

Exame Final Nacional de Física e Química A
Prova 715 | 2.ª Fase | Ensino Secundário | 2017

11.º Ano de Escolaridade

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

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

15 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.

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** $E_{pg} = m g h$
 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** $W = F d \cos \alpha$
 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
 ΔE_c – variação da energia cinética do centro de massa do corpo
- **Trabalho realizado pela força gravítica** $W = -\Delta E_{pg}$
 ΔE_{pg} – variação da energia potencial gravítica
- **Potência** $P = \frac{E}{\Delta t}$
 E – energia
 Δt – intervalo de tempo

- Energia ganha ou perdida por um corpo devido à variação da sua 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 – 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 $v = v_0 + a t$
 a – componente escalar da aceleração
 t – tempo
- 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 $\omega = \frac{2\pi}{T}$
 r – raio da trajetória $v = \omega r$
 ω – módulo da velocidade angular
 T – período
- 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 radiação no meio considerado
- 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, 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** $|E_i| = \frac{|\Delta \Phi_m|}{\Delta t}$
 $\Delta \Phi_m$ – variação do fluxo magnético
 Δt – intervalo de tempo

GRUPO I

Considere dois conjuntos, A e B, ambos constituídos por um ciclista e pela respetiva bicicleta. Estes conjuntos movem-se numa pista horizontal.

Admita que cada conjunto pode ser representado pelo seu centro de massa (modelo da partícula material).

1. O trabalho realizado pelo peso do conjunto A, num percurso nessa pista,

(A) é nulo, porque o peso do conjunto é perpendicular ao deslocamento efetuado.

(B) será diferente de zero se a energia cinética do conjunto variar.

(C) é nulo, porque o peso do conjunto é independente do deslocamento efetuado.

(D) será diferente de zero se a trajetória do conjunto for circular.

2. Considere que v_A representa o módulo da velocidade do conjunto A e que v_B representa o módulo da velocidade do conjunto B.

Se a massa do conjunto A for $\frac{3}{4}$ da massa do conjunto B, a energia cinética do conjunto A será igual à energia cinética do conjunto B quando

(A) $v_A = \frac{4}{3} v_B$

(B) $v_A = \frac{3}{4} v_B$

(C) $v_A = \sqrt{\frac{4}{3}} v_B$

(D) $v_A = \sqrt{\frac{3}{4}} v_B$

3. Admita que, num determinado intervalo de tempo, os conjuntos A e B se movem paralelamente um ao outro, num troço retilíneo da pista horizontal.

Considere um referencial unidimensional, Ox , paralelo à trajetória dos conjuntos nesse troço.

Na Figura 1, encontram-se representados os esboços dos gráficos das componentes escalares da velocidade, v_x , dos conjuntos A e B, segundo o referencial Ox , em função do tempo, t , no intervalo de tempo considerado.

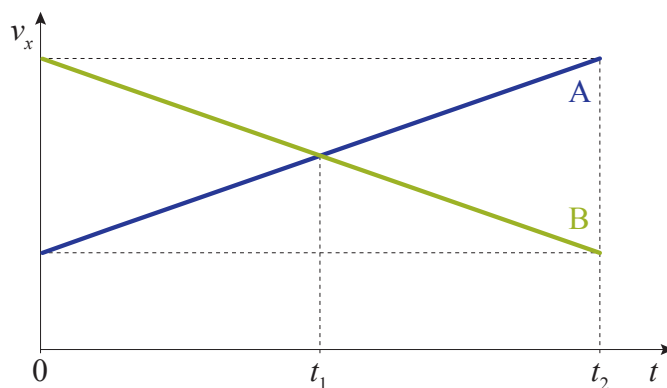


Figura 1

- 3.1. De acordo com o gráfico, no intervalo de tempo $[0, t_2]$, os conjuntos A e B

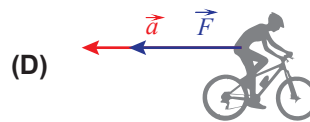
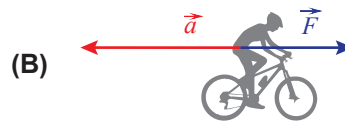
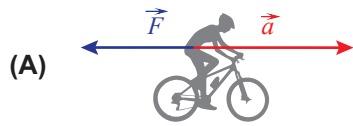
- (A) cruzam-se no instante t_1 .
- (B) movem-se no mesmo sentido.
- (C) percorrem distâncias diferentes.
- (D) têm módulos da aceleração diferentes.

- 3.2. Conclua se a soma dos trabalhos realizados pelas forças não conservativas que atuam no conjunto A, no intervalo de tempo $[0, t_2]$, é positiva ou negativa.

Apresente num texto a fundamentação da conclusão solicitada.

3.3. Nos esquemas seguintes, está representado o conjunto B, que se move da esquerda para a direita.

Em qual dos esquemas se encontram representados o vetor resultante das forças, \vec{F} , que atuam nesse conjunto e o vetor aceleração, \vec{a} , no intervalo de tempo $[0, t_2]$?



4. Considere que um dos conjuntos, de massa 80 kg e inicialmente com uma velocidade de módulo $6,0 \text{ m s}^{-1}$, percorre, num outro troço retilíneo da pista, 100 m em 20 s, sob a ação de uma força de travagem constante.

Determine a intensidade da resultante das forças que atuam no conjunto, no intervalo de tempo considerado. Admita que essa resultante se mantém constante.

Apresente todas as etapas de resolução.

5. Um dos conjuntos descreve, num outro intervalo de tempo, um arco de circunferência, com velocidade de módulo constante.

Conclua, com base na caracterização do vetor velocidade, relativamente à trajetória descrita, se a aceleração do conjunto é, ou não, nula, no intervalo de tempo considerado.

Apresente num texto a fundamentação da conclusão solicitada.

GRUPO II

Considere amostras puras de gelo fragmentado, à pressão de 1 atm e à temperatura de fusão ($0,0\text{ }^{\circ}\text{C}$).

1. Admita que uma dessas amostras de gelo se encontrava inicialmente a $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Qual foi a variação de temperatura, expressa em kelvin, dessa amostra, até ficar à temperatura de fusão?

- (A) 283 K (B) 263 K (C) -10 K (D) 10 K

2. Enquanto uma pequena amostra de gelo se funde, a sua energia interna

- (A) mantém-se constante, porque a sua temperatura se mantém constante.
(B) aumenta, porque a sua temperatura aumenta.
(C) mantém-se constante, apesar de a sua temperatura aumentar.
(D) aumenta, apesar de a sua temperatura se manter constante.

3. Num recipiente, introduz-se uma amostra de 150 g de gelo, à temperatura de $0,0\text{ }^{\circ}\text{C}$, e uma amostra de água, à temperatura de $20,0\text{ }^{\circ}\text{C}$.

3.1. Determine a massa mínima de água, a $20,0\text{ }^{\circ}\text{C}$, que será necessário adicionar à amostra de gelo para que esta apenas se funda, ficando a mistura em equilíbrio térmico à temperatura de $0,0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Admita que não há trocas de energia entre a mistura obtida e a sua vizinhança.

A energia necessária à fusão de 1,0 kg de gelo é $3,34 \times 10^5\text{ J}$.

Apresente todas as etapas de resolução.

3.2. Para que a amostra de água adicionada ao gelo ficasse à temperatura de $20,0\text{ }^{\circ}\text{C}$, forneceu-se-lhe energia com uma fonte de 250 W, durante 1,5 minutos. Neste processo, a energia interna da água aumentou $1,4 \times 10^4\text{ J}$.

Qual foi o rendimento do processo de aquecimento da água?

- (A) 37% (B) 62% (C) 2,7% (D) 70%

GRUPO III

Na Figura 2, encontra-se representado o gráfico do índice de refração, n , de um vidro SF10, em função do comprimento de onda, λ , da radiação eletromagnética, no vácuo.

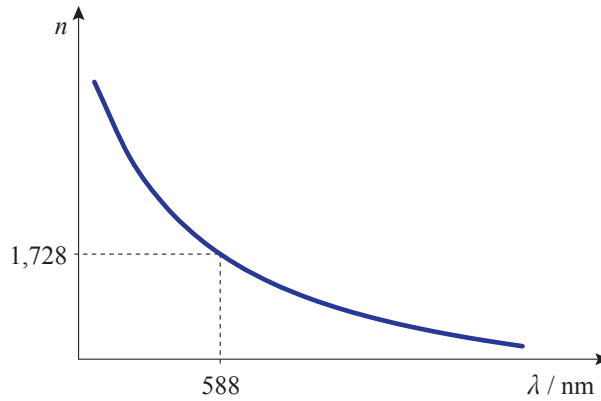


Figura 2

1. Explique, com base no gráfico, como varia a velocidade de propagação da radiação eletromagnética no vidro SF10, à medida que o comprimento de onda da radiação, no vácuo, aumenta.

Apresente num texto a explicação solicitada.

2. A Figura 3 representa um feixe de radiação monocromática, de comprimento de onda 588 nm, no vácuo, que, propagando-se inicialmente no interior de um paralelepípedo de vidro SF10, incide numa das faces desse paralelepípedo. Uma parte desse feixe é refletida nessa face, enquanto outra parte passa a propagar-se no ar.

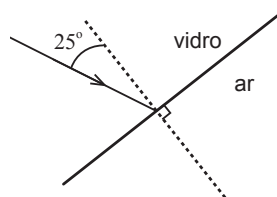


Figura 3

- 2.1. Qual é o ângulo entre o feixe refletido e a face do paralelepípedo na qual o feixe se refletiu?

- 2.2. Qual é o ângulo de incidência a partir do qual o feixe será totalmente refletido na face do paralelepípedo?

(A) $35,4^\circ$

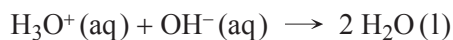
(B) $42,8^\circ$

(C) $46,7^\circ$

(D) $90,0^\circ$

GRUPO IV

A reação que ocorre na titulação de uma solução aquosa de ácido clorídrico com uma solução aquosa de hidróxido de sódio pode ser traduzida por



Com o objetivo de obter a curva da titulação ácido-base, um grupo de alunos efetuou a titulação de uma amostra de uma solução aquosa de ácido clorídrico, $\text{HCl}(\text{aq})$, com uma solução aquosa de hidróxido de sódio, $\text{NaOH}(\text{aq})$.

Na Figura 4, está representada uma montagem semelhante à que foi utilizada pelos alunos na referida titulação.

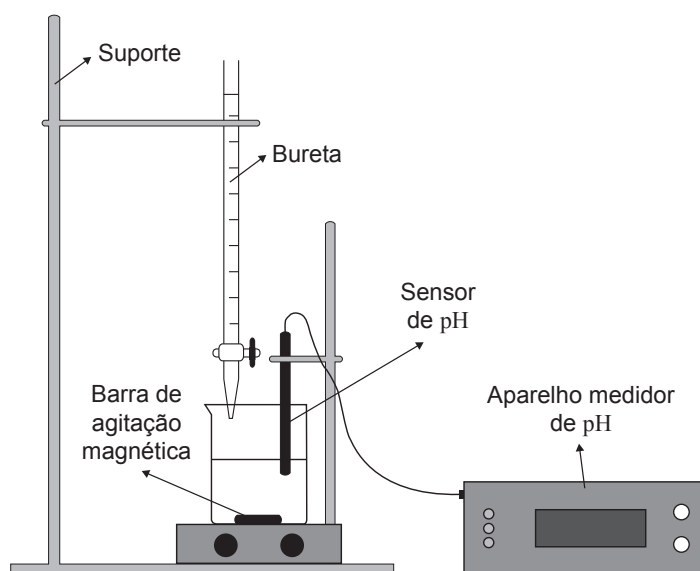


Figura 4

No início da titulação, o copo continha $50,0 \text{ cm}^3$ de uma solução aquosa de HCl , de concentração $2,00 \times 10^{-4} \text{ mol}$ por $1,00 \text{ cm}^3$ de solução.

A concentração da solução aquosa de NaOH , utilizada como solução titulante, era $0,400 \text{ mol dm}^{-3}$.

1. O que se designa por *curva de titulação*?
2. Que volume de solução de NaOH deverá ter sido adicionado à solução de HCl até ao ponto de equivalência da titulação?

(A) $25,0 \text{ cm}^3$

(B) $20,0 \text{ cm}^3$

(C) $0,500 \text{ cm}^3$

(D) $2,00 \text{ cm}^3$

3. No ponto de equivalência da titulação,

- (A) existirá uma quantidade de íons H_3O^+ (aq) superior à de íons OH^- (aq).
- (B) não existirá qualquer quantidade de íons H_3O^+ (aq) nem de íons OH^- (aq).
- (C) existirão quantidades iguais de íons H_3O^+ (aq) e de íons OH^- (aq).
- (D) existirá uma quantidade de íons OH^- (aq) superior à de íons H_3O^+ (aq).

4. Para obter a curva de titulação, é necessário continuar a adicionar a solução titulante depois de atingido o ponto de equivalência da titulação.

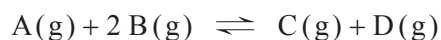
Considere que, à solução inicial de HCl, foi adicionado um volume total de $40,0 \text{ cm}^3$ de solução de NaOH, admitindo-se, assim, que o volume total da solução resultante era $90,0 \text{ cm}^3$.

Determine o pH, a $25 \text{ }^\circ\text{C}$, da solução resultante.

Apresente todas as etapas de resolução.

GRUPO V

Considere que, num reator com a capacidade de $1,00 \text{ L}$, se misturaram $0,80 \text{ mol}$ de um reagente $\text{A}(\text{g})$ com $1,30 \text{ mol}$ de um outro reagente $\text{B}(\text{g})$, que reagiram entre si, formando-se os produtos $\text{C}(\text{g})$ e $\text{D}(\text{g})$. Esta reação pode ser traduzida por



Depois de atingido o equilíbrio, à temperatura T , verificou-se que existiam no reator $0,45 \text{ mol}$ de $\text{C}(\text{g})$.

1. Determine a constante de equilíbrio, K_c , da reação considerada, à temperatura T .

Apresente todas as etapas de resolução.

2. Determine o rendimento da reação, nas condições consideradas.

Apresente todas as etapas de resolução.

GRUPO VI

1. Considere uma mistura gasosa constituída por 76,5% (*m/m*) de nitrogénio, N_2 (g), e por 23,5% (*m/m*) de oxigénio, O_2 (g).

Na Figura 5, está representado um gráfico do volume, V , ocupado por um gás ideal (como é o caso da mistura gasosa considerada) em função da quantidade, n , de gás, a 20 °C e 1 atm.

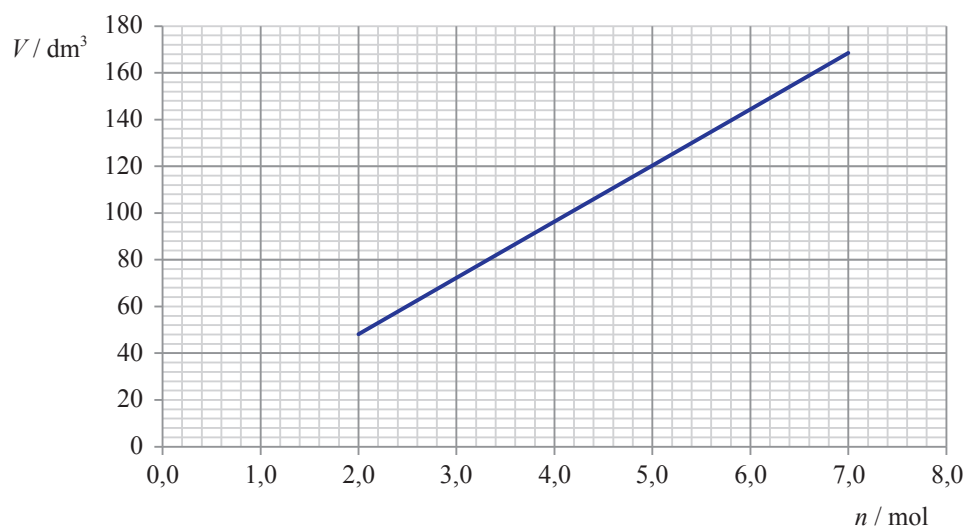


Figura 5

- 1.1. Qual é o significado físico do declive da reta representada?
- 1.2. Calcule a massa volúmica da mistura gasosa, a 20 °C e 1 atm.
Apresente todas as etapas de resolução.

2. Uma amostra pura de 100 g de $N_2(g)$ conterà, no total, cerca de

(A) $2,15 \times 10^{24}$ átomos.

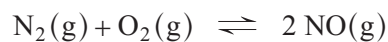
(B) $3,37 \times 10^{23}$ átomos.

(C) $4,30 \times 10^{24}$ átomos.

(D) $1,69 \times 10^{23}$ átomos.

3. O nitrogénio, $N_2(g)$, e o oxigénio, $O_2(g)$, reagem entre si a temperaturas elevadas, formando-se óxido de nitrogénio, $NO(g)$, uma substância poluente.

A reação de formação do $NO(g)$ pode ser traduzida por



Nesta reação, o agente redutor é o

(A) $N_2(g)$, sendo a variação do número de oxidação do átomo de nitrogénio +2.

(B) $N_2(g)$, sendo a variação do número de oxidação do átomo de nitrogénio -2.

(C) $O_2(g)$, sendo a variação do número de oxidação do átomo de oxigénio +2.

(D) $O_2(g)$, sendo a variação do número de oxidação do átomo de oxigénio -2.

GRUPO VII

1. Na representação da molécula de N_2 na notação de Lewis, quantos eletrões, no total, devem estar representados?
2. A energia, transferida como calor, necessária para dissociar 1 mol de moléculas de $N_2(g)$, a pressão constante, é 945 kJ.

A variação de entalpia associada à obtenção de 4 mol de átomos de nitrogénio, em fase gasosa, a partir de 2 mol de $N_2(g)$ é

(A) $+ (4 \times 945)$ kJ

(B) $- (4 \times 945)$ kJ

(C) $+ (2 \times 945)$ kJ

(D) $- (2 \times 945)$ kJ

3. Os eletrões de valência do átomo de nitrogénio, no estado fundamental, encontram-se distribuídos por

(A) duas orbitais, uma das quais apresenta menor energia do que a outra.

(B) quatro orbitais, uma das quais apresenta menor energia do que as outras.

(C) quatro orbitais, apresentando todas a mesma energia.

(D) duas orbitais, apresentando ambas a mesma energia.

4. Um dos dois isótopos naturais do nitrogénio tem número de massa 15.

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

(A) 7 neutrões.

(B) 8 neutrões.

(C) 14 neutrões.

(D) 15 neutrões.

5. Qual é o elemento do 2.º período da tabela periódica cujos átomos, no estado fundamental, apresentam menor raio atómico?

FIM

COTAÇÕES

Grupo	Item							
	Cotação (em pontos)							
I	1.	2.	3.1.	3.2.	3.3.	4.	5.	
	5	5	5	15	5	10	10	55
II	1.	2.	3.1.	3.2.				
	5	5	10	5				25
III	1.	2.1.	2.2.					
	10	5	5					20
IV	1.	2.	3.	4.				
	5	5	5	15				30
V	1.	2.						
	10	10						20
VI	1.1.	1.2.	2.	3.				
	5	10	5	5				25
VII	1.	2.	3.	4.	5.			
	5	5	5	5	5			25
TOTAL								200

Prova 715
2.ª Fase
VERSÃO 1

Exame Final Nacional de Física e Química A
Prova 715 | 2.ª Fase | Ensino Secundário | 2017

11.º Ano de Escolaridade

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

Critérios de Classificação

11 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, são atribuídas pontuações às respostas total ou parcialmente corretas, de acordo com os critérios específicos.

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 de classificação apresentam-se organizados por níveis de desempenho ou por etapas. A cada nível de desempenho e a cada etapa corresponde uma dada pontuação.

Caso as respostas contenham elementos contraditórios, os tópicos ou as etapas que apresentem esses elementos não são considerados para efeito de classificação, ou são pontuadas com zero pontos, respetivamente.

A classificação das respostas aos itens cujos critérios se apresentam organizados por níveis de desempenho resulta da pontuação do nível de desempenho em que as respostas forem enquadradas. Se permanecerem dúvidas quanto ao nível a atribuir, deve optar-se pelo nível mais elevado de entre os dois tidos em consideração. Qualquer resposta que não atinja o nível 1 de desempenho é classificada com zero pontos.

As respostas que não apresentem exatamente os mesmos termos ou expressões constantes dos critérios específicos de classificação são classificadas em igualdade de circunstâncias com aquelas que os apresentem, desde que o seu conteúdo seja cientificamente válido, adequado ao solicitado e enquadrado pelos documentos curriculares de referência.

Nos itens que envolvam a produção de um texto, a classificação das respostas tem em conta os tópicos de referência apresentados, a organização dos conteúdos e a utilização de linguagem científica adequada.

Nas respostas que envolvam a produção de um texto, a utilização de abreviaturas, de siglas e de símbolos não claramente identificados ou a apresentação apenas de uma esquematização do raciocínio efetuado constituem fatores de desvalorização, implicando a atribuição da pontuação correspondente ao nível de desempenho imediatamente abaixo do nível em que a resposta seria enquadrada.

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

Na classificação das respostas aos itens que envolvam a realização de cálculos, consideram-se dois tipos de erros:

Erros de tipo 1 — erros de cálculo numérico, transcrição incorreta de valores numéricos na resolução, conversão incorreta de unidades, desde que coerentes com a grandeza calculada, ou apresentação de unidades incorretas no resultado final, também 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 não coerentes com a grandeza calculada 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.

No quadro seguinte, apresentam-se os critérios de classificação a aplicar, em situações específicas, às respostas aos itens de resposta restrita que envolvam a realização de cálculos.

Situação	Classificação
1. Apresentação apenas do resultado final, não incluindo os cálculos efetuados nem as justificações ou conclusões solicitadas.	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 apenas a uma etapa de resolução, essa etapa é pontuada com zero pontos. Se a instrução se referir ao processo global de resolução do item, a resposta é classificada com zero pontos.
4. Utilização de valores numéricos de outras grandezas que não apenas as referidas na prova (no enunciado dos itens, na tabela de constantes e na tabela periódica).	As etapas em que os valores dessas grandezas forem utilizados são pontuadas com zero pontos.
5. Utilização de valores numéricos diferentes dos fornecidos no enunciado dos itens.	As etapas em que esses valores forem utilizados são pontuadas com zero pontos, salvo se esses valores resultarem de erros de transcrição identificáveis, caso em que serão considerados erros de tipo 1.
6. Utilização de expressões ou de equações erradas.	As etapas em que essas expressões ou essas equações forem utilizadas são pontuadas com zero pontos.

Situação	Classificação
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 desnecessários que evidenciam a não identificação da grandeza cujo cálculo foi solicitado.	A última etapa prevista nos critérios específicos de classificação 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 – (A); Versão 2 – (C) 5 pontos
2. Versão 1 – (C); Versão 2 – (D) 5 pontos
- 3.1. Versão 1 – (B); Versão 2 – (C) 5 pontos
- 3.2. 15 pontos

A resposta integra os tópicos de referência seguintes ou outros de conteúdo equivalente:

- A) A soma dos trabalhos realizados pelas forças não conservativas [que atuam no conjunto A] é igual à soma da variação da energia cinética [do conjunto] e da variação da energia potencial gravítica [do sistema *conjunto + Terra*].
- B) [No intervalo de tempo considerado,] a variação da energia cinética [do conjunto] é positiva, uma vez que o módulo da velocidade [daquele conjunto] aumenta.
- C) [No intervalo de tempo considerado,] a variação da energia potencial gravítica [do sistema *conjunto + Terra*] é nula, uma vez que o conjunto se move sobre uma superfície horizontal.
- D) [Consequentemente, no intervalo de tempo considerado,] a soma dos trabalhos realizados pelas forças não conservativas que atuam no conjunto [, sendo igual à variação da energia cinética do conjunto, no mesmo intervalo de tempo,] é positiva.

OU

- A) A soma dos trabalhos realizados pelas forças conservativas e pelas forças não conservativas [que atuam no conjunto A] é igual à variação da energia cinética [desse conjunto].
- B) [No intervalo de tempo considerado,] a variação da energia cinética [do conjunto] é positiva, uma vez que o módulo da velocidade [daquele conjunto] aumenta.
- C) [No intervalo de tempo considerado,] o trabalho realizado pelo peso do conjunto [(a única força conservativa que atua nesse conjunto)] é nulo, uma vez que o peso é uma força perpendicular ao deslocamento.
- D) [Consequentemente, no intervalo de tempo considerado,] a soma dos trabalhos realizados pelas forças não conservativas que atuam no conjunto [, sendo igual à variação da energia cinética do conjunto, no mesmo intervalo de tempo,] é positiva.

Níveis	Descritores de desempenho	Pontuação
6	A resposta integra os quatro tópicos de referência com organização coerente dos conteúdos e linguagem científica adequada.	15
5	A resposta integra os quatro tópicos de referência com falhas na organização dos conteúdos ou na utilização da linguagem científica. OU A resposta integra apenas os tópicos de referência A, B e C com organização coerente dos conteúdos e linguagem científica adequada.	13
4	A resposta integra apenas os tópicos de referência A, B e C com falhas na organização dos conteúdos ou na utilização da linguagem científica.	11
3	A resposta integra apenas os tópicos de referência A e B ou apenas os tópicos de referência A e C ou apenas os tópicos de referência B e C com organização coerente dos conteúdos e linguagem científica adequada.	8
2	A resposta integra apenas os tópicos de referência A e B ou apenas os tópicos de referência A e C ou apenas os tópicos de referência B e C com falhas na organização dos conteúdos ou na utilização da linguagem científica.	6
1	A resposta integra apenas o tópico de referência A ou apenas o tópico de referência B ou apenas o tópico de referência C com linguagem científica adequada.	4

3.3. Versão 1 – (D); Versão 2 – (B) 5 pontos

4. 10 pontos

Etapas de resolução:

A) Cálculo do módulo da aceleração do conjunto, no intervalo de tempo considerado ($a = 0,100 \text{ m s}^{-2}$) (ver nota 1) 5 pontos

B) Cálculo da intensidade da resultante das forças que atuam no conjunto, no intervalo de tempo considerado ($F = 8,0 \text{ N}$) (ver nota 2) 5 pontos

Notas:

1. A apresentação do valor « $- 0,100 \text{ m s}^{-2}$ » não implica qualquer desvalorização.

2. A apresentação do valor « $- 8,0 \text{ N}$ » corresponde a um erro de tipo 2.

5. 10 pontos

A resposta integra os tópicos de referência seguintes ou outros de conteúdo equivalente:

A) O vetor velocidade é, em cada ponto, tangente à trajetória [descrita pelo conjunto].

B) Como a trajetória é circular, [a tangente à trajetória varia continuamente a sua direção, pelo que,] o vetor velocidade muda [continuamente] de direção (ou a velocidade não é constante).

C) [Uma vez que há variação de velocidade,] conclui-se que a aceleração [do conjunto] não é nula [no intervalo de tempo considerado].

Níveis	Descritores de desempenho	Pontuação
5	A resposta integra os três tópicos de referência com organização coerente dos conteúdos e linguagem científica adequada.	10
4	A resposta integra os três tópicos de referência com falhas na organização dos conteúdos ou na utilização da linguagem científica. OU A resposta integra apenas os tópicos de referência A e B com organização coerente dos conteúdos e linguagem científica adequada.	8
3	A resposta integra apenas os tópicos de referência A e B com falhas na organização dos conteúdos ou na utilização da linguagem científica.	6
2	A resposta integra apenas o tópico de referência A ou apenas o tópico de referência B com linguagem científica adequada.	4
1	A resposta integra apenas o tópico de referência A ou apenas o tópico de referência B com falhas na utilização da linguagem científica.	2

GRUPO II

1. Versão 1 – (D); Versão 2 – (A) 5 pontos
2. Versão 1 – (D); Versão 2 – (C) 5 pontos
- 3.1. 10 pontos
- Etapas de resolução:
- A) Cálculo da energia necessária à fusão do gelo ($E = 5,01 \times 10^4 \text{ J}$) 5 pontos
- B) Cálculo da massa mínima de água que será necessário adicionar à amostra de gelo ($m = 0,60 \text{ kg}$) 5 pontos
- 3.2. Versão 1 – (B); Versão 2 – (D) 5 pontos

GRUPO III

1. 10 pontos

A resposta integra os tópicos de referência seguintes ou outros de conteúdo equivalente:

- A) [De acordo com a informação fornecida,] à medida que o comprimento de onda da radiação [, no vazio,] aumenta, o índice de refração do vidro [SF10] diminui.
- B) Como o índice de refração [de um meio] é inversamente proporcional à velocidade de propagação da radiação [nesse meio], a velocidade de propagação da radiação [no vidro considerado] aumenta [à medida que o comprimento de onda da radiação, no vazio, aumenta].

Níveis	Descritores de desempenho	Pontuação
4	A resposta integra os dois tópicos de referência com organização coerente dos conteúdos e linguagem científica adequada.	10
3	A resposta integra os dois tópicos de referência com falhas na organização dos conteúdos ou na utilização da linguagem científica.	8
2	A resposta integra apenas o tópico de referência A com linguagem científica adequada.	5
1	A resposta integra apenas o tópico de referência A com falhas na utilização da linguagem científica.	3

2.1. 5 pontos

65°

Nota: A não indicação da unidade (°) implica uma desvalorização de 2 pontos.

2.2. Versão 1 – (A); Versão 2 – (B) 5 pontos

GRUPO IV

1. **5 pontos**
Gráfico do pH da solução [resultante da titulação] em função do volume de titulante adicionado.

2. Versão 1 – (A); Versão 2 – (D) **5 pontos**

3. Versão 1 – (C); Versão 2 – (A) **5 pontos**

4. **15 pontos**

Etapas de resolução:

A) Cálculo da quantidade de H_3O^+ (aq) na solução inicial
($n = 1,000 \times 10^{-2}$ mol) 2 pontos

B) Cálculo da quantidade de OH^- (aq) adicionada ($n = 1,600 \times 10^{-2}$ mol) 2 pontos

C) Cálculo da quantidade de OH^- (aq) em excesso na solução resultante da
titulação ($n = 6,00 \times 10^{-3}$ mol) 5 pontos

D) Cálculo da concentração de OH^- (aq) na solução resultante
($c = 6,67 \times 10^{-2}$ mol dm^{-3}) 2 pontos

E) Cálculo do pH da solução resultante (12,82) 4 pontos

GRUPO V

1. **10 pontos**

Etapas de resolução:

A) Determinação das quantidades de equilíbrio das espécies A e D
($n_{e,A} = 0,35$ mol; $n_{e,D} = 0,45$ mol) 2 pontos

B) Determinação da quantidade de equilíbrio da espécie B
($n_{e,B} = 0,40$ mol) 4 pontos

C) Cálculo da constante de equilíbrio da reação considerada ($K_c = 3,6$) 4 pontos

2. **10 pontos**

Etapas de resolução:

A) Cálculo da quantidade de C (ou de D) que se formaria a partir do reagente
limitante, B, se a reação fosse completa ($n = 0,6500$ mol) 5 pontos

B) Cálculo do rendimento da reação, nas condições consideradas ($\eta = 69\%$) 5 pontos

GRUPO VI

1.1. 5 pontos
Volume molar [de um gás (ideal), a 20 °C e 1 atm].

1.2. 10 pontos

Etapas de resolução:

A) Cálculo da quantidade de um dos gases ($N_2(g)$ ou $O_2(g)$) numa determinada massa da mistura gasosa 2 pontos

B) Cálculo da quantidade do outro gás na mesma massa da mistura gasosa ... 2 pontos

C) Determinação do volume ocupado pela massa considerada da mistura gasosa 3 pontos

D) Cálculo da massa volúmica da mistura gasosa, nas condições de pressão e de temperatura consideradas ($\rho = 1,2 \text{ g dm}^{-3}$) 3 pontos

2. Versão 1 – (C); Versão 2 – (B) 5 pontos

3. Versão 1 – (A); Versão 2 – (B) 5 pontos

GRUPO VII

1. 5 pontos
10 [eletrões.]

2. Versão 1 – (C); Versão 2 – (A) 5 pontos

3. Versão 1 – (B); Versão 2 – (A) 5 pontos

4. Versão 1 – (B); Versão 2 – (C) 5 pontos

5. 5 pontos
Néon ou Ne

COTAÇÕES

Grupo	Item							
	Cotação (em pontos)							
I	1.	2.	3.1.	3.2.	3.3.	4.	5.	
	5	5	5	15	5	10	10	55
II	1.	2.	3.1.	3.2.				
	5	5	10	5				25
III	1.	2.1.	2.2.					
	10	5	5					20
IV	1.	2.	3.	4.				
	5	5	5	15				30
V	1.	2.						
	10	10						20
VI	1.1.	1.2.	2.	3.				
	5	10	5	5				25
VII	1.	2.	3.	4.	5.			
	5	5	5	5	5			25
TOTAL								200