

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/Época Especial

15 Páginas

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

2016

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 citações 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** $E_{\text{rad}} = E_{\text{rem}} + E_c$
 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** $P = e\sigma AT^4$
 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** $E = mc\Delta T$
 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 direção 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** $x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$
 x – valor (componente escalar) da posição
 v – valor (componente escalar) da velocidade $v = v_0 + a t$
 a – valor (componente escalar) da aceleração
 t – tempo
- Equações do movimento circular com velocidade linear de módulo constante** $a_c = \frac{v^2}{r}$
 a_c – módulo da aceleração centrípeta
 v – módulo da velocidade linear $v = \frac{2\pi r}{T}$
 r – raio da trajetória
 T – período do movimento $\omega = \frac{2\pi}{T}$
 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** $|\varepsilon_i| = \frac{|\Delta \Phi_m|}{\Delta t}$
 $\Delta \Phi_m$ – 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

18															
1	2											17	18		
1 H 1,01												9 F 19,00	2 He 4,00		
3												8 O 16,00	10 Ne 20,18		
4 Be 9,01	Número atômico Elemento Massa atômica relativa										7 N 14,01	13 B 10,81			
11 Na 22,99	12 Mg 24,31											6 C 12,01	14 Si 28,09		
3												5 B 10,81	15 P 30,97		
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 65,41	16 S 32,07	17 Cl 35,45		
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	18 Ar 39,95	35 Br 79,90		
55 Cs 132,91	56 Ba 137,33	57-71 Lantanídeos		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	51 Sb 121,76	52 Te 127,60	54 Xe 131,29	
87 Fr [223]	88 Ra [226]	89-103 Actinídeos		105 Db [262]	106 Sg [266]	107 Bh [264]	108 Hs [277]	109 Mt [268]	110 Ds [271]	111 Rg [272]	208,98		84 Po [209,99]	85 At [209,99]	86 Rn [222,02]

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]	

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

A Figura 1 representa esquematicamente, vista de cima, a montagem utilizada por um grupo de alunos, numa atividade laboratorial sobre movimento circular uniforme. Nessa montagem, um carrinho (1), colocado sobre uma plataforma giratória (2), está preso por um fio (3) a um sensor de força (não representado na figura). Por ação de um motor, essa plataforma gira num plano horizontal, com velocidade angular constante. O motor pode ser regulado de modo a permitir alterar, de ensaio para ensaio, o módulo da velocidade angular da plataforma.

Quando a plataforma gira, o carrinho descreve um movimento circular uniforme em torno do eixo da plataforma.

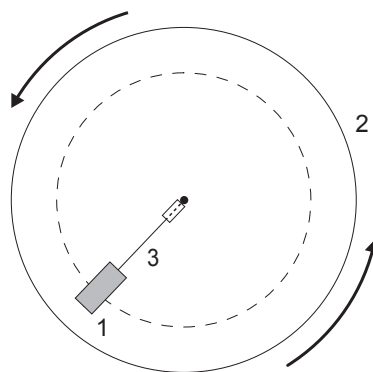


Figura 1

1. Além da montagem acima descrita, os alunos dispõem também de um cronómetro.

Descreva uma metodologia que permita determinar indiretamente a frequência de rotação da plataforma giratória, num dos ensaios realizados.

2. Numa primeira série de ensaios, mantendo constante o raio da trajetória descrita pelo carrinho, os alunos investigaram a relação entre a intensidade da resultante das forças, F , que atuam no carrinho e o período, T , de rotação da plataforma.

Essa série de ensaios terá permitido concluir que F é diretamente proporcional a

- (A) $\frac{1}{T^2}$ (B) $\frac{1}{T}$
(C) T^2 (D) T

3. Numa segunda série de ensaios, os alunos foram colocando sobrecargas no carrinho, para investigarem a relação entre o módulo da aceleração, a , dos conjuntos *carrinho + sobrecargas* e a respetiva massa, m .

Os resultados obtidos permitiram traçar um gráfico de a em função de m , cujo esboço se encontra representado na Figura 2.

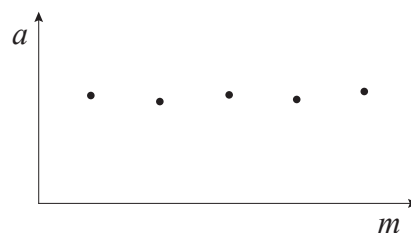


Figura 2

Que conclusão se pode tirar a partir do esboço de gráfico representado?

4. Numa terceira série de ensaios, mantendo constante a velocidade angular da plataforma, os alunos investigaram a relação entre o módulo da aceleração, a , do carrinho e o raio, r , da trajetória por ele descrita. A partir dos resultados experimentais obtidos, os alunos construíram a tabela seguinte.

r / m	$a / \text{m s}^{-2}$
0,104	7,80
0,147	11,00
0,177	12,95
0,203	15,18
0,257	19,10

Determine o módulo da velocidade angular da plataforma nesta série de ensaios.

Na sua resposta, apresente, para o gráfico de a em função de r , a equação da reta de ajuste obtida, identificando as grandezas físicas consideradas.

Apresente todas as etapas de resolução.

GRUPO II

1. Um arranha-céus tem uma plataforma panorâmica, à qual se acede de elevador.

A Figura 3 representa o módulo da velocidade, v , da cabina desse elevador, em função do tempo, t , desde o instante em que a cabina parte da base do edifício até ao instante em que atinge a plataforma.

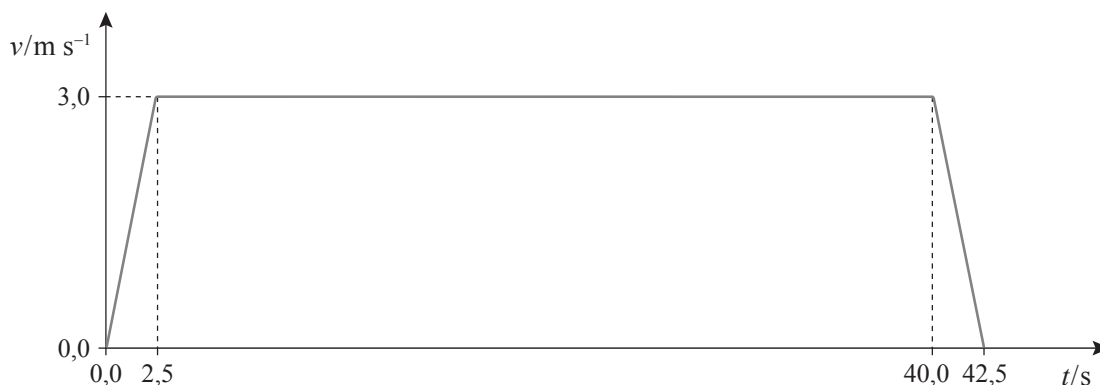


Figura 3

1.1. A força gravítica que atua na cabina realiza um trabalho _____ no intervalo de tempo $[0,0; 2,5]$ s e um trabalho _____ no intervalo de tempo $[40,0; 42,5]$ s.

- (A) positivo ... positivo (B) positivo ... negativo
(C) negativo ... positivo (D) negativo ... negativo

1.2. Conclua se há, ou não, conservação da energia mecânica do sistema *cabina + Terra* no intervalo de tempo $[2,5; 40,0]$ s. Apresente, sem efetuar cálculos, a fundamentação que lhe permite obter aquela conclusão.

1.3. A soma dos trabalhos realizados pelas forças não conservativas que atuam na cabina é

- (A) nula no intervalo de tempo $[0,0; 2,5]$ s.
(B) nula no intervalo de tempo $[2,5; 40,0]$ s.
(C) negativa no intervalo de tempo $[0,0; 2,5]$ s.
(D) positiva no intervalo de tempo $[2,5; 40,0]$ s.

1.4. Considere um ocupante da cabina do elevador, de massa 80 kg.

Determine a variação da energia potencial gravítica do sistema *ocupante + Terra* entre a base do edifício e a plataforma panorâmica.

Apresente todas as etapas de resolução.

2. Um edifício está equipado com um conjunto de painéis fotovoltaicos.

2.1. O rendimento de um painel fotovoltaico _____ da potência que ele fornece ao circuito exterior e _____ da sua orientação relativamente aos pontos cardeais.

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

2.2. O conjunto de painéis fotovoltaicos instalado no edifício tem uma área total de 160 m^2 e uma potência média de $3,7 \text{ kW}$.

A energia média diária da radiação incidente em cada $1,0 \text{ m}^2$ de painel é $5,0 \text{ kW h}$.

Calcule o rendimento médio do conjunto de painéis fotovoltaicos.

Apresente todas as etapas de resolução.

3. Duas janelas, X e Y, de uma habitação, estão equipadas com o mesmo tipo de vidro simples. O vidro da janela X tem o dobro da espessura do vidro da janela Y e ocupa o triplo da área.

Considere que P_X e P_Y designam, respetivamente, a potência transferida, por condução, através do vidro da janela X e através do vidro da janela Y.

Qual é a relação entre P_X e P_Y se ambos os vidros estiverem submetidos à mesma diferença de temperatura?

- (A) $P_X = \frac{3}{2}P_Y$
- (B) $P_X = \frac{2}{3}P_Y$
- (C) $P_X = 6P_Y$
- (D) $P_X = \frac{1}{6}P_Y$

GRUPO III

A radiação eletromagnética propaga-se no ar com uma velocidade praticamente igual à sua velocidade de propagação no vácuo, pelo que o índice de refração do ar é 1,00.

1. A Figura 4 representa o trajeto de um feixe de radiação monocromática, muito fino, que, propagando-se inicialmente no ar, atravessa um semicilindro de um material transparente, voltando depois a propagar-se no ar.

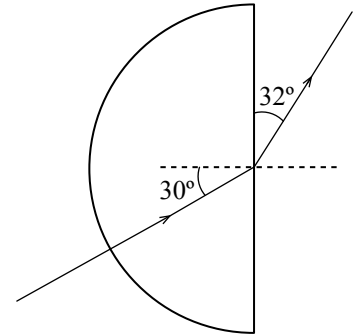


Figura 4

1.1. Uma parte do feixe incidente na superfície plana do semicilindro sofre reflexão nessa superfície.

Qual é o ângulo, em graus, que se deverá observar entre o feixe refletido nessa superfície (não representado na Figura 4) e o feixe refratado?

1.2. Qual é, para a radiação considerada, o índice de refração do material constituinte do semicilindro representado na Figura 4?

- (A) 0,59
- (B) 1,1
- (C) 1,7
- (D) 1,9

2. No ar, uma radiação tem um comprimento de onda de 540 nm.

Qual é o comprimento de onda dessa radiação num meio de índice de refração 1,40?

- (A) 216 nm
- (B) 386 nm
- (C) 540 nm
- (D) 756 nm

GRUPO IV

Ao nível do mar, o ar seco é uma mistura gasosa constituída por cerca de:

- 78%, em volume, de nitrogénio, $N_2(g)$;
- 21%, em volume, de oxigénio, $O_2(g)$;
- 1%, em volume, de outros gases.

1. Considere uma amostra de ar seco, recolhida ao nível do mar, de volume $5,0 \text{ dm}^3$, medido nas condições normais de pressão e de temperatura.

Calcule a massa de $O_2(g)$ que deverá existir nessa amostra.

Apresente todas as etapas de resolução.

2. Considere a representação da molécula de O_2 na notação de Lewis.

Quantos eletrões não compartilhados devem ser representados em cada um dos átomos de oxigénio?

- (A) Dois.
- (B) Quatro.
- (C) Seis.
- (D) Oito.

3. Na molécula de N_2 , a energia da ligação $N \equiv N$ é 941 kJ mol^{-1} .

Quando se formam, a pressão constante, duas moles de átomos de nitrogénio, no estado gasoso, a partir de uma mole de $N_2(g)$, é _____, como calor, uma energia de _____ kJ.

- (A) libertada ... 941
- (B) libertada ... 1882
- (C) absorvida ... 941
- (D) absorvida ... 1882

4. Em 1898, W. Ramsay isolou, do ar, um gás até aí desconhecido. O espectro de emissão desse gás permitiu concluir que ele era formado por um elemento químico que nunca tinha sido identificado, a que chamaram árgon.

4.1. Explique como terá sido possível concluir, a partir do espectro de emissão do gás na região do visível, que este gás era constituído por um elemento químico que nunca tinha sido identificado.

Comece por referir o que se observa num espectro atómico de emissão, na região do visível.

4.2. Num átomo de árgon, Ar, no estado fundamental, quantos eletrões se encontram, no total, em orbitais caracterizadas pelo número quântico $l = 1$?

(A) Dois.

(B) Seis.

(C) Oito.

(D) Doze.

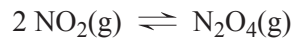
4.3. Um dos isótopos do árgon, Ar, tem número de massa 40.

Quantos neutrões existem, no total, no núcleo de um átomo desse isótopo?

GRUPO V

O dióxido de nitrogénio, $\text{NO}_2(\text{g})$, é um poluente atmosférico com diversos efeitos adversos.

1. O $\text{NO}_2(\text{g})$ é um gás de cor castanha que, em sistema fechado, existe sempre misturado com $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$, um gás incolor, devido a uma reação que pode ser traduzida por



Considere uma mistura de $\text{NO}_2(\text{g})$ e de $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$ que se encontra em equilíbrio químico, à temperatura T .

- 1.1. A constante de equilíbrio, K_c , da reação considerada é $2,2 \times 10^2$, à temperatura T .

Qual será a concentração de $\text{NO}_2(\text{g})$ na mistura em equilíbrio, se a concentração de $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$ nessa mistura for $0,030 \text{ mol dm}^{-3}$?

(A) $[\text{NO}_2] = \sqrt{\frac{0,030}{2,2 \times 10^2}} \text{ mol dm}^{-3}$

(B) $[\text{NO}_2] = \frac{2,2 \times 10^2}{2 \times 0,030} \text{ mol dm}^{-3}$

(C) $[\text{NO}_2] = \sqrt{\frac{2,2 \times 10^2}{0,030}} \text{ mol dm}^{-3}$

(D) $[\text{NO}_2] = \frac{2 \times 0,030}{2,2 \times 10^2} \text{ mol dm}^{-3}$

- 1.2. Aquecendo a mistura, a volume constante, observa-se a intensificação da cor castanha.

À medida que a temperatura aumenta, sendo a reação direta _____, a constante de equilíbrio da reação acima representada _____.

- (A) endotérmica ... aumenta
(B) exotérmica ... aumenta
(C) endotérmica ... diminui
(D) exotérmica ... diminui

2. Em laboratório, o $\text{NO}_2(\text{g})$ pode ser preparado por reação do cobre sólido com uma solução concentrada de ácido nítrico, $\text{HNO}_3(\text{aq})$ ($M = 63,02 \text{ g mol}^{-1}$). Essa reação pode ser traduzida por



Adicionaram-se 80,0 g de cobre a $2,00 \times 10^2 \text{ cm}^3$ de uma solução de ácido nítrico, de densidade $1,42 \text{ g cm}^{-3}$, que contém 68%, em massa, de HNO_3 .

Identifique o reagente limitante.

Apresente todas as etapas de resolução.

GRUPO VI

1. Considere átomos de flúor, de cloro e de bromo.

- 1.1. Quantos valores diferenciados de energia têm os elétrons de valência de qualquer um daqueles átomos no estado fundamental?

- (A) Um. (B) Dois.
(C) Três. (D) Quatro.

- 1.2. A energia de ionização do cloro é a energia mínima necessária para, a partir de um átomo de cloro no estado fundamental, isolado e em fase gasosa, se formar um determinado ião.

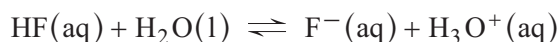
Qual das configurações eletrônicas seguintes pode corresponder a esse ião no estado fundamental?

- (A) $[\text{Ne}] 3s^2 3p_x^2 3p_y^2 3p_z^0$
(B) $[\text{Ne}] 3s^2 3p_x^2 3p_y^2 3p_z^2$
(C) $[\text{Ne}] 3s^2 3p_x^1 3p_y^2 3p_z^1$
(D) $[\text{Ne}] 3s^1 3p_x^2 3p_y^2 3p_z^1$

2. Os átomos de flúor, de cloro e de bromo podem ligar-se a átomos de hidrogénio, originando as moléculas HF, HCl e HBr, respetivamente.

Ordene as ligações H – F, H – Cl e H – Br por ordem decrescente do comprimento de ligação.

3. O ácido fluorídrico, $\text{HF}(\text{aq})$, é um ácido fraco, cuja reação de ionização em água pode ser traduzida por



3.1. Qual das expressões seguintes pode traduzir a constante de basicidade, K_b , da base conjugada do ácido fluorídrico?

(A) $K_b = \frac{[\text{HF}][\text{OH}^-]}{[\text{F}^-][\text{H}_2\text{O}]}$

(B) $K_b = \frac{[\text{HF}][\text{OH}^-]}{[\text{F}^-]}$

(C) $K_b = \frac{[\text{HF}]}{[\text{F}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}$

(D) $K_b = \frac{[\text{HF}][\text{H}_2\text{O}]}{[\text{F}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}$

3.2. O pH de uma solução de ácido fluorídrico de concentração $0,020 \text{ mol dm}^{-3}$ é 2,45, a 25°C .

Determine a percentagem de ácido não ionizado, nessa solução.

Apresente todas as etapas de resolução.

4. Ao contrário do ácido fluorídrico, o ácido clorídrico, $\text{HCl}(\text{aq})$, é um ácido forte.

Adicionaram-se 150 cm^3 de $\text{HCl}(\text{aq})$ de concentração $0,020 \text{ mol dm}^{-3}$ a $1,00 \text{ dm}^3$ de água.

Admita que o volume da solução resultante é a soma dos volumes adicionados.

Qual é o pH da solução resultante dessa adição?

(A) 2,58

(B) 2,52

(C) 1,76

(D) 1,70

FIM

COTAÇÕES

Grupo	Item							Cotação (em pontos)
	Cotação (em pontos)							
I	1.	2.	3.	4.				
	10	5	5	10				30
II	1.1.	1.2.	1.3.	1.4.	2.1.	2.2.	3.	
	5	15	5	10	5	10	5	55
III	1.1.	1.2.	2.					
	5	5	5					15
IV	1.	2.	3.	4.1.	4.2.	4.3.		
	10	5	5	10	5	5		40
V	1.1.	1.2.	2.					
	5	5	15					25
VI	1.1.	1.2.	2.	3.1.	3.2.	4.		
	5	5	5	5	10	5		35
TOTAL								200