calcule o volume de dióxido de carbono, $CO_2(g)$, que é libertado para o ambiente, à pressão normal e à temperatura de $30^\circ C$, quando, numa viagem, se gastam 50 L da gasolina contida no depósito de um automóvel.

Apresente todas as etapas de resolução.

$$\rho (\text{iso-octano}) = 0,70 \text{ kg dm}^{-3}$$

4. Um grupo de alunos pretendeu analisar o poder energético de vários combustíveis, através da variação das respectivas entalpias de combustão.

Para isso, determinaram experimentalmente a entalpia de combustão do hexano, C_6H_{14} , e do hexan-1-ol (ou 1-hexanol), $C_6H_{14}O$.

Na figura 3, encontra-se um esquema da montagem que os alunos fizeram para a realização deste trabalho.

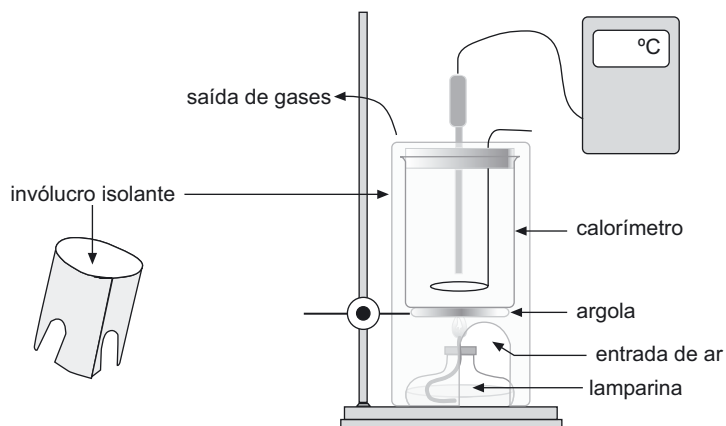


Fig. 3

4.1. Relativamente a cada um dos ensaios efectuados, seleccione, de entre as alternativas de (A) a (D), a que corresponde a uma das etapas do procedimento.

(A) Colocação do combustível em estudo dentro do calorímetro.

(B) Determinação da massa de água que se vaporiza.

(C) Registo das temperaturas inicial e final da água.

(D) Suspensão do aquecimento só após a vaporização de toda a água.

4.2. Indique como se deve proceder para determinar a massa do combustível consumido durante os ensaios.

4.3. Na tabela, indicam-se os valores das entalpias padrão de combustão do hexano e do hexan-1-ol.

Tabela

Composto	Entalpia padrão de combustão / kJ mol^{-1}
Hexano (C_6H_{14})	- 4163
Hexan-1-ol ($\text{C}_6\text{H}_{14}\text{O}$)	- 3984

4.3.1. Seleccione, de entre as alternativas de **(A)** a **(D)**, a que justifica a diferença existente nos valores das entalpias padrão de combustão destes dois combustíveis.

(A) O tamanho da cadeia carbonada.

(B) A energia das ligações químicas nos produtos formados em cada uma das reacções de combustão.

(C) As interacções intermoleculares são mais fortes no hexano do que no hexan-1-ol.

(D) As ligações químicas existentes nos reagentes em cada um dos casos.

4.3.2. Para o ensaio da combustão do hexan-1-ol, os alunos utilizaram 200 g de água. Verificaram que a temperatura da água se elevou de 15,1 °C para 32,4 °C, até darem por concluído o ensaio.

Calcule a massa do combustível que foi consumido, admitindo que todo o calor libertado na combustão foi absorvido pela água.

Apresente todas as etapas de resolução.

$$M(\text{hexan-1-ol}) = 102 \text{ g mol}^{-1}$$

$$c(\text{água}) = 4,184 \text{ J g}^{-1} \text{ °C}^{-1}$$

4.3.3. O composto $\text{C}_3\text{H}_7\text{OC}_3\text{H}_7$ é um isómero do hexan-1-ol.

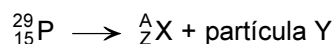
Indique o nome deste composto, de acordo com a nomenclatura IUPAC, assim como o tipo de isomeria existente entre estes dois compostos.

5. A medicina nuclear utiliza alguns isótopos radioactivos para localizar tumores. Um dos isótopos usados é o fósforo-32 ($^{32}_{15}\text{P}$), que apresenta um tempo de meia-vida de 14 dias.

5.1. Calcule a massa deste isótopo que restará, ao fim de 42 dias, num organismo a que são administrados 200 μg de fósforo-32.

Apresente todas as etapas de resolução.

5.2. Um outro isótopo do fósforo, o fósforo-29 ($^{29}_{15}\text{P}$), apresenta um decaimento radioactivo traduzido pela equação



Seleccione, de entre as alternativas de **(A)** a **(D)**, a que permite completar correctamente a seguinte frase:

O nuclideio ${}^A_Z\text{X}$ e a partícula Y são, respectivamente, ...

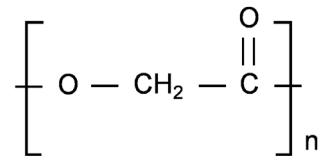
(A) ... $^{29}_{14}\text{Si}$ e ${}^0_{-1}\beta$

(B) ... $^{31}_{15}\text{P}$ e ${}^0_{+1}\beta$

(C) ... $^{29}_{14}\text{Si}$ e ${}^0_{+1}\beta$

(D) ... $^{31}_{15}\text{P}$ e ${}^4_2\alpha$

6. O ácido poliglicólico (PGA) é um polímero sintético com excelente biodegradabilidade e biocompatibilidade, sendo considerado um biomaterial.
A unidade estrutural do PGA é representada por



O processo mais simples de obtenção do PGA consiste numa reacção de polimerização em que o monómero utilizado é o ácido hidroxietanóico, $\text{HO} - \text{CH}_2 - \text{COOH}$, também designado por ácido glicólico.

- 6.1. Selecione, de entre as alternativas de **(A)** a **(D)**, a que permite completar correctamente a seguinte frase:

O PGA obtido pelo processo acima referido é um...

- (A) ... copolímero de adição.
- (B) ... homopolímero de condensação.
- (C) ... copolímero de condensação.
- (D) ... homopolímero de adição.

- 6.2. Selecione, de entre as alternativas de **(A)** a **(D)**, a que permite completar correctamente a seguinte frase:

O PGA é um polímero pertencente à família...

- (A) ... dos poliésteres.
- (B) ... dos poliuretanos.
- (C) ... das poliolefinas.
- (D) ... das poliamidas.

- 6.3. Os biomateriais são utilizados em várias áreas da medicina.

Selecione, de entre as alternativas de **(A)** a **(D)**, a que **não corresponde** a uma característica dos biomateriais.

- (A) Serem, de preferência, de fácil preparação.
- (B) Terem densidade próxima da dos meios biológicos.
- (C) Serem biocompatíveis.
- (D) Poderem funcionar como medicamentos.

FIM

COTAÇÕES

1.	.....	33 pontos
1.1.	.....	8 pontos
1.2.	.....	8 pontos
1.3.	.....	9 pontos
1.4.	.....	8 pontos
2.	.....	33 pontos
2.1.	.....	8 pontos
2.2.	.....	8 pontos
2.3.	.....	9 pontos
2.4.	.....	8 pontos
3.	.....	41 pontos
3.1.	.....	14 pontos
3.2.	.....
3.2.1.	.....	5 pontos
3.2.2.	.....	10 pontos
3.2.3.	.....	12 pontos
4.	.....	49 pontos
4.1.	.....	8 pontos
4.2.	.....	9 pontos
4.3.	.....
4.3.1.	.....	8 pontos
4.3.2.	.....	12 pontos
4.3.3.	.....	12 pontos
5.	.....	20 pontos
5.1.	.....	12 pontos
5.2.	.....	8 pontos
6.	.....	24 pontos
6.1.	.....	8 pontos
6.2.	.....	8 pontos
6.3.	.....	8 pontos
TOTAL		200 pontos