

Exame Final Nacional de Física e Química A
Prova 715 | 2.ª Fase | Ensino Secundário | 2020

11.º Ano de Escolaridade

Decreto-Lei n.º 55/2018, de 6 de julho

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

15 Páginas

VERSÃO 1

A prova inclui 8 itens, devidamente identificados no enunciado, cujas respostas contribuem obrigatoriamente para a classificação final (itens **I – 2.**, **I – 4.**, **I – 5.1.**, **I – 5.2.**, **I – 6.3.**, **II – 2.**, **II – 4.2.** e **III – 2.**). Dos restantes 18 itens da prova, apenas contribuem para a classificação final os 12 itens cujas respostas obtenham melhor pontuação.

Indique de forma legível a versão da prova.

Para cada resposta, identifique o grupo e o item.

Utilize apenas caneta ou esferográfica de tinta azul ou preta.

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

É permitido o uso de régua, esquadro, transferidor e calculadora gráfica em modo de exame.

Apresente apenas uma resposta para cada item.

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

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

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

Utilize os valores numéricos fornecidos no enunciado dos itens.

TABELA DE CONSTANTES

Capacidade térmica mássica da água líquida	$c = 4,18 \times 10^3 \text{ J kg}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$
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

• Quantidade, massa e volume

$$n = \frac{N}{N_A} \qquad M = \frac{m}{n} \qquad V_m = \frac{V}{n} \qquad \rho = \frac{m}{V}$$

• Soluções

$$c = \frac{n}{V} \qquad x_A = \frac{n_A}{n_{\text{total}}} \qquad \text{pH} = -\log \{[\text{H}_3\text{O}^+]/\text{mol dm}^{-3}\}$$

• Energia

$$\begin{aligned} E_c &= \frac{1}{2} m v^2 & E_{\text{pg}} &= m g h & E_m &= E_c + E_p \\ W &= F d \cos \alpha & \sum W &= \Delta E_c & W_{\vec{F}_g} &= -\Delta E_{\text{pg}} \\ U &= R I & P &= R I^2 & U &= \varepsilon - r I \\ E &= m c \Delta T & \Delta U &= W + Q & E_r &= \frac{P}{A} \end{aligned}$$

• Mecânica

$$\begin{aligned} x &= x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 & v &= v_0 + a t \\ a_c &= \frac{v^2}{r} & \omega &= \frac{2\pi}{T} & v &= \omega r \\ \vec{F} &= m \vec{a} & F_g &= G \frac{m_1 m_2}{r^2} \end{aligned}$$

• Ondas e eletromagnetismo

$$\begin{aligned} \lambda &= \frac{v}{f} & \Phi_m &= B A \cos \alpha & |\varepsilon_i| &= \frac{|\Delta \Phi_m|}{\Delta t} \\ n &= \frac{c}{v} & n_1 \sin \alpha_1 &= n_2 \sin \alpha_2 \end{aligned}$$

TABELA PERIÓDICA DOS ELEMENTOS QUÍMICOS

1		2										18									
1	H																				
2	He																				
3	Li	4	Be											13	14	15	16	17	18		
6,94	7,01	9,01											5	6	7	8	9	10,81			
														B	C	N	O	F	Ne		
11	Na	12	Mg											13	14	15	16	17	20,18		
22,99	23,31	24,31											Al	Si	P	S	Cl	Ar			
														26,98	28,09	30,97	32,06	35,45	39,95		
19	K	20	Ca	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				36				
39,10	40,08	40,08	44,96	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	83,80			
				Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr			
				47,87	50,94	52,00	54,94	55,85	58,93	58,69	63,55	65,38	69,72	72,63	74,92	78,97	79,90				
37	Rb	38	Sr	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54			
85,47	87,62	87,62	88,91	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe			
				91,22	92,91	95,95		101,07	102,91	106,42	107,87	112,41	114,82	118,71	121,76	127,60	126,90	131,29			
55	Cs	56	Ba	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86			
132,91	137,33	137,33	137,33	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn			
				178,49	180,95	183,84	186,21	190,23	192,22	195,08	196,97	200,59	204,38	207,2	208,98						
87	Fr	88	Ra	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118			
				Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Nh	Fl	Mc	Lv	Ts	Og			
						</															

GRUPO I

A atmosfera terrestre, constituída maioritariamente por nitrogénio, N_2 , e oxigénio, O_2 , contém também outros gases, como o árgon, Ar, o dióxido de carbono, CO_2 , e a água, H_2O .

1. Na Terra, praticamente todos os átomos de nitrogénio têm número de massa 14 ou 15.

A massa de um átomo de nitrogénio será, em média, _____ vezes maior do que a massa de um átomo de carbono-12, sendo o isótopo mais abundante do nitrogénio o _____.

(A) 14,01 ... ^{14}N

(B) 1,17 ... ^{15}N

(C) 1,17 ... ^{14}N

(D) 14,01 ... ^{15}N

2. O raio atómico do oxigénio é menor do que o raio atómico do nitrogénio, uma vez que, comparando estes dois átomos, o de oxigénio tem _____ carga nuclear, distribuindo-se os seus eletrões, no estado fundamental, _____ número de níveis de energia.

(A) maior ... por um menor

(B) maior ... pelo mesmo

(C) menor ... por um menor

(D) menor ... pelo mesmo

3. Qual é a geometria da molécula de CO_2 ?

4. Considere uma amostra de ar que contém, no total, 3,0 mol de moléculas. A fração molar de CO_2 nessa amostra é $4,2 \times 10^{-4}$.

Quantas moléculas de CO_2 existem nessa amostra?

(A) $8,4 \times 10^{19}$

(B) $7,6 \times 10^{20}$

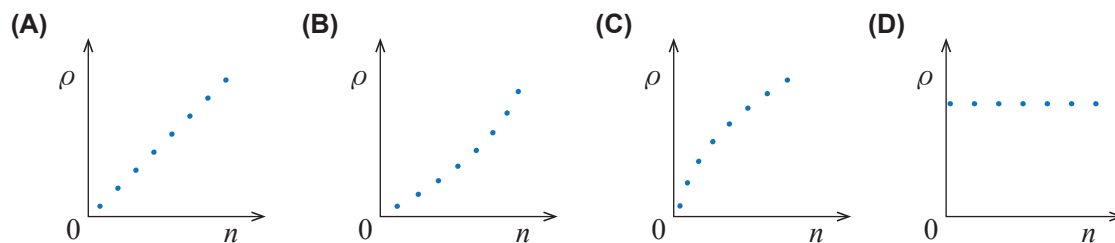
(C) $4,8 \times 10^{26}$

(D) $4,3 \times 10^{27}$

5. Considere várias amostras retiradas de uma mesma mistura gasosa constituída apenas por N_2 (g) e por O_2 (g). As amostras têm massas diferentes, apresentando todas um teor de 21,2%, em volume, de O_2 (g).

5.1. Admita que as amostras estão nas mesmas condições de pressão e de temperatura.

Qual dos esboços de gráfico pode representar a massa volúmica, ρ , das amostras em função da quantidade de matéria, n , existente nessas amostras?



5.2. Uma das amostras tem massa 4,0 g.

Determine a massa de N_2 nessa amostra.

Explicite o seu raciocínio, indicando todos os cálculos efetuados.

6. A água, presente nos estados sólido, líquido e gasoso na atmosfera terrestre, é uma substância peculiar, pois as propriedades que a caracterizam, como a variação de entalpia de vaporização e a capacidade térmica mássica, apresentam valores muito diferentes dos que seriam expectáveis.

6.1. A condensação de vapor de água envolve _____ de energia, uma vez que ocorre com _____ de ligações intermoleculares.

- (A) libertação ... formação
- (B) libertação ... quebra
- (C) absorção ... formação
- (D) absorção ... quebra

6.2. Para vaporizar uma amostra de água que se encontre à temperatura de ebulição, à pressão atmosférica normal, é necessário 7,2 vezes mais energia do que para aquecer essa amostra de 25 °C até 100 °C.

A energia envolvida na vaporização de 1,0 g de água que se encontra à temperatura de ebulição será, aproximadamente,

- (A) $3,0 \times 10^3$ J
- (B) $2,3 \times 10^3$ J
- (C) $3,0 \times 10^6$ J
- (D) $2,3 \times 10^6$ J

6.3. Uma esfera metálica é aquecida e, a seguir, mergulhada em água fria contida num calorímetro. Admita que o sistema *esfera + água* se comporta como um sistema isolado.

Considere que a massa da esfera é igual à massa da água contida no calorímetro e que a capacidade térmica mássica do metal constituinte da esfera é menor do que a capacidade térmica mássica da água.

Num mesmo intervalo de tempo, a energia cedida pela esfera será _____ energia absorvida pela água, sendo a diminuição da temperatura da esfera _____ do que o aumento da temperatura da água.

- | | |
|------------------------------|------------------------------|
| (A) menor do que a ... maior | (B) menor do que a ... menor |
| (C) igual à ... maior | (D) igual à ... menor |

Página em branco

GRUPO II

Um automóvel encontrava-se estacionado no cimo de uma rampa, como se representa na Figura 1 (que não está à escala), quando, acidentalmente, se destravou. Deslizou ao longo da rampa, com aceleração constante, até colidir com um motociclo que se encontrava parado.

Considere que, no movimento considerado, a resultante das forças dissipativas que atuaram no automóvel não foi desprezável, e considere que o automóvel pode ser representado pelo seu centro de massa (modelo da partícula material).

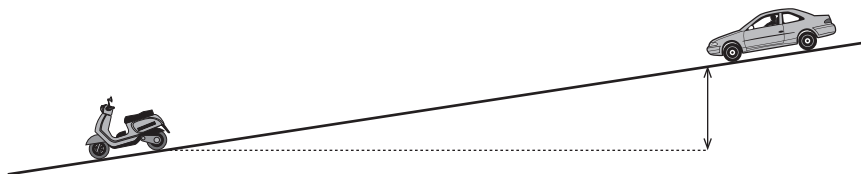


Figura 1

1. Considere a força $\vec{F}$ que constitui um par ação-reação com a força normal exercida pela rampa no automóvel.

A força $\vec{F}$ está aplicada _____, sendo a sua intensidade _____ intensidade da força gravítica que atua no automóvel.

- (A) na rampa ... menor do que a (B) na rampa ... igual à
(C) no automóvel ... menor do que a (D) no automóvel ... igual à

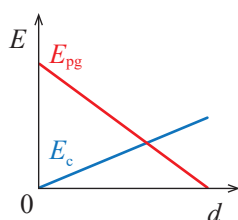
2. Para uma mesma distância percorrida sobre a rampa, o trabalho realizado pela força gravítica que atua no automóvel

- (A) não depende da inclinação da rampa, mas depende da massa do automóvel.
(B) não depende da inclinação da rampa nem da massa do automóvel.
(C) depende da inclinação da rampa e da massa do automóvel.
(D) depende da inclinação da rampa, mas não depende da massa do automóvel.

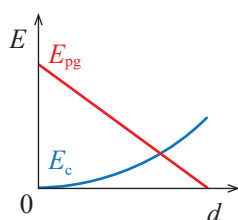
3. Nas opções seguintes, apresenta-se o esboço do gráfico da energia potencial gravítica, E_{pg} , do sistema *automóvel + Terra* (em relação a um determinado nível de referência) em função da distância, d , percorrida pelo automóvel sobre a rampa.

Em qual das opções está também representado o esboço do gráfico da energia cinética, E_c , do automóvel em função da distância, d , percorrida pelo automóvel sobre a rampa?

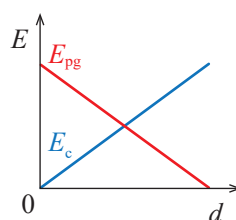
(A)



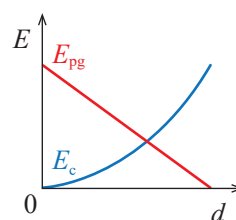
(B)



(C)



(D)



4. O automóvel, de massa $1,2 \times 10^3 \text{ kg}$, deslizou 80 m ao longo da rampa até colidir com o motociclo. A análise do acidente permitiu determinar que o módulo da velocidade do automóvel no instante da colisão era $7,5 \text{ m s}^{-1}$.

Considere que o desnível entre as posições inicial e final do automóvel era 7,0 m.

- 4.1. Determine o tempo que o automóvel demorou a percorrer aquela distância sobre a rampa, a partir de um esboço do gráfico do módulo da velocidade do automóvel em função do tempo (apresente esse esboço).

Mostre como chegou ao valor solicitado.

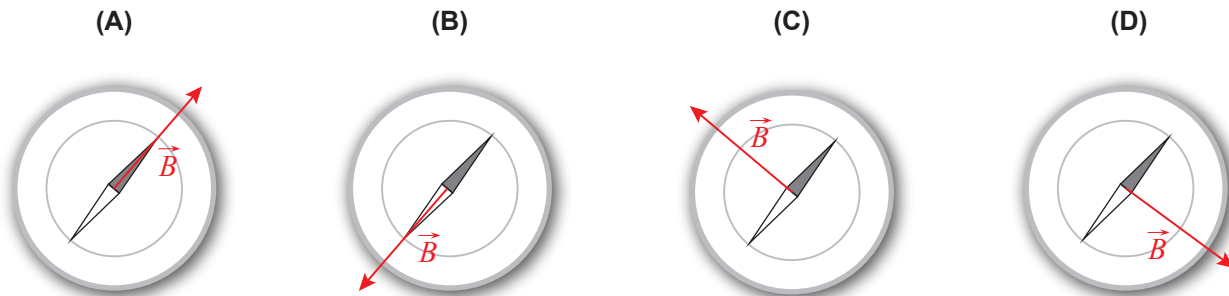
- 4.2. Determine, a partir de considerações energéticas, a intensidade da resultante das forças dissipativas que atuaram no automóvel paralelamente ao deslocamento.

Explícite o seu raciocínio, indicando todos os cálculos efetuados.

GRUPO III

1. Considere a agulha magnética, em equilíbrio, de uma bússola que se encontra num plano horizontal.

Em qual dos esquemas seguintes, nos quais o polo norte da agulha está assinalado a cinzento, está representada a componente horizontal do campo magnético, $\vec{B}$, na posição em que a bússola se encontra?



2. O circuito elétrico representado na Figura 2 é constituído por um gerador ideal (um gerador cuja resistência interna pode ser considerada nula), um reóstato T e um interruptor.

Conclua como varia a potência dissipada no reóstato T quando a resistência elétrica introduzida por esse reóstato aumenta.

Mostre como chegou à conclusão solicitada.

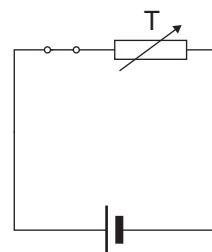


Figura 2

3. As baleias comunicam através de sons que podem ser registados por hidrofones (sensores de pressão) e por sismómetros (sensores de velocidade) instalados no fundo do mar.

- 3.1. Algumas baleias emitem um som com uma frequência praticamente constante, designado *backbeat*.

Na Figura 3, apresenta-se o registo de um sinal elétrico, obtido por um hidrofone, de parte de um *backbeat*. No eixo horizontal representa-se o tempo em ms.

A frequência deste *backbeat* está contida no intervalo

- (A) [36, 39] Hz
(B) [8, 11] Hz
(C) [53, 56] Hz
(D) [17, 20] Hz

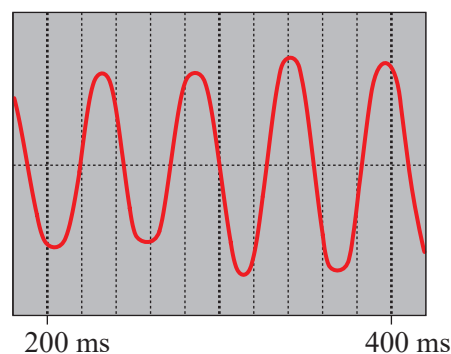


Figura 3

- 3.2. As baleias podem ser localizadas a partir da refração dos sons por elas emitidos.

Considere um som emitido por uma baleia, que se propaga inicialmente na água do mar e que, depois, se passa a propagar nos sedimentos do fundo do mar.

Na Figura 4 (que não está à escala), representam-se as direções de propagação do som detetado pelo sismómetro S.

Considere que o índice de refração de um meio, para um som, é

$$n_{\text{meio}} = \frac{k}{v_{\text{meio}}}$$

em que k é uma constante e v_{meio} é o módulo da velocidade de propagação do som no meio considerado: $1,5 \text{ km s}^{-1}$ na água do mar e $1,8 \text{ km s}^{-1}$ nos sedimentos considerados.

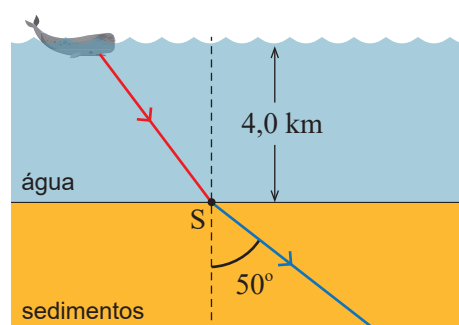


Figura 4

Determine a distância a que a baleia se encontra do sismómetro S.

Explicite o seu raciocínio, indicando todos os cálculos efetuados.

GRUPO IV

Io, Europa, Ganimedes e Calisto são satélites de Júpiter que foram descobertos por Galileu, no início do século XVII.

Considere o movimento de translação destes satélites em torno de Júpiter e admita que as órbitas por eles descritas são aproximadamente circulares.

1. A aceleração de um satélite no seu movimento de translação em torno de Júpiter

- (A) depende do raio da órbita e da massa do satélite.
- (B) depende do raio da órbita, mas não depende da massa do satélite.
- (C) não depende do raio da órbita nem da massa do satélite.
- (D) não depende do raio da órbita, mas depende da massa do satélite.

2. A massa de Júpiter pode ser determinada a partir de uma relação entre os períodos de translação, T , dos seus satélites e os raios, r , das órbitas por estes descritas, verificando-se que T^2 varia linearmente com r^3 .

Na tabela seguinte, apresentam-se os valores de r^3 e de T^2 dos satélites de Júpiter descobertos por Galileu.

Satélites	r^3 / m^3	T^2 / s^2
Io	$7,50 \times 10^{25}$	$2,34 \times 10^{10}$
Europa	$30,2 \times 10^{25}$	$9,41 \times 10^{10}$
Ganimedes	123×10^{25}	$38,2 \times 10^{10}$
Calisto	667×10^{25}	208×10^{10}

Determine a massa de Júpiter.

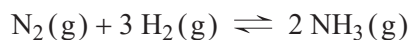
Na resposta:

- deduza a expressão de T^2 em função de r^3 , a partir da segunda lei de Newton e da lei da gravitação universal;
- apresente a equação da reta de ajuste ao gráfico de T^2 em função de r^3 (despreze a ordenada na origem);
- calcule o valor solicitado.

Explicite o seu raciocínio, indicando todos os cálculos efetuados.

GRUPO V

O nitrogénio, $\text{N}_2(\text{g})$, e o hidrogénio, $\text{H}_2(\text{g})$, são utilizados na síntese do amoníaco, $\text{NH}_3(\text{g})$, traduzida por



Considere um sistema químico de volume variável que contém apenas estas três substâncias.

Na Figura 5, apresenta-se o gráfico da quantidade, n , de cada uma das substâncias em função do tempo, t , a uma temperatura constante, T .

O sistema químico foi perturbado num instante entre t_1 e t_2 , tendo-se alterado a quantidade de uma das substâncias, a pressão constante. O sistema químico foi novamente perturbado num instante entre t_3 e t_4 .

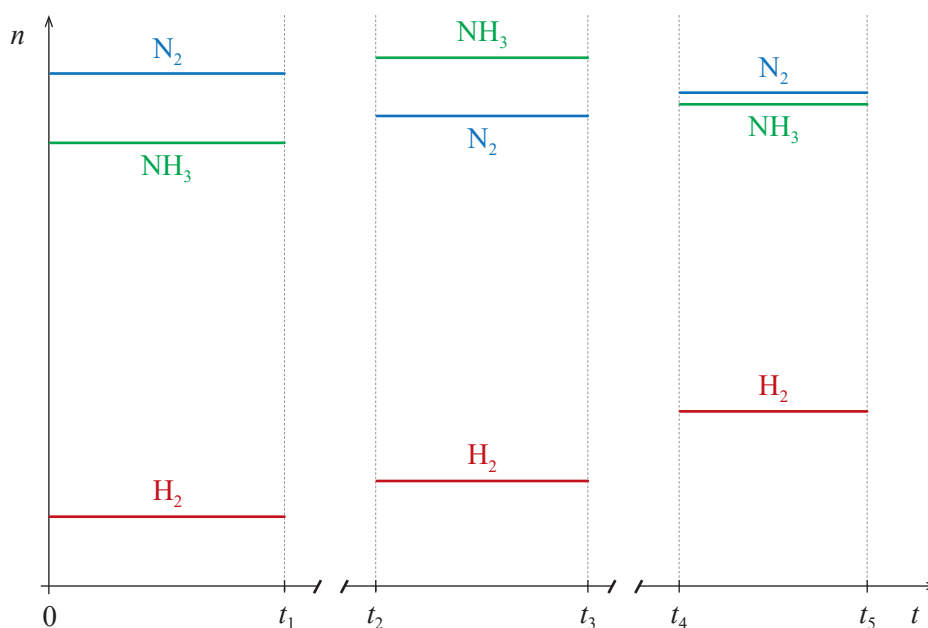


Figura 5

1. Identifique a perturbação aplicada ao sistema químico considerado, no intervalo de tempo $[t_1, t_2]$, indicando a substância cuja quantidade foi alterada e se essa substância foi introduzida ou removida do sistema.
2. Conclua, fundamentando, se o quociente da reação no intervalo de tempo $[t_2, t_3]$ é superior, inferior ou igual ao quociente da reação no intervalo de tempo $[t_4, t_5]$.

Escreva um texto estruturado, utilizando linguagem científica adequada.

3. A reação de síntese do amoníaco, sendo uma reação de

- (A) ácido-base, ocorre com transferência de elétrões.
- (B) oxidação-redução, ocorre com transferência de elétrões.
- (C) ácido-base, ocorre com transferência de protões.
- (D) oxidação-redução, ocorre com transferência de protões.

GRUPO VI

A emissão de óxidos de enxofre para a atmosfera, entre os quais o dióxido de enxofre, $\text{SO}_2(\text{g})$, dá origem ao ácido sulfúrico, $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$, presente nas chuvas ácidas.

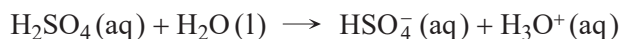
1. A formação de $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$ a partir de $\text{SO}_2(\text{g})$ pode ser globalmente traduzida por



Nesta reação, o enxofre

- (A) oxida-se, e o seu número de oxidação aumenta.
- (B) oxida-se, e o seu número de oxidação diminui.
- (C) reduz-se, e o seu número de oxidação aumenta.
- (D) reduz-se, e o seu número de oxidação diminui.

2. O ácido sulfúrico é um ácido diprótico que se ioniza em água em duas etapas sucessivas, traduzidas por



O ião HSO_4^- , ao _____ um protão, transforma-se na sua base conjugada, a espécie _____.

- (A) receber ... H_2SO_4
- (B) receber ... SO_4^{2-}
- (C) ceder ... H_2SO_4
- (D) ceder ... SO_4^{2-}

3. A Figura 6 apresenta a curva da titulação de 10,00 cm³ de uma solução de ácido sulfúrico, H₂SO₄ (aq), com uma solução padrão de hidróxido de sódio, NaOH (aq), de concentração 5,00 × 10⁻² mol dm⁻³.

A reação que ocorre pode ser traduzida por

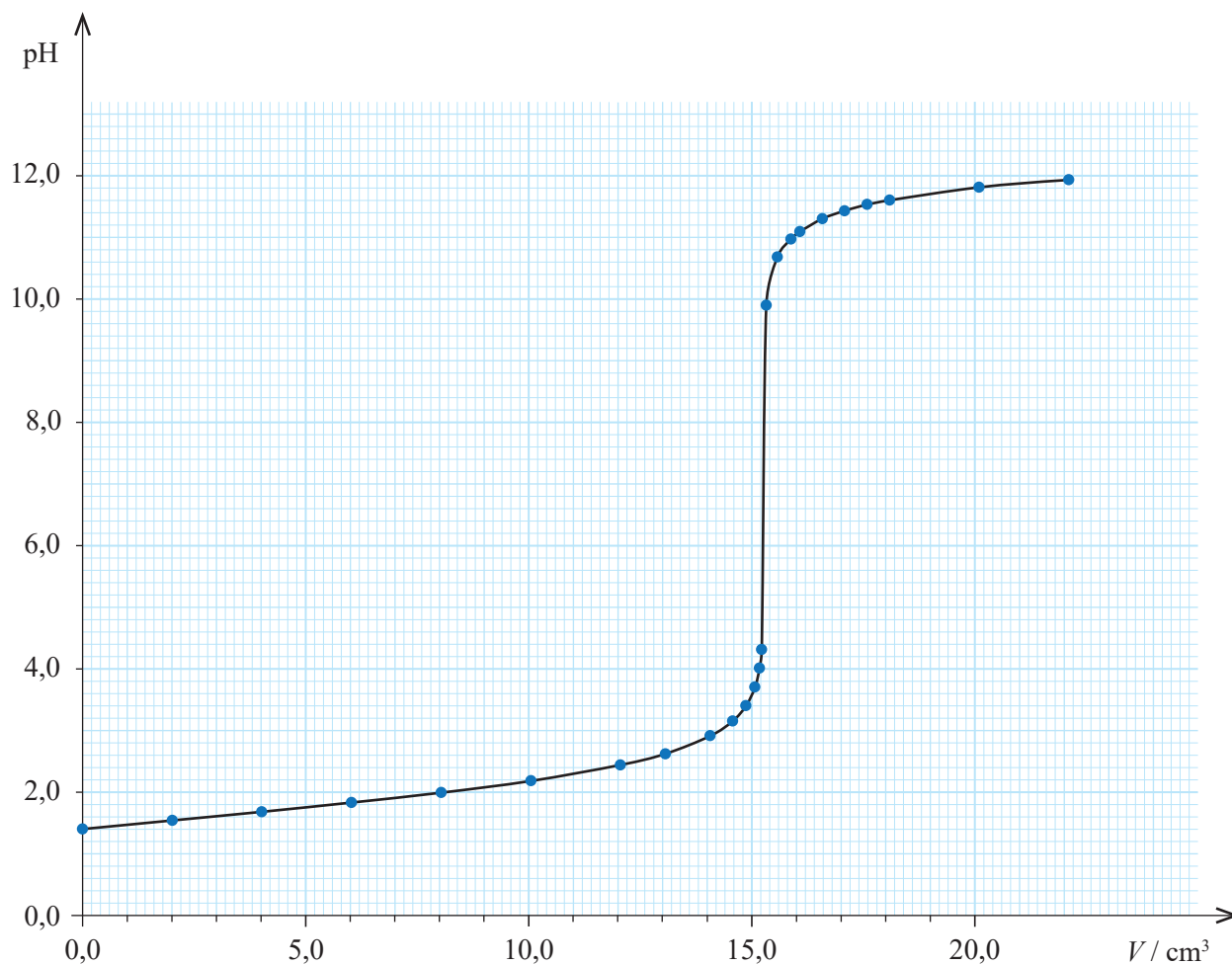
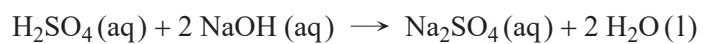


Figura 6

Determine a concentração da solução de ácido sulfúrico.

Explicite o seu raciocínio, indicando todos os cálculos efetuados.

FIM

COTAÇÕES

As pontuações obtidas nas respostas a estes 8 itens contribuem obrigatoriamente para a classificação final da prova.	Grupo								Subtotal
	I	I	I	I	I	II	II	III	
	2.	4.	5.1.	5.2.	6.3.	2.	4.2.	2.	
Cotação (em pontos)	8 x 10 pontos								80
Destes 18 itens, contribuem para a classificação final da prova os 12 itens cujas respostas obtenham melhor pontuação.	Grupo I								Subtotal
	1.	3.	6.1.	6.2.					
	Grupo II								
	1.	3.	4.1.						
	Grupo III								
	1.	3.1.	3.2.						
	Grupo IV								
	1.	2.							
	Grupo V								
	1.	2.	3.						
	Grupo VI								
1.	2.	3.							
Cotação (em pontos)	12 x 10 pontos								120
TOTAL									200

Prova 715
2.ª Fase
VERSÃO 1

Exame Final Nacional de Física e Química A
Prova 715 | 2.ª Fase | Ensino Secundário | 2020

11.º Ano de Escolaridade

Decreto-Lei n.º 55/2018, de 6 de julho

Critérios de Classificação

9 Páginas

VERSÃO DE TRABALHO

CRITÉRIOS GERAIS DE CLASSIFICAÇÃO

A classificação a atribuir a cada resposta resulta da aplicação dos critérios gerais e dos critérios específicos apresentados para cada item e é expressa por um número inteiro.

A ausência de indicação inequívoca da versão da prova implica a classificação com zero pontos das respostas aos itens de escolha múltipla.

As respostas ilegíveis ou que não possam ser claramente identificadas são classificadas com zero pontos.

Em caso de omissão ou de engano na identificação de uma resposta, esta pode ser classificada se for possível identificar inequivocamente o item a que diz respeito.

Se for apresentada mais do que uma resposta ao mesmo item, só é classificada a resposta que surgir em primeiro lugar.

ITENS DE SELEÇÃO

Nos itens de escolha múltipla, a cotação do item só é atribuída às respostas que apresentem de forma inequívoca a opção correta. Todas as outras respostas são classificadas com zero pontos.

Nas respostas aos itens de escolha múltipla, a transcrição do texto da opção escolhida é considerada equivalente à indicação da letra correspondente.

ITENS DE CONSTRUÇÃO

Resposta curta

Nos itens de resposta curta, podem ser atribuídas pontuações a respostas parcialmente corretas, de acordo com os critérios específicos de classificação.

As respostas que contenham elementos contraditórios são classificadas com zero pontos.

As respostas em que sejam utilizadas abreviaturas, siglas ou símbolos não claramente identificados são classificadas com zero pontos.

Resposta restrita

Nos itens de resposta restrita, os critérios específicos de classificação apresentam-se organizados por níveis de desempenho ou por etapas.

Os itens **cujos critérios de classificação se apresentam organizados por níveis de desempenho** requerem a apresentação de um texto estruturado ou a demonstração de como se chega, por exemplo, a uma dada conclusão ou a um dado valor (o que poderá, ou não, incluir a realização de cálculos).

A classificação das respostas aos itens cujos critérios se apresentam organizados por níveis de desempenho corresponde à pontuação do nível de desempenho em que as respostas forem enquadradas. Qualquer resposta que não atinja o nível 1 de desempenho é classificada com zero pontos.

- A classificação das respostas ao item que requer a apresentação de um texto estruturado tem por base os descritores de desempenho definidos no critério específico de classificação. Estes descritores têm em consideração o conteúdo e a estruturação da resposta, bem como a utilização de linguagem científica adequada.

Um texto estruturado deve evidenciar uma ligação conceptualmente consistente entre os elementos apresentados, independentemente da sequência em que esses elementos surjam na resposta.

Os elementos apresentados na resposta que evidenciem contradições não devem ser considerados para efeito de classificação.

A utilização de linguagem científica adequada corresponde à utilização de terminologia correta relativa aos conceitos científicos mobilizados na resposta, tendo em consideração os documentos curriculares de referência. A utilização esporádica de abreviaturas, de siglas e de símbolos não claramente identificados corresponde a falhas na utilização da linguagem científica.

- A classificação das respostas aos itens que requerem a demonstração de como se chega, por exemplo, a uma dada conclusão ou a um dado valor tem por base os descritores de desempenho definidos nos critérios específicos de classificação.

Na classificação das respostas a este tipo de itens, a utilização de abreviaturas, de siglas e de símbolos não constitui, em geral, fator de desvalorização.

Os itens **cujos critérios de classificação se apresentam organizados por etapas** requerem a realização de cálculos.

A classificação das respostas aos itens cujos critérios se apresentam organizados por etapas resulta da soma das pontuações atribuídas às etapas presentes na resposta, à qual podem ser subtraídos pontos em função dos erros cometidos.

Na classificação das respostas aos itens cujos critérios de classificação se apresentam organizados por etapas, consideram-se dois tipos de erros:

Erros de tipo 1 – erros de cálculo numérico, transcrição incorreta de valores numéricos na resolução e conversão incorreta de unidades, desde que coerentes com a grandeza calculada.

Erros de tipo 2 – erros de cálculo analítico, ausência de conversão de unidades (qualquer que seja o número de conversões não efetuadas, contabiliza-se apenas como um erro de tipo 2), ausência de unidades no resultado final, apresentação de unidades incorretas no resultado final e outros erros que não possam ser considerados de tipo 1.

À soma das pontuações atribuídas às etapas apresentadas deve(m) ser subtraído(s):

- 1 ponto se forem cometidos apenas erros de tipo 1, qualquer que seja o seu número;
- 2 pontos se for cometido apenas um erro de tipo 2, qualquer que seja o número de erros de tipo 1 cometidos;
- 4 pontos se forem cometidos mais do que um erro de tipo 2, qualquer que seja o número de erros de tipo 1 cometidos.

Os erros cometidos só são contabilizados nas etapas que não sejam pontuadas com zero pontos.

As etapas que evidenciem contradições devem ser pontuadas com zero pontos.

No quadro seguinte, apresentam-se os critérios de classificação a aplicar, em situações específicas, nas respostas aos itens de resposta restrita cujos critérios se apresentam organizados por etapas.

Situação	Classificação
1. Apresentação apenas do resultado final.	A resposta é classificada com zero pontos.
2. Utilização de processos de resolução não previstos nos critérios específicos de classificação.	É aceite qualquer processo de resolução cientificamente correto, desde que respeite as instruções dadas. Os critérios específicos serão adaptados, em cada caso, ao processo de resolução apresentado.
3. Utilização de processos de resolução que não respeitem as instruções dadas.	Se a instrução dada se referir ao processo global de resolução do item, a resposta é classificada com zero pontos. Se a instrução dada se referir apenas a uma etapa de resolução, essa etapa é pontuada com zero pontos.
4. Utilização de valores numéricos não fornecidos no enunciado dos itens, na tabela de constantes e na tabela periódica.	As etapas em que esses valores forem utilizados são pontuadas com zero pontos.
5. Utilização de valores numéricos diferentes dos fornecidos no enunciado dos itens ou de valores que não se enquadrem nas condições definidas no enunciado dos itens.	As etapas em que esses valores forem utilizados são pontuadas com zero pontos.
6. Utilização de expressões ou de equações erradas.	As etapas em que essas expressões ou essas equações forem utilizadas são pontuadas com zero pontos.
7. Obtenção ou utilização de valores numéricos que careçam de significado físico.	As etapas em que esses valores forem obtidos ou utilizados são pontuadas com zero pontos.
8. Não apresentação dos cálculos correspondentes a uma ou mais etapas de resolução.	As etapas nas quais os cálculos não sejam apresentados são pontuadas com zero pontos. As etapas subsequentes que delas dependam são pontuadas de acordo com os critérios de classificação, desde que sejam apresentados, pelo menos, os valores das grandezas a obter naquelas etapas.
9. Omissão de uma ou mais etapas de resolução.	Essas etapas e as etapas subsequentes que delas dependam são pontuadas com zero pontos.
10. Resolução com erros (de tipo 1 ou de tipo 2) de uma ou mais etapas necessárias à resolução das etapas subsequentes.	Essas etapas e as etapas subsequentes são pontuadas de acordo com os critérios de classificação.
11. Não explicitação dos valores numéricos a calcular em etapas de resolução intermédias.	A não explicitação desses valores não implica, por si só, qualquer desvalorização, desde que seja dada continuidade ao processo de resolução.
12. Ausência de unidades ou apresentação de unidades incorretas nos resultados obtidos em etapas de resolução intermédias.	Estas situações não implicam, por si só, qualquer desvalorização.
13. Apresentação de uma unidade correta no resultado final diferente daquela que é considerada nos critérios específicos de classificação.	Esta situação não implica, por si só, qualquer desvalorização, exceto se houver uma instrução explícita relativa à unidade a utilizar, caso em que será considerado um erro de tipo 2.
14. Apresentação de cálculos que evidenciam a não identificação da grandeza cujo cálculo foi solicitado no enunciado do item.	A etapa correspondente a esse cálculo é pontuada com zero pontos.
15. Apresentação de valores calculados com arredondamentos incorretos ou com um número incorreto de algarismos significativos.	A apresentação desses valores não implica, por si só, qualquer desvalorização. Constituem exceção situações decorrentes da resolução de itens de natureza experimental e situações em que haja uma instrução explícita relativa a arredondamentos ou a algarismos significativos.

CRITÉRIOS ESPECÍFICOS DE CLASSIFICAÇÃO

GRUPO I

1. Versão 1 – (C); Versão 2 – (D) 10 pontos
2. Versão 1 – (B); Versão 2 – (A) 10 pontos
3. 10 pontos
- Indica a geometria da molécula (geometria linear).
4. Versão 1 – (B); Versão 2 – (D) 10 pontos
- 5.1. Versão 1 – (D); Versão 2 – (C) 10 pontos
- 5.2. 10 pontos
- Determina o valor solicitado, percorrendo as etapas seguintes:
- Relaciona a percentagem em volume com a percentagem em quantidade de um dos componentes da amostra (ou equivalente) 3 pontos
 - Determina a quantidade total de moléculas na amostra a partir de uma relação equivalente a $0,212 \times n_{\text{total}} \times 32,00 + 0,788 \times n_{\text{total}} \times 28,02 = 4,0$
($n_{\text{total}} = 0,139 \text{ mol}$)
- OU
- Determina a quantidade de um dos componentes da amostra a partir de uma relação equivalente a $n_{\text{N}_2} \times 28,02 + \frac{n_{\text{N}_2}}{3,717} \times 32,00 = 4,0$ ($n_{\text{N}_2} = 0,109 \text{ mol}$) ou equivalente a $n_{\text{O}_2} \times 3,717 \times 28,02 + n_{\text{O}_2} \times 32,00 = 4,0$ ($n_{\text{O}_2} = 2,94 \times 10^{-2} \text{ mol}$)
- OU
- Relaciona a massa de N_2 com a massa de O_2
($m_{\text{N}_2} = 3,255 m_{\text{O}_2}$ ou $m_{\text{O}_2} = 0,3072 m_{\text{N}_2}$) 5 pontos
- Calcula a massa de nitrogénio na amostra ($m_{\text{N}_2} = 3,1 \text{ g}$) 2 pontos
- 6.1. Versão 1 – (A); Versão 2 – (B) 10 pontos
- 6.2. Versão 1 – (B); Versão 2 – (C) 10 pontos
- 6.3. Versão 1 – (C); Versão 2 – (A) 10 pontos

GRUPO II

1. Versão 1 – (A); Versão 2 – (B) 10 pontos

2. Versão 1 – (C); Versão 2 – (D) 10 pontos

3. Versão 1 – (A); Versão 2 – (D) 10 pontos

4.1. 10 pontos

Níveis	Descritores de desempenho	Pontuação
4	Apresenta um esboço do gráfico velocidade-tempo. Calcula o tempo que o automóvel demorou a deslocar-se entre A e B ($t = 21$ s), baseando-se na identificação da área sob a curva do gráfico com a distância percorrida entre A e B.	10
3	Apresenta o descrito no nível 4, com, pelo menos, uma das seguintes falhas: • ausência de identificação dos eixos do gráfico; • erro de cálculo numérico; • ausência de unidade no resultado final.	8
2	Apresenta um esboço do gráfico velocidade-tempo. Identifica a área sob a curva do gráfico com a distância percorrida entre A e B.	5
1	Identifica a área sob a curva do gráfico com a distância percorrida entre A e B.	2

4.2. 10 pontos

Determina o valor solicitado, percorrendo as etapas seguintes:

• Calcula a energia cinética do automóvel ao colidir com o motociclo
($E_c = 3,38 \times 10^4$ J) 2 pontos

• Calcula a variação da energia potencial gravítica do sistema *automóvel + Terra*
($\Delta E_{pg} = -8,40 \times 10^4$ J)
OU

Calcula o trabalho realizado pela força gravítica que atua no automóvel
($W_{\vec{F}_g} = 8,40 \times 10^4$ J) 2 pontos

• Calcula o trabalho que seria realizado pela resultante das forças dissipativas
($W = -5,02 \times 10^4$ J) 3 pontos

• Calcula a intensidade da resultante das forças dissipativas que atuaram no automóvel paralelamente ao deslocamento ($F = 6,3 \times 10^2$ N) 3 pontos

GRUPO III

1. Versão 1 – (A); Versão 2 – (C) 10 pontos

2. 10 pontos

Níveis	Descritores de desempenho	Pontuação
4	Refere que a diferença de potencial nos terminais do gerador é independente da corrente elétrica, sendo igual à diferença de potencial nos terminais do reóstato. Refere que a corrente no circuito diminui quando a resistência aumenta. Conclui, a partir da relação $P = UI$, que a potência dissipada diminui quando a resistência aumenta. OU Refere que a diferença de potencial nos terminais do gerador é independente da corrente elétrica, sendo igual à diferença de potencial nos terminais do reóstato. Conclui, a partir da relação $P = \frac{U^2}{R}$, que a potência dissipada diminui quando a resistência aumenta.	10
3	Refere que a diferença de potencial nos terminais do reóstato é constante. Refere que a corrente no circuito diminui quando a resistência aumenta. Conclui, a partir da relação $P = UI$, que a potência dissipada diminui quando a resistência aumenta. OU Refere que a diferença de potencial nos terminais do reóstato é constante. Conclui, a partir da relação $P = \frac{U^2}{R}$, que a potência dissipada diminui quando a resistência aumenta.	8
2	Refere que a diferença de potencial nos terminais do gerador é independente da corrente elétrica, sendo igual à diferença de potencial nos terminais do reóstato. Refere que a corrente no circuito diminui quando a resistência aumenta.	5
1	Refere que a diferença de potencial nos terminais do gerador é independente da corrente elétrica, sendo igual à diferença de potencial nos terminais do reóstato. OU Refere que a diferença de potencial nos terminais do reóstato é constante. Refere que a corrente no circuito diminui quando a resistência aumenta.	3

3.1. Versão 1 – (D); Versão 2 – (B) 10 pontos

3.2. 10 pontos

Determina o valor solicitado, percorrendo as etapas seguintes:

- Calcula o seno do ângulo de incidência ($\sin \alpha = 0,638$) 6 pontos
- Calcula a distância a que a baleia se encontra do sismómetro ($d = 5,2 \text{ km}$) ... 4 pontos

GRUPO IV

1. Versão 1 – (B); Versão 2 – (D) 10 pontos

2. 10 pontos

Determina o valor solicitado, percorrendo as etapas seguintes:

- Deduz a expressão solicitada $\left(T^2 = \frac{4\pi^2}{G m_J} r^3\right)$ 3 pontos
- Apresenta a equação da reta de ajuste ao gráfico $T^2 = f(r^3)$
 $(T^2 = 3,119 \times 10^{-16} r^3)$ 3 pontos
- Determina a massa de Júpiter $(m_J = 1,90 \times 10^{27} \text{ kg})$ 4 pontos

GRUPO V

1. 10 pontos

Identifica a perturbação aplicada ao sistema químico (introdução de H_2 no sistema ou equivalente).

2. 10 pontos

Fundamentação:

- identificação do quociente da reação com a constante de equilíbrio da reação, nos intervalos de tempo considerados;
- não alteração da temperatura do sistema e uma mesma constante de equilíbrio da reação nos intervalos de tempo considerados.

Conclusão: o quociente da reação no intervalo de tempo $[t_2, t_3]$ é igual ao quociente da reação no intervalo de tempo $[t_4, t_5]$.

Níveis	Descritores de desempenho	Pontuação
4	A resposta: • apresenta a fundamentação e a conclusão; • é estruturada; • apresenta linguagem científica adequada.	10
3	A resposta: • apresenta a fundamentação e a conclusão; • apresenta falhas de estrutura ou na linguagem científica. OU • apresenta apenas a fundamentação; • é estruturada; • apresenta linguagem científica adequada.	8
2	A resposta: • apresenta apenas a fundamentação; • apresenta falhas de estrutura ou na linguagem científica.	6
1	A resposta: • apresenta uma fundamentação incompleta; • apresenta linguagem científica adequada.	3

3. Versão 1 – (B); Versão 2 – (A) 10 pontos

GRUPO VI

1. Versão 1 – (A); Versão 2 – (B) 10 pontos
2. Versão 1 – (D); Versão 2 – (A) 10 pontos
3. 10 pontos

Determina o valor solicitado, percorrendo as etapas seguintes:

- Calcula a quantidade de NaOH adicionada até ao ponto de equivalência da titulação
 $(n_{\text{NaOH}} = 7,600 \times 10^{-4} \text{ mol})$ (ver nota 1) 5 pontos
- Calcula a quantidade de H_2SO_4 presente na solução titulada
 $(n_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 3,800 \times 10^{-4} \text{ mol})$ 3 pontos
- Calcula a concentração da solução de H_2SO_4 (aq)
 $(c = 3,80 \times 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3})$ (ver nota 2) 2 pontos

Notas:

1. A apresentação de um volume de titulante gasto até ao ponto de equivalência diferente de $15,2 \text{ cm}^3$ ou de $15,3 \text{ cm}^3$ contido no intervalo $[15,1; 15,3] \text{ cm}^3$ será considerado um erro de tipo 2. A apresentação de um volume de titulante gasto até ao ponto de equivalência superior a $22,2 \text{ cm}^3$ implica que a resposta seja classificada com zero pontos.
2. A apresentação da concentração da solução de H_2SO_4 (aq) com um número incorreto de algarismos significativos deve ser considerada um erro de tipo 2.

COTAÇÕES

As pontuações obtidas nas respostas a estes 8 itens contribuem obrigatoriamente para a classificação final da prova.	Grupo								Subtotal
	I	I	I	I	I	II	II	III	
	2.	4.	5.1.	5.2.	6.3.	2.	4.2.	2.	
Cotação (em pontos)	8 x 10 pontos								80
Destes 18 itens, contribuem para a classificação final da prova os 12 itens cujas respostas obtenham melhor pontuação.	Grupo I								Subtotal
	1.	3.	6.1.	6.2.					
	Grupo II								
	1.	3.	4.1.						
	Grupo III								
	1.	3.1.	3.2.						
	Grupo IV								
	1.	2.							
	Grupo V								
	1.	2.	3.						
	Grupo VI								
	1.	2.	3.						
Cotação (em pontos)	12 x 10 pontos								120
TOTAL									200