

EXAME FINAL NACIONAL DO ENSINO SECUNDÁRIO

Prova Escrita de Física e Química A

11.º Ano de Escolaridade

Decreto-Lei n.º 139/2012, de 5 de julho

Prova 715/2.ª Fase

18 Páginas

Entrelinha 1,5, sem figuras

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

2016

VERSÃO 1

Indique de forma legível a versão da prova.

Utilize apenas caneta ou esferográfica de tinta azul ou preta.

É permitida a utilização de régua, esquadro, transferidor e calculadora gráfica.

Não é permitido o uso de corretor. Risque aquilo que pretende que não seja classificado.

Para cada resposta, identifique o grupo e o item.

Apresente as suas respostas de forma legível.

Apresente apenas uma resposta para cada item.

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

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

Nos termos da lei em vigor, as provas de avaliação externa são obras protegidas pelo Código do Direito de Autor e dos Direitos Conexos. A sua divulgação não suprime os direitos previstos na lei. Assim, é proibida a utilização destas provas, além do determinado na lei ou do permitido pelo IAVE, I.P., sendo expressamente vedada a sua exploração comercial.

TABELA DE CONSTANTES

Velocidade de propagação da luz no vácuo	$c = 3,00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$
Módulo da aceleração gravítica de um corpo junto à superfície da Terra	$g = 10 \text{ m s}^{-2}$
Constante de Gravitação Universal	$G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$
Constante de Avogadro	$N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Constante de Stefan-Boltzmann	$\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$
Produto iónico da água (a 25 °C)	$K_w = 1,00 \times 10^{-14}$
Volume molar de um gás (PTN)	$V_m = 22,4 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$

FORMULÁRIO

- **Conversão de temperatura (de grau Celsius para kelvin)**

$$T = \theta + 273,15$$

T – temperatura absoluta (temperatura em kelvin)

θ – temperatura em grau Celsius

- **Densidade (massa volúmica)**

$$\rho = \frac{m}{V}$$

m – massa

V – volume

- **Efeito fotoelétrico**

$$E_{\text{rad}} = E_{\text{rem}} + E_{\text{c}}$$

E_{rad} – energia de um fóton da radiação incidente no metal

E_{rem} – energia de remoção de um eletrão do metal

E_{c} – energia cinética do eletrão removido

- **Concentração de solução**

$$c = \frac{n}{V}$$

n – quantidade de soluto

V – volume de solução

- **Relação entre pH e concentração de H_3O^+**

$$\text{pH} = -\log \{ [\text{H}_3\text{O}^+] / \text{mol dm}^{-3} \}$$

- **1.ª Lei da Termodinâmica**

$$\Delta U = W + Q + R$$

ΔU – variação da energia interna do sistema (também representada por ΔE_i)

W – energia transferida, entre o sistema e o exterior, sob a forma de trabalho

Q – energia transferida, entre o sistema e o exterior, sob a forma de calor

R – energia transferida, entre o sistema e o exterior, sob a forma de radiação

- **Lei de Stefan-Boltzmann**

$$P = e \sigma A T^4$$

P – potência total irradiada pela superfície de um corpo

e – emissividade da superfície do corpo

σ – constante de Stefan-Boltzmann

A – área da superfície do corpo

T – temperatura absoluta da superfície do corpo

- **Energia ganha ou perdida por um corpo devido à variação da sua temperatura**

$$E = m c \Delta T$$

m – massa do corpo

c – capacidade térmica mássica do material de que é constituído o corpo

ΔT – variação da temperatura do corpo

- **Taxa temporal de transferência de energia, sob a forma de calor, por condução**

$$\frac{Q}{\Delta t} = k \frac{A}{l} \Delta T$$

Q – energia transferida, sob a forma de calor, por condução,

através de uma barra, no intervalo de tempo Δt

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

A – área da secção da barra, perpendicular à direcção de transferência de energia

l – comprimento da barra

ΔT – diferença de temperatura entre as extremidades da barra

- **Trabalho realizado por uma força constante, \vec{F} , que atua sobre um corpo em movimento retilíneo**

$$W = Fd \cos \alpha$$

d – módulo do deslocamento do ponto de aplicação da força

α – 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 atuam num corpo, num determinado intervalo de tempo

ΔE_c – variação da energia cinética do centro de massa do corpo, no mesmo intervalo de tempo

- **Lei da Gravitação Universal**

$$F_g = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

F_g – módulo da força gravítica exercida pela massa pontual m_1 (m_2) na massa pontual m_2 (m_1)

G – constante de Gravitação Universal

r – distância entre as duas massas

- **2.ª Lei de Newton**

$$\vec{F} = m\vec{a}$$

\vec{F} – resultante das forças que atuam num corpo de massa m

\vec{a} – aceleração do centro de massa do corpo

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

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

$$v = v_0 + a t$$

x – valor (componente escalar) da posição

v – valor (componente escalar) da velocidade

a – valor (componente escalar) da aceleração

t – tempo

- **Equações do movimento circular com velocidade linear de módulo constante**

$$a_c = \frac{v^2}{r}$$

$$v = \frac{2\pi r}{T}$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

a_c – módulo da aceleração centrípeta

v – módulo da velocidade linear

r – raio da trajetória

T – período do movimento

ω – 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

ω – frequência angular

t – tempo

- **Fluxo magnético que atravessa uma superfície, de área A , em que existe um campo magnético uniforme, \vec{B}**

$$\Phi_m = B A \cos \alpha$$

α – ângulo entre a direção do campo e a direção perpendicular à superfície

- **Força eletromotriz induzida numa espira metálica**

$$|\mathcal{E}_i| = \frac{|\Delta \Phi_m|}{\Delta t}$$

$\Delta \Phi_m$ – variação do fluxo magnético que atravessa a superfície delimitada pela espira, no intervalo de tempo Δt

- **Lei de Snell-Descartes para a refração**

$$n_1 \sin \alpha_1 = n_2 \sin \alpha_2$$

n_1, n_2 – índices de refração dos meios 1 e 2, respetivamente

α_1, α_2 – ângulos entre a direção de propagação da onda e a normal

à superfície separadora no ponto de incidência, nos meios 1 e 2, respetivamente

TABELA PERIÓDICA

1		2										18																							
1	H																																		
1,01																																			
		Número atômico																																	
		Elemento																																	
		Massa atômica relativa																																	
3	Li	4	Be											5	B	6	C	7	N	8	O	9	F	10	Ne										
6,94		9,01												10,81		12,01	14,01	16,00	19,00	20,18															
11	Na	12	Mg											13	Al	14	Si	15	P	16	S	17	Cl	18	Ar										
22,99		24,31												26,98		28,09	30,97	32,07	35,45	39,95															
19	K	20	Ca	21	Sc	22	Ti	23	V	24	Cr	25	Mn	26	Fe	27	Co	28	Ni	29	Cu	30	Zn	31	Ga	32	Ge	33	As	34	Se	35	Br	36	Kr
39,10		40,08		44,96		47,87	50,94	52,00	54,94	55,85	58,93	59,94	101,07	102,91	106,42	107,87	112,41	114,82	118,71	121,76	127,60	129,90	131,29		69,72	72,64	74,92	78,96	79,90	83,80					
37	Rb	38	Sr	39	Y	40	Zr	41	Nb	42	Mo	43	Tc	44	Ru	45	Rh	46	Pd	47	Ag	48	Cd	49	In	50	Sn	51	Sb	52	Te	53	I	54	Xe
85,47		87,62		88,91		91,22	92,91	95,94	97,91	101,07	102,91	106,42	107,87	112,41	114,82	118,71	121,76	127,60	129,90	131,29															
55	Cs	56	Ba	57-71	Lantanídeos	72	Hf	73	Ta	74	W	75	Re	76	Os	77	Ir	78	Pt	79	Au	80	Hg	81	Tl	82	Pb	83	Bi	84	Po	85	At	86	Rn
132,91		137,33				178,49	180,95	183,84	186,21	190,23	192,22	195,08	196,97	200,59	204,38	207,21	208,98	209,99	210,00	210,00	210,00	210,00	210,00	210,00	210,00	210,00	210,00	210,00	210,00	210,00	210,00	210,00	210,00	210,00	210,00
87	Fr	88	Ra	89-103	Actinídeos	104	Rf	105	Db	106	Sg	107	Bh	108	Hs	109	Mt	110	Ds	111	Rg	112	Ug	113	Uut	114	Uuq	115	Uub	116	Uuh	117	Uus	118	Uuq
[223]		[226]				[261]	[262]	[266]	[264]	[277]	[268]	[271]	[272]																						

Nas respostas aos itens de escolha múltipla, selecione a opção correta. Escreva, na folha de respostas, o número do item e a letra que identifica a opção escolhida.

Nas respostas aos itens em que é pedida a apresentação de todas as etapas de resolução, explicita todos os cálculos efetuados e apresente todas as justificações ou conclusões solicitadas.

Utilize unicamente valores numéricos das grandezas referidas na prova (no enunciado dos itens, na tabela de constantes e na tabela periódica).

Utilize os valores numéricos fornecidos no enunciado dos itens.

GRUPO I

Um dos procedimentos mais comuns em laboratório é a preparação de soluções aquosas por diluição de soluções mais concentradas, de concentração conhecida, habitualmente designadas por soluções-mãe.

Na preparação rigorosa de uma solução por diluição, é necessário medir com rigor um determinado volume da solução mais concentrada, transferir esse volume de solução para um balão volumétrico (de capacidade igual ao volume de solução pretendido) e completar o volume de solução pretendido com água até ao traço de referência do balão. Durante a preparação da solução, esta deve ser agitada.

Em laboratório, é também possível determinar a densidade (massa volúmica) de soluções utilizando diferentes métodos, um dos quais é a picnometria de líquidos. Este método baseia-se na determinação da massa de solução contida num picnómetro cuja capacidade foi previamente calibrada, a uma mesma temperatura.

1. Para «medir com rigor um determinado volume da solução mais concentrada» (terceira e quarta linhas do texto), utiliza-se
- (A) uma proveta.
 - (B) uma pipeta.
 - (C) um gobelé.
 - (D) um balão volumétrico.

2. Se pretendesse preparar $250,0 \text{ cm}^3$ de uma solução cinco vezes mais diluída do que a solução-mãe, que volume da solução-mãe teria de medir?

- (A) $5,0 \text{ cm}^3$
(B) $10,0 \text{ cm}^3$
(C) $50,0 \text{ cm}^3$
(D) $200,0 \text{ cm}^3$

3. Considere uma solução-mãe de cloreto de potássio, KCl(aq) , que contém $2,35 \times 10^{-3} \text{ mol}$ de KCl por cada $1,00 \text{ g}$ de solução.

A massa volúmica desta solução foi determinada por picnometria, tendo sido obtidos, a uma mesma temperatura, os dados apresentados na tabela seguinte.

Capacidade do picnómetro	98,73 mL
Massa do picnómetro vazio	31,55 g
Massa do picnómetro cheio com a solução-mãe de KCl	145,09 g

Admita que quer preparar, por diluição dessa solução-mãe, uma solução de KCl de concentração $0,27 \text{ mol dm}^{-3}$.

Calcule o fator de diluição a considerar na preparação da solução diluída de KCl .

Apresente todas as etapas de resolução.

4. A picnometria de líquidos permite determinar de forma indireta a massa volúmica de uma solução.

Que instrumento utilizaria se quisesse determinar de forma direta a massa volúmica de uma solução?

GRUPO II

1. A solubilidade do cloreto de potássio, KCl ($M = 74,55 \text{ g mol}^{-1}$), em água, é 35,54 g de sal por 100 g de água, a 25 °C.

Considere uma solução saturada de KCl constituída apenas por este sal e por água.

Determine a quantidade de KCl dissolvida em 250 g dessa solução, a 25 °C.

Apresente todas as etapas de resolução.

2. A variação de entalpia (ΔH) associada ao processo de dissolução do KCl em água é positiva.

Preveja, com base no princípio de Le Châtelier, como variará a solubilidade deste sal em água à medida que a temperatura aumenta. Justifique a resposta.

3. O perclorato de potássio, KClO_4 , constituído pelos iões K^+ e ClO_4^- , é um sal bastante menos solúvel em água do que o cloreto de potássio.

O produto de solubilidade do perclorato de potássio é $1,05 \times 10^{-2}$, a 25 °C.

A solubilidade deste sal em água, a 25 °C, será

(A) $5,25 \times 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$

(B) $1,05 \times 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$

(C) $2,10 \times 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$

(D) $1,02 \times 10^{-1} \text{ mol dm}^{-3}$

GRUPO III

Considere uma amostra pura de 200 g de cloreto de potássio, KCl, inicialmente no estado sólido à temperatura de 980 K, à qual é fornecida energia com uma fonte de 300 W.

1. Se o rendimento do processo de transferência de energia considerado for 100%, prevê-se teoricamente que:

- no intervalo de tempo $[0; 36]$ s a temperatura da amostra aumente linearmente com o tempo, desde 980 K até 1044 K;
- no intervalo de tempo $[36; 273]$ s a temperatura da amostra se mantenha constante e igual a 1044 K;
- no intervalo de tempo $[273; 310]$ s a temperatura da amostra aumente também linearmente com o tempo.
- nos intervalos de tempo $[0; 36]$ s e $[273; 310]$ s as taxas temporais de aumento de temperatura sejam aproximadamente iguais.

1.1. Se a potência da fonte fosse maior,

- (A) seria necessária mais energia para a temperatura da amostra aumentar 1 K.
- (B) seria necessária menos energia para fundir completamente a amostra.
- (C) a mesma energia seria transferida num intervalo de tempo menor.
- (D) a mesma energia provocaria um maior aumento da energia interna do sistema.

1.2. De acordo com as previsões teóricas referidas, qual será a variação da temperatura da amostra de KCl considerada no intervalo de tempo $[0; 36]$ s?

1.3. Considere os intervalos de tempo $[0; 36]$ s, $[36; 273]$ s e $[273; 310]$ s, e admita que a amostra de KCl constitui um sistema fechado.

A variação da energia interna do sistema

(A) é nula apenas em dois dos intervalos de tempo considerados.

(B) é nula nos três intervalos de tempo considerados.

(C) é diferente de zero apenas em dois dos intervalos de tempo considerados.

(D) é diferente de zero nos três intervalos de tempo considerados.

1.4. Calcule a energia necessária para fundir 1,0 kg de KCl que se encontra à temperatura de fusão.

Apresente todas as etapas de resolução.

1.5. A capacidade térmica mássica do KCl sólido e a capacidade térmica mássica do KCl líquido são semelhantes.

Mostre, com base nas previsões teóricas apresentadas e sem efetuar cálculos, que esta afirmação é verdadeira.

2. O cloreto de potássio é constituído pelos iões K^+ e Cl^- .

2.1. A amostra considerada contém 2,68 mol de KCl.

Quantos iões existem, no total, na amostra?

Apresente o resultado com três algarismos significativos.

2.2. Os iões K^+ e Cl^- , no estado fundamental, apresentam

(A) ambos apenas seis eletrões de valência.

(B) o mesmo número de orbitais de valência.

(C) configurações eletrónicas diferentes.

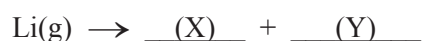
(D) ambos apenas cinco orbitais ocupadas.

GRUPO IV

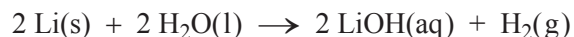
O lítio, Li, e o potássio, K, são elementos do grupo 1 da tabela periódica.

1. A energia de ionização do lítio é 519 kJ mol^{-1} .

Indique a que correspondem (X) e (Y), no esquema seguinte, de modo a obter uma equação química que traduza a ionização de 1 mol de átomos de lítio, no estado fundamental, isolados e em fase gasosa, quando lhes é fornecida uma energia de 519 kJ.



2. O lítio reage com a água, sendo a reação traduzida por



- 2.1. A reação do lítio com a água é uma reação completa, o que implica que

- (A) ambos os reagentes se esgotem no decurso da reação.
- (B) a quantidade dos produtos formados seja igual à quantidade inicial dos reagentes.
- (C) a massa dos produtos formados seja igual à massa inicial dos reagentes.
- (D) pelo menos um dos reagentes se esgote no decurso da reação.

- 2.2. Na reação considerada, o lítio _____, atuando como _____.

- (A) oxida-se ... redutor
- (B) oxida-se ... oxidante
- (C) reduz-se ... redutor
- (D) reduz-se ... oxidante

- 2.3.** Numa tina contendo 200 cm^3 de água, fez-se reagir um pequeno pedaço de lítio. No final da reação, verificou-se que, a $25\text{ }^\circ\text{C}$, o pH da solução resultante era 13,27.

Determine o volume, medido nas condições normais de pressão e de temperatura, de $\text{H}_2(\text{g})$ que se terá formado na reação.

Admita que o volume da solução resultante é igual ao volume inicial de água.

Apresente todas as etapas de resolução.

- 2.4.** Explique, com base nas configurações eletrônicas dos respectivos átomos no estado fundamental, porque é que o potássio ($Z = 19$) reage mais vigorosamente com a água do que o lítio ($Z = 3$).

GRUPO V

1. Uma bola de ténis, de massa m , cai verticalmente, depois de abandonada a 1,70 m do solo. A bola colide com o solo e ressalta, atingindo num primeiro ressalto a altura máxima de 0,94 m.

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

- 1.1. Qual das expressões seguintes permite calcular o trabalho realizado pela força gravítica que atua na bola, no deslocamento entre a posição em que a bola é abandonada e a posição em que, após o primeiro ressalto, a bola atinge a altura máxima?

(A) $-10m \times (0,94 - 1,70)$

(B) $10m \times (0,94 - 1,70)$

(C) $-10m \times (0,94 + 1,70)$

(D) $10m \times (0,94 + 1,70)$

- 1.2. Se a percentagem de energia dissipada for a mesma em todas as colisões com o solo, é de prever que, num segundo ressalto, a bola atinja uma altura máxima de

(A) 0,18 m

(B) 0,42 m

(C) 0,52 m

(D) 0,55 m

- 1.3. Durante a colisão da bola com o solo, a força exercida pela bola sobre o solo e a força exercida pelo solo sobre a bola têm, em cada instante,

(A) o mesmo sentido e intensidades diferentes.

(B) sentidos opostos e intensidades diferentes.

(C) o mesmo sentido e a mesma intensidade.

(D) sentidos opostos e a mesma intensidade.

2. Uma bola de ténis passa sobre a rede de um campo de ténis com velocidade horizontal, descrevendo uma trajetória parabólica até embater no solo.

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

- 2.1. O alcance da bola _____ do módulo da velocidade com que a bola passa sobre a rede e _____ da massa da bola.

- (A) depende ... depende
- (B) depende ... não depende
- (C) não depende ... não depende
- (D) não depende ... depende

- 2.2. O vetor que representa a resultante das forças que atuam na bola é, em qualquer ponto da trajetória parabólica descrita,

- (A) tangente à trajetória.
- (B) horizontal.
- (C) perpendicular à trajetória.
- (D) vertical.

- 2.3. A bola passa sobre a rede a 1,35 m do solo e o alcance da bola é 9,0 m.

Calcule o módulo da velocidade com que a bola atinge o solo.

Apresente todas as etapas de resolução.

GRUPO VI

Um feixe de radiação monocromática propaga-se no ar e incide numa face de um paralelepípedo de vidro.

Uma parte do feixe é refletida na face do paralelepípedo, enquanto outra parte passa a propagar-se no vidro, sendo o ângulo de refração menor do que o ângulo de incidência.

1. O comprimento de onda, no vácuo, da radiação utilizada na experiência é $6,5 \times 10^{-7} \text{ m}$.

Qual é a frequência, em hertz (Hz), dessa radiação eletromagnética?

Apresente o resultado com dois algarismos significativos.

2. Quando a radiação passa do ar para o vidro, a sua velocidade de propagação _____ e o seu comprimento de onda _____.

(A) diminui ... diminui

(B) diminui ... aumenta

(C) aumenta ... aumenta

(D) aumenta ... diminui

3. Para diversos ângulos de incidência na superfície de separação ar-vidro, mediram-se os ângulos de reflexão e de refração correspondentes.

- 3.1. A experiência realizada terá permitido concluir que o ângulo de reflexão

(A) é independente do ângulo de incidência.

(B) é sempre igual ao ângulo de incidência.

(C) pode ser superior ao ângulo de incidência.

(D) pode ser inferior ao ângulo de incidência.

- 3.2.** Na experiência realizada, mediu-se um ângulo de refração de $13,5^\circ$, para um ângulo de incidência de $20,0^\circ$.

Determine a velocidade de propagação da radiação considerada no vidro constituinte do paralelepípedo utilizado na experiência.

Apresente todas as etapas de resolução.

$$n_{\text{ar}} \text{ (índice de refração do ar)} = 1,00$$

FIM

COTAÇÕES

GRUPO I

1. 5 pontos
 2. 5 pontos
 3. 15 pontos
 4. 5 pontos
-
- 30 pontos**

GRUPO II

1. 10 pontos
 2. 10 pontos
 3. 5 pontos
-
- 25 pontos**

GRUPO III

1.
 - 1.1. 5 pontos
 - 1.2. 5 pontos
 - 1.3. 5 pontos
 - 1.4. 10 pontos
 - 1.5. 10 pontos
 2.
 - 2.1. 5 pontos
 - 2.2. 5 pontos
-
- 45 pontos**

GRUPO IV

1. 5 pontos
 2.
 - 2.1. 5 pontos
 - 2.2. 5 pontos
 - 2.3. 10 pontos
 - 2.4. 10 pontos
-
- 35 pontos**

GRUPO V

1.
 - 1.1. 5 pontos
 - 1.2. 5 pontos
 - 1.3. 5 pontos
 2.
 - 2.1. 5 pontos
 - 2.2. 5 pontos
 - 2.3. 15 pontos
-
- 40 pontos**

GRUPO VI

1. 5 pontos
 2. 5 pontos
 3.
 - 3.1. 5 pontos
 - 3.2. 10 pontos
-
- 25 pontos**

TOTAL **200 pontos**