

Exame Final Nacional de Física e Química A
Prova 715 | 2.ª Fase | Ensino Secundário | 2018

11.º Ano de Escolaridade

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

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

14 Páginas

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 científica sem capacidades gráficas.

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.

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.

Nas respostas aos itens em que é pedida a apresentação de um texto, escreva uma resposta completa, estruturada e com linguagem científica adequada.

Utilize os valores numéricos fornecidos no enunciado dos itens.

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

Capacidade térmica mássica da água líquida	$c = 4,18 \times 10^3 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$
Constante de Avogadro	$N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Constante de gravitação universal	$G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$
Índice de refração do ar	$n = 1,000$
Módulo da aceleração gravítica de um corpo junto à superfície da Terra	$g = 10 \text{ m s}^{-2}$
Módulo da velocidade de propagação da luz no vácuo	$c = 3,00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$
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

- **Quantidades, massas e volumes** $m = n M$
 m – massa $N = n N_A$
 n – quantidade de matéria $V = n V_m$
 M – massa molar $\rho = \frac{m}{V}$
 N – número de entidades
 N_A – constante de Avogadro
 V – volume
 V_m – volume molar
 ρ – massa volúmica

- **Soluções e dispersões** $c = \frac{n}{V}$
 c – concentração de solução $x_A = \frac{n_A}{n_{\text{total}}}$
 n – quantidade de matéria
 V – volume de solução
 x – fração molar

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

- **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** $E_{\text{pg}} = m g h$
 m – massa
 g – módulo da aceleração gravítica junto à superfície da Terra
 h – altura em relação ao nível de referência considerado

- **Energia mecânica** $E_m = E_c + E_p$

- **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

- **Teorema da energia cinética** $W = \Delta E_c$
 W – soma dos trabalhos realizados pelas forças que atuam num corpo em movimento de translação
 ΔE_c – variação da energia cinética do centro de massa do corpo

- **Trabalho realizado pela força gravítica** $W = -\Delta E_{\text{pg}}$
 ΔE_{pg} – variação da energia potencial gravítica

- **Potência** $P = \frac{E}{\Delta t}$
 E – energia
 Δt – intervalo de tempo

- **Energia transferida associada a uma variação de temperatura** $E = m c \Delta T$
 m – massa
 c – capacidade térmica mássica
 ΔT – variação da temperatura
- **1.ª Lei da Termodinâmica** $\Delta U = W + Q$
 ΔU – variação da energia interna
 W – energia transferida sob a forma de trabalho
 Q – energia transferida sob a forma de calor
- **Conversão de temperatura (de grau Celsius para kelvin)** $T/\text{K} = t / ^\circ\text{C} + 273,15$
 T – temperatura absoluta (temperatura em kelvin)
 t (ou θ) – temperatura em grau Celsius
- **Equações do movimento retilíneo com aceleração constante** $x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$
 x – componente escalar da posição
 v – componente escalar da velocidade
 a – componente escalar da aceleração
 t – tempo
 $v = v_0 + a t$
- **Equações do movimento circular com velocidade de módulo constante** $a_c = \frac{v^2}{r}$
 a_c – módulo da aceleração centrípeta
 v – módulo da velocidade
 r – raio da trajetória
 ω – módulo da velocidade angular
 T – período
 $\omega = \frac{2\pi}{T}$
 $v = \omega r$
- **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
- **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
- **Comprimento de onda** $\lambda = \frac{v}{f}$
 v – módulo da velocidade de propagação da onda
 f – frequência
- **Função que descreve um sinal harmónico ou sinusoidal** $y = A \sin(\omega t)$
 A – amplitude
 ω – frequência angular
 t – tempo
- **Índice de refração** $n = \frac{c}{v}$
 c – módulo da velocidade de propagação da luz no vácuo
 v – módulo da velocidade de propagação da onda
- **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
- **Fluxo magnético que atravessa uma superfície plana, 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 média numa espira metálica** $|E_i| = \frac{|\Delta \Phi_m|}{\Delta t}$
 $\Delta \Phi_m$ – variação do fluxo magnético
 Δt – intervalo de tempo

TABELA PERIÓDICA DOS ELEMENTOS QUÍMICOS

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	13 Al 26,98	14 Si 28,09	15 P 30,97	16 S 32,06	17 Cl 35,45	18 Ar 39,95	19 K 39,10	20 Ca 40,08	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 65,38	31 Ga 69,72	32 Ge 72,63	33 As 74,92	34 Se 78,97	35 Br 79,90	36 Kr 83,80								
37 Rb 85,47	38 Sr 87,62	39 Y 88,91	40 Zr 91,22	41 Nb 92,91	42 Mo 95,95	43 Tc	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	72 Hf 178,49	73 Ta 180,95	74 W 183,84	75 Re 186,21	76 Os 190,23	77 Ir 192,22	78 Pt 195,08	79 Au 196,97	80 Hg 200,59	81 Tl 204,38	82 Pb 207,2	83 Bi 208,98	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra	89-103 Actínideos	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Nh	114 Fl	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og																		

57 La 138,91	58 Ce 140,12	59 Pr 140,91	60 Nd 144,24	61 Pm	62 Sm 150,36	63 Eu 151,96	64 Gd 157,25	65 Tb 158,93	66 Dy 162,50	67 Ho 164,93	68 Er 167,26	69 Tm 168,93	70 Yb 173,05	71 Lu 174,97
89 Ac	90 Th 232,04	91 Pa 231,04	92 U 238,03	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

GRUPO I

1. Uma bola é lançada verticalmente para cima, numa situação em que a resistência do ar é desprezável.

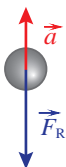
Considere que a bola pode ser representada pelo seu centro de massa (modelo da partícula material).

Em relação a um referencial unidimensional, Oy , com origem no solo e sentido positivo de baixo para cima, a componente escalar da posição, y , da bola é descrita pela equação

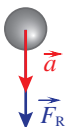
$$y = 1,20 + 6,0t - 5,0t^2 \quad (\text{SI})$$

- 1.1. Qual das opções pode representar a aceleração, \vec{a} , da bola e a resultante das forças, \vec{F}_R , que nela atuam durante a subida?

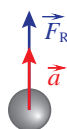
(A)



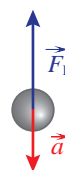
(B)



(C)



(D)



- 1.2. Calcule a distância percorrida pela bola desde que é lançada até atingir a posição de altura máxima.

Recorra exclusivamente às equações do movimento, $y(t)$ e $v(t)$.

Apresente todas as etapas de resolução.

2. Uma bola, de massa 58,0 g, atada a uma corda, descreve trajetórias circulares, de raio 22 cm, num plano horizontal. Verifica-se que a bola descreve 20 voltas completas em 8,1 s, com velocidade de módulo constante.

Considere que a bola pode ser representada pelo seu centro de massa (modelo da partícula material).

Determine a intensidade da resultante das forças que atuam na bola, no movimento considerado.

Apresente todas as etapas de resolução.

GRUPO II

Numa aula laboratorial, estudou-se o movimento vertical de queda e de ressalto de diversas bolas, em condições em que a resistência do ar pode ser considerada desprezável.

Na atividade realizada, utilizou-se um sensor de posição ligado a um sistema de aquisição automática de dados. Em cada ensaio realizado, abandonou-se uma das bolas de uma posição situada sob o sensor, como representado na Figura 1 (que não está à escala).

Considere o solo como nível de referência da energia potencial gravítica.

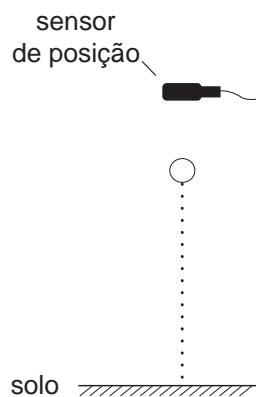


Figura 1

A Figura 2 apresenta o gráfico da distância de uma das bolas ao sensor, em função do tempo, obtido num dos ensaios realizados.

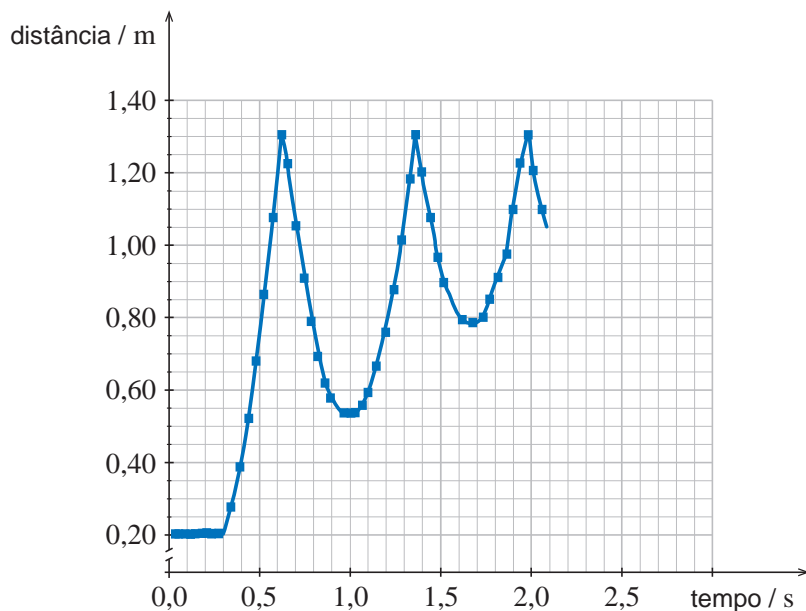


Figura 2

1. Qual foi a distância percorrida pela bola desde a posição em que foi abandonada, sob o sensor, até colidir pela primeira vez com o solo?
- (A) 1,10 m
(B) 0,20 m
(C) 1,30 m
(D) 0,34 m
2. No segundo ressalto, em que instante a energia potencial gravítica do sistema *bola + Terra* é máxima?
3. No terceiro ressalto, a bola terá atingido uma altura máxima de 0,37 m.
Qual terá sido o módulo da velocidade com que a bola abandonou o solo, nesse ressalto?
- (A) $2,7 \text{ m s}^{-1}$
(B) $1,9 \text{ m s}^{-1}$
(C) $1,4 \text{ m s}^{-1}$
(D) $3,8 \text{ m s}^{-1}$
4. Explique, com base em considerações energéticas, porque é que a altura máxima atingida pela bola nos sucessivos saltos é cada vez menor.
Apresente, num texto estruturado e com linguagem científica adequada, a explicação solicitada.

GRUPO III

1. Na Figura 3, está representado o gráfico da variação da temperatura, $\Delta\theta$, de uma amostra pura de 500 g de ferro, em função da energia, E , que seria necessário fornecer a essa amostra se o processo de aquecimento tivesse um rendimento de 100%.

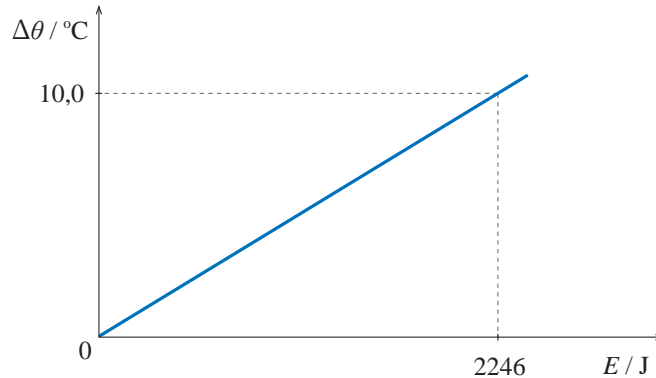


Figura 3

- 1.1. Quando aquela amostra foi aquecida por uma fonte de potência 40 W, durante 1,6 minutos, a sua temperatura aumentou 10,0 °C.

Qual foi o rendimento deste processo de aquecimento?

- (A) 71% (B) 42% (C) 58% (D) 29%

- 1.2. Um recipiente contém 1,50 kg de água, à temperatura de 20,0 °C. Uma esfera de ferro, de massa 850 g e inicialmente à temperatura de 70,0 °C, é introduzida na água.

Determine a temperatura de equilíbrio do sistema *água + esfera*, admitindo que o sistema é isolado.

Apresente todas as etapas de resolução.

2. A energia necessária à fusão de 1,0 kg de ferro, inicialmente à temperatura de fusão, é $2,47 \times 10^2$ kJ.

Que energia mínima, em joule, tem de ser absorvida por 500 g de ferro, à temperatura de fusão, para que o ferro se funda completamente?

- (A) $\left(\frac{2,47 \times 10^2 \times 10^3}{0,500}\right)$ J
(B) $\left(\frac{2,47 \times 10^2 \times 10^{-3}}{0,500}\right)$ J
(C) $(0,500 \times 2,47 \times 10^2 \times 10^3)$ J
(D) $(0,500 \times 2,47 \times 10^2 \times 10^{-3})$ J

GRUPO IV

1. Uma bobina encontra-se imóvel numa zona do espaço onde existe um campo magnético uniforme. Os planos das espiras da bobina são paralelos entre si e fazem sempre o mesmo ângulo com a direção do campo magnético.

1.1. Qual deverá ser a amplitude do ângulo entre os planos das espiras e a direção do campo, para que, mantendo-se todas as outras condições, o módulo do fluxo magnético através da bobina seja máximo?

1.2. Num dado intervalo de tempo, a intensidade do campo magnético, B , varia com o tempo, t , de acordo com o esboço de gráfico representado na Figura 4.

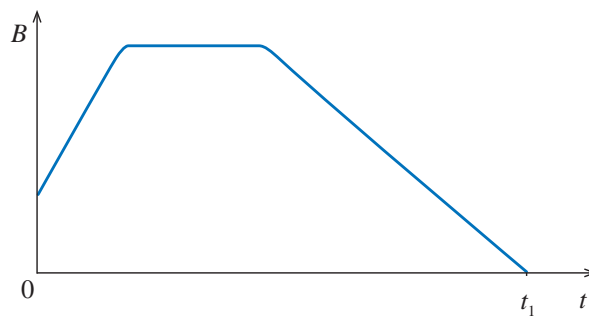
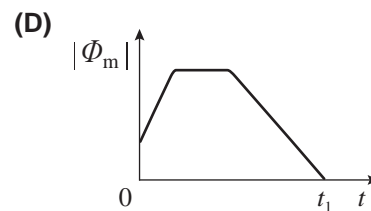
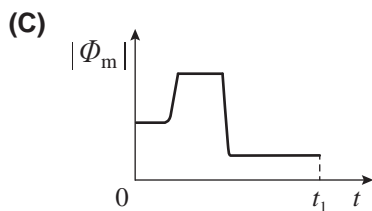
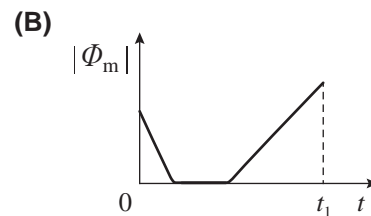
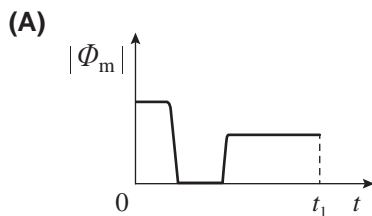


Figura 4

Qual é o esboço de gráfico que pode representar o módulo do fluxo magnético, $|\Phi_m|$, que atravessa a bobina, em função do tempo, t , no intervalo de tempo $[0, t_1]$?



2. Duas bobinas, I e II, ligadas a osciloscópios, rodam em zonas do espaço distintas, nas quais existem campos magnéticos constantes e uniformes.

A análise dos sinais obtidos nos ecrãs dos osciloscópios permitiu estabelecer que as forças eletromotrizes, U_I e U_{II} , geradas nos terminais das bobinas I e II, respetivamente, variam com o tempo, t , de acordo com as expressões

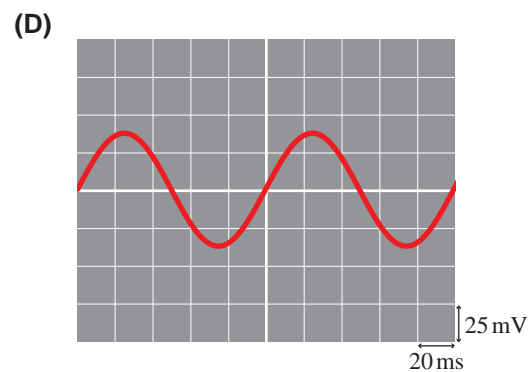
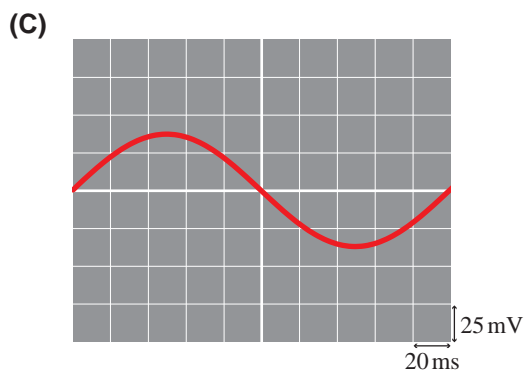
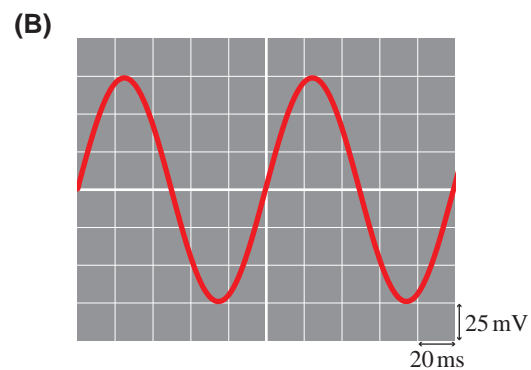
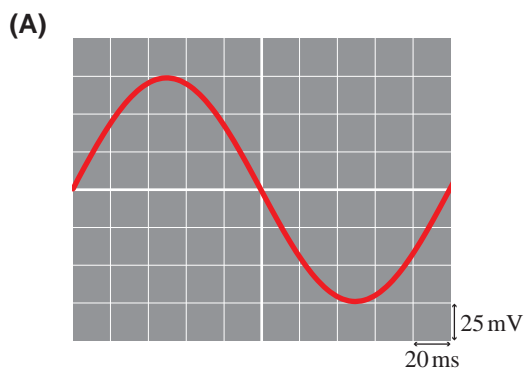
$$U_I = 7,5 \times 10^{-2} \sin(20\pi t) \quad (\text{SI})$$

$$U_{II} = 1,5 \times 10^{-3} \sin(20\pi t) \quad (\text{SI})$$

- 2.1. Comparando as forças eletromotrizes, U_I e U_{II} , geradas nos terminais das bobinas I e II, respetivamente, é possível concluir que

- (A) a área de cada espira da bobina I é diferente da área de cada espira da bobina II.
- (B) o número de espiras da bobina I é diferente do número de espiras da bobina II.
- (C) as bobinas estão sujeitas a campos magnéticos da mesma intensidade.
- (D) as bobinas estão a rodar com velocidades angulares do mesmo módulo.

- 2.2. Em qual das figuras seguintes está representado o sinal obtido no ecrã do osciloscópio ligado à bobina I, caso a base de tempo e o amplificador vertical estejam regulados como indicado nessas figuras?



GRUPO V

O ácido nítrico é um ácido forte, segundo a teoria de Brønsted-Lowry.

1. O cobre metálico reage com soluções concentradas de ácido nítrico, podendo a reação que ocorre ser traduzida por



- 1.1. Na reação considerada, o número de oxidação do nitrogénio varia

- (A) de +5 para +4, atuando o ião nitrato como oxidante.
- (B) de +1 para +2, atuando o ião nitrato como oxidante.
- (C) de +5 para +4, atuando o ião nitrato como redutor.
- (D) de +1 para +2, atuando o ião nitrato como redutor.

- 1.2. Que massa de cobre é necessária para reagir completamente com 500 cm³ de uma solução de ácido nítrico de concentração 14,0 mol dm⁻³?

- (A) 445 g (B) 222 g (C) 111 g (D) 890 g

2. Considere uma solução de ácido nítrico cuja concentração é 3,94 mol dm⁻³, contendo 22,0 %, em massa, de HNO₃ ($M = 63,02 \text{ g mol}^{-1}$).

- 2.1. Calcule a massa volúmica da solução.

Apresente todas as etapas de resolução.

- 2.2. A partir daquela solução, preparou-se uma solução mais diluída, de concentração $7,88 \times 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$.

- 2.2.1. Quantos iões provenientes da ionização do ácido nítrico existirão, no total, em 250 cm³ da solução mais diluída?

- (A) $1,90 \times 10^{22}$ (B) $4,74 \times 10^{21}$ (C) $1,19 \times 10^{21}$ (D) $2,37 \times 10^{21}$

- 2.2.2. Qual é a concentração do ião OH⁻(aq) nessa solução, a 25 °C?

Apresente o resultado com dois algarismos significativos.

GRUPO VI

1. O ácido fluorídrico, HF(aq), é um ácido fraco cuja reação de ionização em água pode ser traduzida por



Considere uma solução de ácido fluorídrico, de concentração $0,080 \text{ mol dm}^{-3}$.

A $25 \text{ }^\circ\text{C}$, o pH dessa solução é 2,14.

1.1. Determine a constante de acidez do ácido fluorídrico, a $25 \text{ }^\circ\text{C}$.

Apresente todas as etapas de resolução.

1.2. Conclua como variará a quantidade de ácido ionizado em solução se, à solução de ácido fluorídrico, a temperatura constante, forem adicionadas algumas gotas de uma solução concentrada de uma base forte.

Apresente, num texto estruturado e com linguagem científica adequada, a fundamentação da conclusão solicitada.

1.3. Escreva a equação química que traduz a reação da base conjugada do ácido fluorídrico com a água.

1.4. Pretende-se preparar 500 cm^3 de uma solução de HF(aq), de concentração em massa $4,0 \times 10^{-2} \text{ g dm}^{-3}$, a partir da solução de concentração $0,080 \text{ mol dm}^{-3}$.

Determine o volume da solução de concentração $0,080 \text{ mol dm}^{-3}$ que é necessário medir para preparar a solução pretendida.

Apresente todas as etapas de resolução.

2. O fluoreto de chumbo, PbF_2 , é um sal cujo produto de solubilidade é $4,1 \times 10^{-8}$, a $25 \text{ }^\circ\text{C}$.

O equilíbrio que se estabelece entre o sal sólido e os iões resultantes da dissolução do sal em água pode ser traduzido por



Qual é a solubilidade deste sal em água, a $25 \text{ }^\circ\text{C}$?

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

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

(C) $3,4 \times 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$

(D) $2,0 \times 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3}$

GRUPO VII

1. Na molécula HF, existem, no total, _____ pares de eletrões de valência, dos quais _____ pares são não ligantes.

- (A) oito ... três
- (B) oito ... dois
- (C) quatro ... três
- (D) quatro ... dois

2. Os átomos de flúor e de cloro, no estado fundamental, têm o mesmo número de

- (A) eletrões em orbitais s.
- (B) eletrões em orbitais do cerne do átomo.
- (C) orbitais completamente preenchidas.
- (D) orbitais semipreenchidas.

3. O espectro de emissão do átomo de hidrogénio, na região do visível, apresenta uma primeira risca a $3,0 \times 10^{-19}$ J, uma segunda risca a $4,1 \times 10^{-19}$ J, e outras riscas a valores superiores de energia.

Qual é a variação de energia do átomo de hidrogénio quando o eletrão transita do nível $n = 4$ para o nível $n = 3$?

- (A) $-7,1 \times 10^{-19}$ J
- (B) $-4,1 \times 10^{-19}$ J
- (C) $-3,0 \times 10^{-19}$ J
- (D) $-1,1 \times 10^{-19}$ J

4. Numa mistura gasosa constituída por HF(g), N₂(g) e He(g), $\frac{1}{5}$ das moléculas presentes são de N₂(g) e $\frac{1}{4}$ das moléculas presentes são de He(g).

Nessa mistura, a fração molar de HF(g) é

- (A) 0,55
- (B) 0,45
- (C) 0,20
- (D) 0,89

FIM

COTAÇÕES

Grupo	Item					Cotação (em pontos)
	Cotação (em pontos)					
I	1.1.	1.2.	2.			26
	6	10	10			
II	1.	2.	3.	4.		28
	6	6	6	10		
III	1.1.	1.2.	2.			22
	6	10	6			
IV	1.1.	1.2.	2.1.	2.2.		24
	6	6	6	6		
V	1.1.	1.2.	2.1.	2.2.1.	2.2.2.	34
	6	6	10	6	6	
VI	1.1.	1.2.	1.3.	1.4.	2.	42
	10	10	6	10	6	
VII	1.	2.	3.	4.		24
	6	6	6	6		
TOTAL						200

Prova 715
2.ª Fase
VERSÃO 1