

Exame Final Nacional de Física e Química A
Prova 715 | 1.ª Fase | Ensino Secundário | 2019

11.º Ano de Escolaridade

Decreto-Lei n.º 139/2012, de 5 de julho | Decreto-Lei n.º 55/2018, de 6 de julho

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

14 Páginas

VERSÃO 1

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

$$E_c = \frac{1}{2} m v^2 \qquad E_{\text{pg}} = m g h \qquad E_m = E_c + E_p$$

$$W = F d \cos \alpha \qquad \sum W = \Delta E_c \qquad W_{\vec{F}_g} = -\Delta E_{\text{pg}}$$

$$U = RI \qquad P = RI^2 \qquad U = \varepsilon - rI$$

$$E = m c \Delta T \qquad \Delta U = W + Q \qquad E_r = \frac{P}{A}$$

• Mecânica

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

$$a_c = \frac{v^2}{r} \qquad \omega = \frac{2\pi}{T} \qquad v = \omega r$$

$$\vec{F} = m \vec{a} \qquad F_g = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

• Ondas e eletromagnetismo

$$\lambda = \frac{v}{f} \qquad \Phi_m = B A \cos \alpha \qquad |\varepsilon_i| = \frac{|\Delta \Phi_m|}{\Delta t}$$

$$n = \frac{c}{v} \qquad n_1 \sin \alpha_1 = n_2 \sin \alpha_2$$

GRUPO I

Uma tina de ondas é um tanque de pequena profundidade que contém água e onde é possível, utilizando um gerador adequado, produzir ondas na superfície da água. O gerador pode ser ajustado de modo a produzir ondas de frequências diferentes.

As imagens dessas ondas apresentam zonas mais claras, que correspondem a cristas, e zonas mais escuras, que correspondem a vales.

1. A Figura 1 apresenta uma imagem das ondas obtidas numa tina de ondas, numa determinada experiência. Na figura, estão ainda representados dois pontos, A e B, à superfície da água.

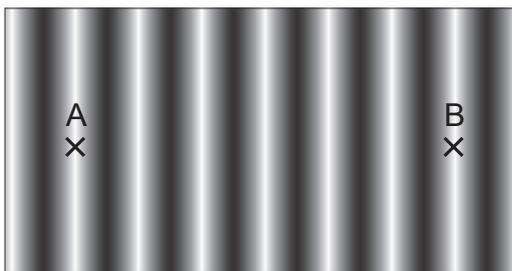


Figura 1

- 1.1. Considere que o gerador de ondas está ajustado para 5,0 Hz e que a imagem é obtida num instante t .

Quanto tempo decorrerá, no mínimo, entre o instante t e um instante no qual o ponto A se encontre num vale?

- (A) 0,15 s
- (B) 0,20 s
- (C) 0,050 s
- (D) 0,10 s

- 1.2. Se a distância entre os pontos A e B for 15,6 cm, o comprimento de onda das ondas que se propagam na superfície da água será

- (A) 1,30 cm
- (B) 2,23 cm
- (C) 2,60 cm
- (D) 3,12 cm

2. Com o objetivo de determinar a velocidade de propagação das ondas produzidas na superfície da água contida numa tina, mediu-se o comprimento de onda, λ , dessas ondas para várias frequências, f .

Na tabela seguinte, estão registados os valores de f e de λ medidos e ainda os inversos desses valores.

f / Hz	λ / cm	$\frac{1}{f} / \text{Hz}^{-1}$	$\frac{1}{\lambda} / \text{cm}^{-1}$
8,8	2,3	0,114	0,435
10,5	2,0	0,09524	0,500
12,7	1,6	0,07874	0,625
15,1	1,4	0,06623	0,714
20,3	1,0	0,04926	1,00

Determine a velocidade de propagação das ondas, em cm s^{-1} , nas condições em que decorreu a experiência, a partir da equação da reta de ajuste a um gráfico adequado.

Na sua resposta:

- identifique as variáveis independente e dependente a considerar nos eixos do gráfico;
- apresente a equação da reta de ajuste ao gráfico;
- obtenha o valor solicitado, com um número correto de algarismos significativos.

Apresente todas as etapas de resolução, explicitando todos os cálculos efetuados.

GRUPO II

1. Num ensaio laboratorial, adicionou-se uma amostra de água, a uma temperatura T , a uma outra amostra de água, de massa 350,0 g e inicialmente a 5,2 °C. Verificou-se que, após um determinado intervalo de tempo, o sistema resultante daquela adição ficou à temperatura de 27,9 °C.

1.1. Calculou-se a energia total cedida pela amostra de água inicialmente à temperatura T , tendo-se obtido $3,85 \times 10^4$ J.

Conclua em que sentido terá ocorrido a transferência de energia entre o sistema resultante daquela adição e o exterior, até ser atingida a temperatura de 27,9 °C.

Mostre como chegou à conclusão solicitada.

1.2. As temperaturas foram medidas com um termómetro digital, cujo funcionamento se baseia na variação da resistência elétrica de um fio condutor (constituente do termómetro) com a temperatura. Para que o termómetro funcione adequadamente, a variação da potência dissipada por efeito Joule, no fio, deve ser desprezável.

Considere que a resistência elétrica do fio aumenta 3,85 Ω por cada 10 °C de aumento de temperatura e que, na experiência realizada, o fio foi percorrido por uma corrente constante de $9,0 \times 10^{-4}$ A.

Verifique que, entre 5,2 °C e 27,9 °C, o aumento da potência dissipada naquele fio foi inferior a 10^{-5} W, sendo, por isso, desprezável.

Apresente todas as etapas de resolução, explicitando todos os cálculos efetuados.

2. Para determinar experimentalmente a variação de entalpia (mássica) de fusão do gelo, adicionou-se gelo fundente a água previamente aquecida.

2.1. Para minimizar o erro nesta determinação, o gelo adicionado deve estar dividido em

- (A) pequenos fragmentos e vir diretamente do congelador.
- (B) pequenos fragmentos e ter sido colocado previamente em água a 0 °C.
- (C) grandes fragmentos e vir diretamente do congelador.
- (D) grandes fragmentos e ter sido colocado previamente em água a 0 °C.

2.2. Na experiência realizada, mediu-se a massa do gelo fundente, a massa e a temperatura inicial da água, e a temperatura à qual o sistema resultante daquela adição atingiu o equilíbrio térmico.

O que é necessário ainda conhecer para calcular a variação de entalpia (mássica) de fusão do gelo, considerando que o sistema é isolado?

- (A) Apenas a capacidade térmica mássica da água líquida.
- (B) A capacidade térmica mássica da água líquida e a capacidade térmica mássica do gelo.
- (C) A energia necessária à fusão de 1 kg de gelo e a capacidade térmica mássica da água líquida.
- (D) Apenas a energia necessária à fusão de 1 kg de gelo.

GRUPO III

Considere a reação traduzida por



1. Na reação anterior, moléculas de água cedem

- (A) prótons a iões $\text{OH}^-(\text{aq})$.
- (B) prótons a moléculas de água.
- (C) eletrões a iões $\text{OH}^-(\text{aq})$.
- (D) eletrões a moléculas de água.

2. O produto iónico da água é $3,80 \times 10^{-14}$, a uma temperatura T .

Se, à temperatura T , o pH de uma água engarrafada for 6,90, essa água

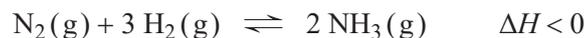
- (A) será neutra, uma vez que as concentrações de $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$ e de $\text{OH}^-(\text{aq})$ serão iguais.
- (B) não será neutra, uma vez que o seu pH será diferente de 7.
- (C) não será neutra, uma vez que a concentração de $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$ será inferior à de $\text{OH}^-(\text{aq})$.
- (D) será neutra, uma vez que o seu pH será próximo de 7.

3. Dissolvendo em água, a temperatura constante, uma certa quantidade de uma base, a concentração de $\text{OH}^-(\text{aq})$

- (A) diminui, e o produto iónico da água mantém-se constante.
- (B) aumenta, e o produto iónico da água não se mantém constante.
- (C) diminui, e o produto iónico da água não se mantém constante.
- (D) aumenta, e o produto iónico da água mantém-se constante.

GRUPO IV

A reação de síntese do amoníaco pode ser traduzida por



- Nesta reação, a variação do número de oxidação do elemento que se reduz é
(A) +3 (B) +1 (C) -3 (D) -1
- Que volume de $\text{H}_2(\text{g})$ terá de reagir, no mínimo, para se obter $35,0 \text{ dm}^3$ de $\text{NH}_3(\text{g})$, em condições de pressão e de temperatura constantes?
(A) $52,5 \text{ dm}^3$ (B) $35,0 \text{ dm}^3$ (C) $23,3 \text{ dm}^3$ (D) 105 dm^3
- Considere um sistema fechado onde se encontram, em equilíbrio, as espécies envolvidas na reação considerada.

Na Figura 2, apresentam-se os esboços dos gráficos da quantidade de equilíbrio, n , de uma daquelas espécies, em função da pressão, P , para duas temperaturas, T_A e T_B .

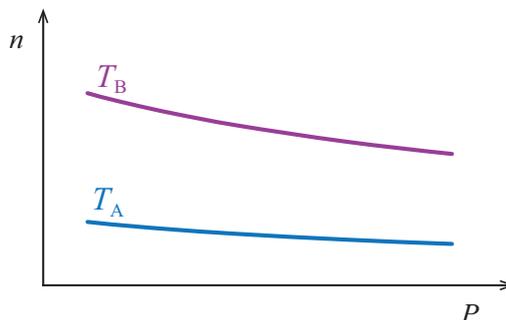


Figura 2

Conclua qual das temperaturas, T_A ou T_B , é menor, começando por verificar se a espécie a que o gráfico se refere é um reagente ou um produto da reação.

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

- Num reator com a capacidade de $0,50 \text{ L}$, foram introduzidas $6,00 \text{ mol}$ de $\text{NH}_3(\text{g})$. Quando o sistema químico atingiu o estado de equilíbrio, à temperatura T , verificou-se que existia no reator $86,6\%$ da quantidade inicial daquele gás.

Calcule a constante de equilíbrio, K_c , da reação de decomposição do amoníaco, à temperatura T .

Apresente todas as etapas de resolução, explicitando todos os cálculos efetuados.

GRUPO V

A Figura 3 representa, à escala, um diagrama de níveis de energia do átomo de hidrogénio, no qual são apresentados apenas os três primeiros níveis de energia.

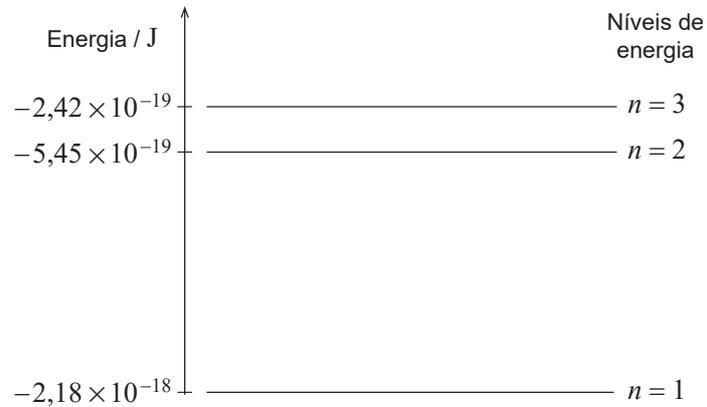


Figura 3

1. A energia do nível $n = 4$ é $-1,36 \times 10^{-19}$ J.

1.1. A que distância do nível $n = 3$ deveria estar o nível $n = 4$ no diagrama representado na figura?

Mostre como chegou ao valor solicitado.

1.2. As riscas do espectro de emissão do átomo de hidrogénio, na região do visível, são originadas por transições eletrónicas para o nível $n = 2$.

Conclua se, no espectro de emissão do átomo de hidrogénio, na região do visível, poderá existir uma risca a $3,45 \times 10^{-19}$ J.

Mostre como chegou à conclusão solicitada.

2. Qual é a energia mínima necessária para ionizar o átomo de hidrogénio no primeiro estado excitado?

Página em branco

GRUPO VI

A 14 de outubro de 2012, Felix Baumgartner (FB), um paraquedista austríaco, subiu num balão de hélio até à estratosfera. A partir desse balão, FB realizou um salto até à superfície da Terra.

1. Um balão, cheio com 0,750 mol de hélio (He), tem um volume de $70,0 \text{ dm}^3$, a uma determinada altitude. A essa altitude recolheu-se uma amostra de $1,0 \text{ dm}^3$ de ar, medido em condições de pressão e de temperatura idênticas às existentes no interior do balão.

A percentagem em volume de nitrogénio, N_2 , na amostra de ar recolhida é 78%.

Determine a massa de nitrogénio nessa amostra de ar.

Apresente todas as etapas de resolução, explicitando todos os cálculos efetuados.

2. Na estratosfera existe uma camada de ozono, O_3 (g), que absorve parte da radiação ultravioleta proveniente do Sol.

- 2.1. Qual é a quantidade de ozono existente numa amostra de ar, de massa $5 \times 10^2 \text{ g}$, numa zona da estratosfera na qual o ar contém 10 ppm (em massa) de ozono?

(A) $1 \times 10^{-5} \text{ mol}$

(B) $1 \times 10^{-4} \text{ mol}$

(C) $5 \times 10^{-3} \text{ mol}$

(D) $5 \times 10^{-4} \text{ mol}$

- 2.2. A molécula de ozono, O_3 , é menos estável do que a molécula de oxigénio, O_2 .

Na Figura 4, está representado um modelo tridimensional da molécula de ozono.

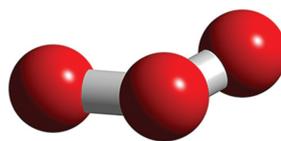


Figura 4

Na molécula de ozono, o átomo central _____ eletrões de valência não ligantes, e o comprimento da ligação oxigénio-oxigénio é _____ do que na molécula de oxigénio.

(A) apresenta ... menor

(B) apresenta ... maior

(C) não apresenta ... maior

(D) não apresenta ... menor

3. No salto que realizou desde a estratosfera até à Terra, Felix Baumgartner (FB) foi o primeiro homem a quebrar a barreira do som sem qualquer veículo propulsor.

Considere que a queda de FB em direção à Terra foi aproximadamente vertical.

Na Figura 5, apresentam-se, para os primeiros 100 s de queda, os gráficos do módulo da velocidade, v_{FB} , e da altitude, h , de FB, em função do tempo, t . Na figura, está também representada uma linha a tracejado, que traduz o modo como variou o módulo da velocidade do som, v_{som} , ao longo da trajetória percorrida, durante aquele intervalo de tempo.

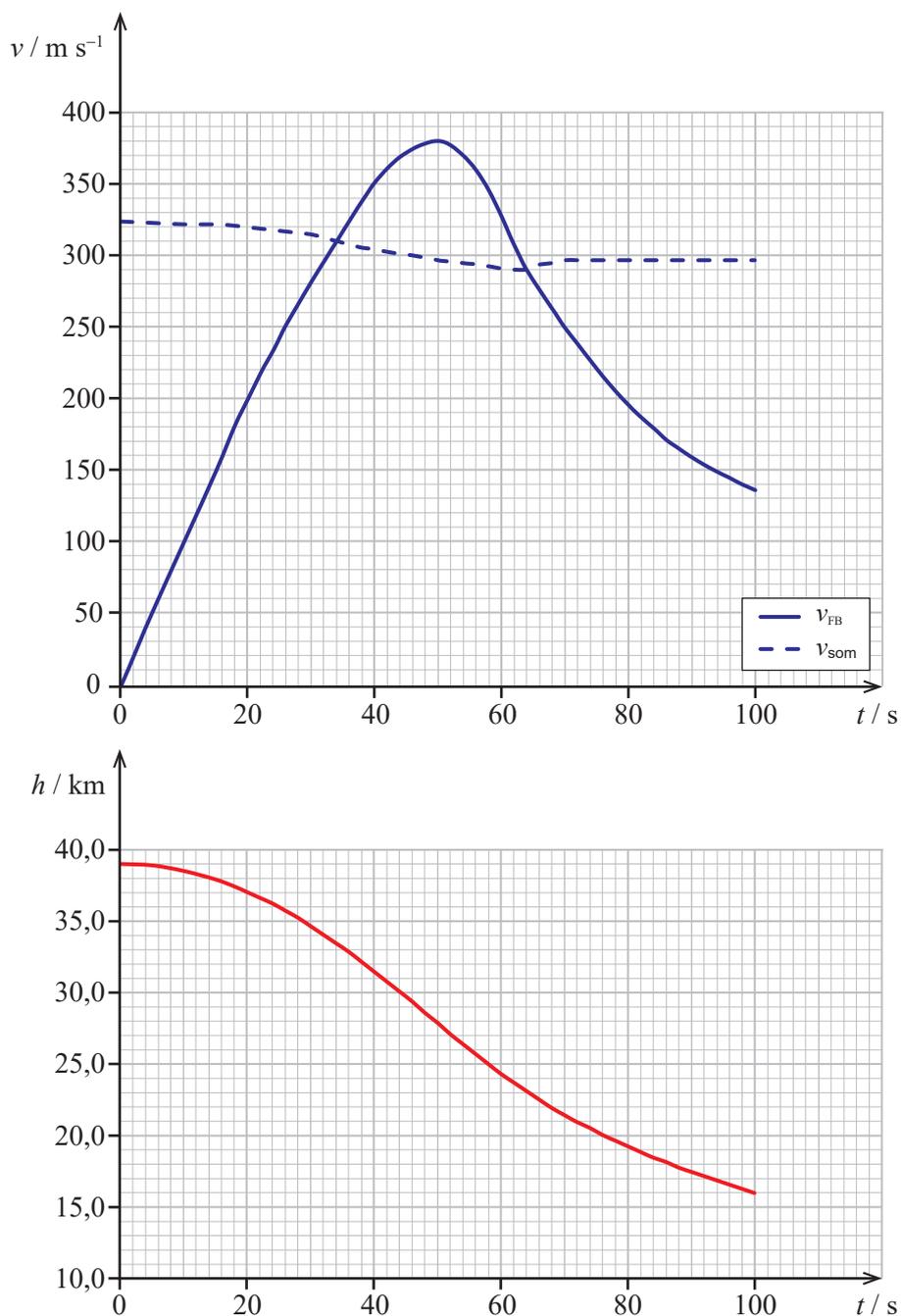


Figura 5

Considere que o conjunto *FB + equipamento* pode ser representado pelo seu centro de massa (modelo da partícula material) e que a variação da aceleração gravítica com a altitude é desprezável.

3.1. Qual foi o sentido da resultante das forças que atuaram sobre o conjunto $FB + equipamento$, nos primeiros 40 s de queda?

3.2. Qual foi, aproximadamente, a distância percorrida pelo conjunto $FB + equipamento$, no intervalo de tempo em que o módulo da sua velocidade aumentou?

- (A) 19 km (B) 11 km (C) 23 km (D) 28 km

3.3. No intervalo de tempo $[50, 60]$ s, o módulo da aceleração do conjunto $FB + equipamento$ _____, e a intensidade da resultante das forças que nele atuaram _____.

- (A) aumentou ... aumentou (B) aumentou ... diminuiu
(C) diminuiu ... diminuiu (D) diminuiu ... aumentou

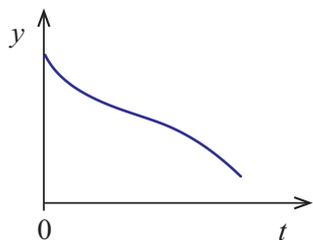
3.4. No intervalo de tempo $[50, 100]$ s, a energia potencial gravítica do sistema $FB + equipamento + Terra$ _____, e a energia mecânica do sistema _____.

- (A) aumentou ... diminuiu (B) aumentou ... permaneceu constante
(C) diminuiu ... diminuiu (D) diminuiu ... permaneceu constante

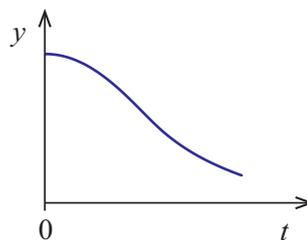
3.5. Considere um referencial unidimensional Oy vertical, com sentido de cima para baixo.

Qual dos esboços de gráfico seguintes poderá representar a componente escalar da posição, y , do conjunto $FB + equipamento$, em relação ao referencial Oy , em função do tempo, t , nos primeiros 100 s de queda?

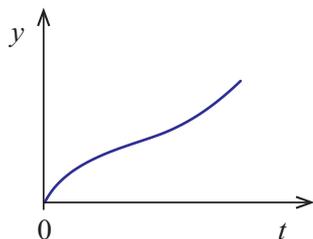
(A)



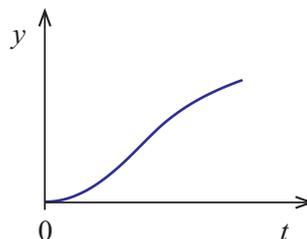
(B)



(C)



(D)



3.6. Considere que a massa do conjunto $FB + equipamento$ era 118 kg.

Determine o trabalho realizado pela força de resistência do ar que atuou sobre o conjunto, no intervalo de tempo em que este se moveu com velocidade superior à velocidade do som.

Apresente todas as etapas de resolução, explicitando todos os cálculos efetuados.

FIM

COTAÇÕES

Grupo	Item									Cotação (em pontos)
	Cotação (em pontos)									
I	1.1.	1.2.	2.							24
	7	7	10							
II	1.1.	1.2.	2.1.	2.2.					31	
	7	10	7	7						
III	1.	2.	3.							21
	7	7	7							
IV	1.	2.	3.	4.					34	
	7	7	10	10						
V	1.1.	1.2.	2.							21
	7	7	7							
VI	1.	2.1.	2.2.	3.1.	3.2.	3.3.	3.4.	3.5.	3.6.	69
	10	7	7	7	7	7	7	7	10	
TOTAL										200

Prova 715
1.^a Fase
VERSÃO 1

Exame Final Nacional de Física e Química A
Prova 715 | 1.ª Fase | Ensino Secundário | 2019

11.º Ano de Escolaridade

Decreto-Lei n.º 139/2012, de 5 de julho | Decreto-Lei n.º 55/2018, de 6 de julho

Critérios de Classificação

10 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.

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. A cada nível de desempenho e a cada etapa corresponde uma dada pontuação.

Os itens **cujos critérios 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 resulta da 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 aos **itens que requerem a apresentação de um texto estruturado** tem em consideração os elementos apresentados na resposta, a estruturação da resposta e 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.

As respostas que não apresentem exatamente os termos ou as 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.

A classificação das respostas aos **itens que requerem uma demonstração** tem em consideração os passos incluídos na resposta.

Os passos incluídos na resposta que evidenciem contradições não devem ser considerados para efeito de classificação.

Ainda que a resposta possa envolver a realização de cálculos, estando a classificação organizada por níveis de desempenho, não se consideram os erros de tipo 1 e de tipo 2 referidos nesta página nem as situações constantes no quadro da página 4.

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 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 apresentadas, à qual podem ser subtraídos pontos em função dos erros cometidos.

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

Na classificação das respostas aos itens cujos critérios 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, 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, 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 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.
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

1.1. Versão 1 – (D); Versão 2 – (C) 7 pontos

1.2. Versão 1 – (C); Versão 2 – (B) 7 pontos

2. 10 pontos

Etapas de resolução:

- Apresentação da equação da reta de ajuste $\lambda = 20,2 \frac{1}{f} + 0,03$ (ver nota)

OU

- Apresentação da equação da reta de ajuste $\frac{1}{\lambda} = 0,0492f - 0,009$ (ver nota) 5 pontos

- Determinação da velocidade de propagação das ondas, com um número correto de algarismos significativos ($v = 20 \text{ cm s}^{-1}$) 5 pontos

Nota – A omissão da ordenada na origem não implica qualquer desvalorização.

GRUPO II

1.1. 7 pontos

A resposta deve incluir os seguintes passos:

- A) Cálculo da energia recebida pela amostra de água inicialmente a $5,2 \text{ }^\circ\text{C}$ ($E = 3,32 \times 10^4 \text{ J}$).

- B) Comparação da energia cedida pela amostra de água inicialmente à temperatura T com a energia recebida pela amostra de água inicialmente a $5,2 \text{ }^\circ\text{C}$ (a energia cedida é superior à energia recebida).

- C) Conclusão (terá ocorrido transferência de energia do sistema para o exterior).

OU

- A) Cálculo da temperatura a que ficaria o sistema resultante se fosse isolado ($t = 31,5 \text{ }^\circ\text{C}$).

- B) Comparação da temperatura do sistema com a temperatura prevista se o sistema fosse isolado (a temperatura do sistema é inferior à temperatura prevista).

- C) Conclusão (terá ocorrido transferência de energia do sistema para o exterior).

Níveis	Descritores de desempenho	Pontuação
3	A resposta inclui: <ul style="list-style-type: none"> o passo A (erros de cálculo numérico ou ausência de unidade no resultado obtido não implicam qualquer desvalorização); os passos B e C (coerentes com o resultado obtido no passo A). 	7
2	A resposta inclui apenas: <ul style="list-style-type: none"> o passo A (erros de cálculo numérico ou ausência de unidade no resultado obtido não implicam qualquer desvalorização); o passo B (coerente com o resultado obtido no passo A). 	4
1	A resposta inclui apenas: <ul style="list-style-type: none"> o passo A (erros de cálculo numérico não implicam qualquer desvalorização). 	2

1.2. 10 pontos

Etapas de resolução:

- Cálculo do aumento da resistência do fio ($\Delta R = 8,74 \Omega$) 5 pontos
- Cálculo do aumento da potência dissipada no fio ($\Delta P = 7,1 \times 10^{-6} \text{ W}$) 4 pontos
- Comparação do aumento da potência dissipada no fio com 10^{-5} W ($\Delta P < 10^{-5} \text{ W}$) 1 ponto

2.1. Versão 1 – (B); Versão 2 – (A) 7 pontos

2.2. Versão 1 – (A); Versão 2 – (B) 7 pontos

GRUPO III

1. Versão 1 – (B); Versão 2 – (D) 7 pontos

2. Versão 1 – (C); Versão 2 – (A) 7 pontos

3. Versão 1 – (D); Versão 2 – (A) 7 pontos

GRUPO IV

1. Versão 1 – (C); Versão 2 – (D) 7 pontos

2. Versão 1 – (A); Versão 2 – (C) 7 pontos

3. 10 pontos

A resposta deve apresentar os seguintes elementos:

- A) Na reação considerada, o aumento da pressão favorece a reação direta. Como a quantidade de equilíbrio da espécie a que o gráfico se refere diminui à medida que a pressão aumenta, conclui-se que o gráfico se refere a um reagente.
- B) A reação direta é exotérmica, sendo favorecida por uma diminuição de temperatura. Como, para cada pressão, a quantidade de equilíbrio do reagente a que o gráfico se refere é menor à temperatura T_A do que à temperatura T_B , conclui-se que a temperatura T_A é menor do que a temperatura T_B .

Níveis	Descritores de desempenho	Pontuação
4	A resposta: <ul style="list-style-type: none"> • apresenta os dois elementos; • é estruturada; • apresenta linguagem científica adequada. 	10
3	A resposta: <ul style="list-style-type: none"> • apresenta os dois elementos; • apresenta falhas de estrutura ou na linguagem científica. 	8
2	A resposta: <ul style="list-style-type: none"> • apresenta apenas o elemento A; • apresenta linguagem científica adequada. 	5
1	A resposta: <ul style="list-style-type: none"> • apresenta apenas o elemento A; • apresenta falhas na linguagem científica. 	3

4. 10 pontos

Etapas de resolução:

- Cálculo da quantidade de equilíbrio de $N_2(g)$ ($n_{N_2} = 0,4020 \text{ mol}$) 3 pontos
- Cálculo da quantidade de equilíbrio de $H_2(g)$ ($n_{H_2} = 1,206 \text{ mol}$) 3 pontos
- Cálculo das concentrações de equilíbrio de $N_2(g)$, $H_2(g)$ e $NH_3(g)$
 $([N_2] = 0,804 \text{ mol dm}^{-3}; [H_2] = 2,41 \text{ mol dm}^{-3}; [NH_3] = 10,4 \text{ mol dm}^{-3})$ 2 pontos
- Cálculo da constante de equilíbrio da reação de decomposição do amoníaco, à temperatura T ($K_c = 0,10$) 2 pontos

GRUPO V

1.1. 7 pontos

A resposta deve incluir os seguintes passos:

- A) Determinação da escala utilizada no diagrama
 $((-2,42 \times 10^{-19} + 5,45 \times 10^{-19}) \text{ J} : 0,60 \text{ cm}$
 OU $(-5,45 \times 10^{-19} + 2,18 \times 10^{-18}) \text{ J} : 3,20 \text{ cm}$
 OU $(-2,42 \times 10^{-19} + 2,18 \times 10^{-18}) \text{ J} : 3,80 \text{ cm}$).
- B) Cálculo da distância a que o nível $n = 4$ deveria estar do nível $n = 3$ (0,21 cm).

Níveis	Descritores de desempenho	Pontuação
2	A resposta inclui: <ul style="list-style-type: none"> o passo A*; o passo B (coerente com a escala indicada no passo A). 	7
1	A resposta inclui apenas: <ul style="list-style-type: none"> o passo A*. 	4

* Devem ser aceites distâncias que apresentem desvios, em módulo, não superiores a 0,05 cm em relação às distâncias indicadas.

1.2. 7 pontos

A resposta deve incluir os seguintes passos:

- A) Cálculo das energias a que se situam as duas primeiras riscas do espectro de emissão do átomo de hidrogénio na região do visível ($E = 3,03 \times 10^{-19}$ J e $E = 4,09 \times 10^{-19}$ J).
- B) Comparação de $3,45 \times 10^{-19}$ J com os valores de energia calculados ($3,45 \times 10^{-19}$ J situa-se entre $3,03 \times 10^{-19}$ J e $4,09 \times 10^{-19}$ J).
- C) Conclusão (não poderá existir uma risca a $3,45 \times 10^{-19}$ J).

OU

- A) Cálculo da energia de um nível hipotético em que o eletrão se encontraria inicialmente se ocorresse uma transição eletrónica que desse origem a uma risca a $3,45 \times 10^{-19}$ J ($E = -2,00 \times 10^{-19}$ J).
- B) Comparação da energia do nível hipotético com as energias dos níveis $n = 3$ e $n = 4$ ($-2,00 \times 10^{-19}$ J situa-se entre as energias dos níveis $n = 3$ e $n = 4$).
- C) Conclusão (não poderá existir uma risca a $3,45 \times 10^{-19}$ J).

Níveis	Descritores de desempenho	Pontuação
3	A resposta inclui: <ul style="list-style-type: none"> o passo A (a ausência de unidade no resultado obtido não implica qualquer desvalorização); os passos B e C. 	7
2	A resposta inclui apenas: <ul style="list-style-type: none"> o passo A (a ausência de unidade no resultado obtido não implica qualquer desvalorização); o passo B. <p>OU</p> <ul style="list-style-type: none"> o passo A (a ausência de unidade no resultado obtido não implica qualquer desvalorização); o passo C. 	5
1	A resposta inclui apenas: <ul style="list-style-type: none"> o passo A (a ausência de unidade no resultado obtido não implica qualquer desvalorização). 	3

2. 7 pontos

$5,45 \times 10^{-19}$ J

GRUPO VI

1. **10 pontos**
- Etapas de resolução:
- Cálculo do volume de N_2 na amostra de ar ($V_{N_2} = 0,780 \text{ dm}^3$) 2 pontos
 - Cálculo do volume ocupado por 1 mol de gás nas condições de pressão e de temperatura consideradas ($V = 93,3 \text{ dm}^3$) 4 pontos
 - Cálculo da massa de nitrogénio na amostra de ar ($m_{N_2} = 0,23 \text{ g}$) 4 pontos
- OU
- Cálculo da quantidade de gás existente na amostra de ar nas condições de pressão e de temperatura consideradas ($n = 1,07 \times 10^{-2} \text{ mol}$)
- OU
- Cálculo da quantidade de N_2 existente em 100 dm^3 de ar
($n_{N_2} = 8,35 \times 10^{-1} \text{ mol}$) 4 pontos
- Cálculo da quantidade de N_2 existente na amostra de ar ($n_{N_2} = 8,35 \times 10^{-3} \text{ mol}$) ... 2 pontos
 - Cálculo da massa de nitrogénio na amostra de ar ($m_{N_2} = 0,23 \text{ g}$) 4 pontos
- 2.1. Versão 1 – (B); Versão 2 – (D) **7 pontos**
- 2.2. Versão 1 – (B); Versão 2 – (C) **7 pontos**
- 3.1. **7 pontos**
- Sentido de cima para baixo OU sentido do movimento.
- 3.2. Versão 1 – (B); Versão 2 – (C) **7 pontos**
- 3.3. Versão 1 – (A); Versão 2 – (B) **7 pontos**
- 3.4. Versão 1 – (C); Versão 2 – (D) **7 pontos**
- 3.5. Versão 1 – (D); Versão 2 – (B) **7 pontos**

Etapas de resolução:

- Cálculo da variação de energia potencial gravítica do sistema *FB + equipamento + Terra*, no deslocamento considerado ($\Delta E_{pg} = 118 \times 10 \times (23,0 \times 10^3 - 33,5 \times 10^3) \text{ J} = -1,24 \times 10^7 \text{ J}$) (**ver nota**) 4 pontos
- Cálculo da variação de energia cinética do conjunto *FB + equipamento*, no deslocamento considerado ($\Delta E_c = \frac{1}{2} \times 118 \times (290^2 - 310^2) \text{ J} = -7,08 \times 10^5 \text{ J}$) .. 3 pontos
- Cálculo do trabalho realizado pela força de resistência do ar que atuou sobre o conjunto *FB + equipamento*, no deslocamento considerado ($W = -1,3 \times 10^7 \text{ J}$) ... 3 pontos

Nota – Devem ser aceites valores no intervalo [33,0; 34,0] km para a altitude de FB no instante $t = 34 \text{ s}$ e valores no intervalo [22,5; 23,5] km para a altitude de FB no instante $t = 64 \text{ s}$.

COTAÇÕES

Grupo	Item										Cotação (em pontos)
	Cotação (em pontos)										
I	1.1.	1.2.	2.								24
	7	7	10								
II	1.1.	1.2.	2.1.	2.2.						31	
	7	10	7	7							
III	1.	2.	3.							21	
	7	7	7								
IV	1.	2.	3.	4.						34	
	7	7	10	10							
V	1.1.	1.2.	2.							21	
	7	7	7								
VI	1.	2.1.	2.2.	3.1.	3.2.	3.3.	3.4.	3.5.	3.6.	69	
	10	7	7	7	7	7	7	7	10		
TOTAL										200	