

Exame Final Nacional de Física e Química A
Prova 715 | 1.ª Fase | Ensino Secundário | 2021

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 16 itens, devidamente identificados no enunciado, cujas respostas contribuem obrigatoriamente para a classificação final. Dos restantes 8 itens da prova, apenas contribuem para a classificação final os 4 itens cujas respostas obtenham melhor pontuação.

Indique de forma legível a versão da prova.

Para cada resposta, identifique 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.

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 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)	$K_w = 1,0 \times 10^{-14}$
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

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

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

$$U = R I \qquad P = R I^2 \qquad U = \varepsilon - r I$$

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

• 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

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

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

1. Em meados do século XIX, James Joule estabeleceu a equivalência entre trabalho e calor, comparando a energia transferida como trabalho, necessária para obter um determinado aumento de temperatura numa amostra de água, com a energia transferida como calor para obter o mesmo efeito.

Joule utilizou um dispositivo semelhante ao esquematizado na Figura 1, no qual dois discos de chumbo (D_1 e D_2) eram elevados a uma determinada altura. Quando os discos caíam, faziam rodar um sistema de pás mergulhado na água contida num recipiente. O movimento rotativo das pás provocava a agitação da água, o que conduzia a um aumento da sua temperatura.

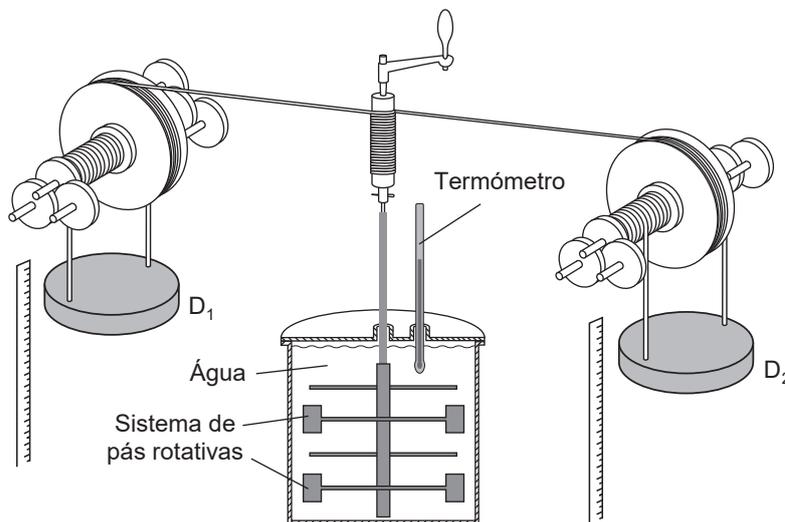


Figura 1

A massa total dos discos era 26,3 kg e a massa da água contida no recipiente era 6,04 kg.

A partir dos resultados obtidos numa série de experiências, Joule verificou que, após 20 quedas sucessivas de uma mesma altura de 1,60 m, o aumento de temperatura da água era, em média, 0,313 °C.

- * 1.1. Admita que, naquela série de experiências, o aumento da energia interna da água foi, em média, 95,2% da diminuição da energia potencial gravítica do sistema *discos + Terra* que resultou das 20 quedas sucessivas dos discos.

Considere que, no local onde foram realizadas as experiências, o módulo da aceleração gravítica era $9,81 \text{ m s}^{-2}$.

Determine, a partir dos resultados de Joule, a capacidade térmica mássica da água.

Apresente todos os cálculos efetuados.

- * 1.2. Considere que, durante uma parte do percurso, os discos caíram com velocidade constante.

Qual foi a soma dos trabalhos realizados pelas forças que atuaram nos discos, nessa parte do percurso?

2. Um LED (Light Emitting Diode) é um dispositivo que emite luz com elevada eficiência.

Na Figura 2, representa-se o gráfico da corrente elétrica, I , num LED, em função da diferença de potencial elétrico, U , nos seus terminais (curva característica do LED).

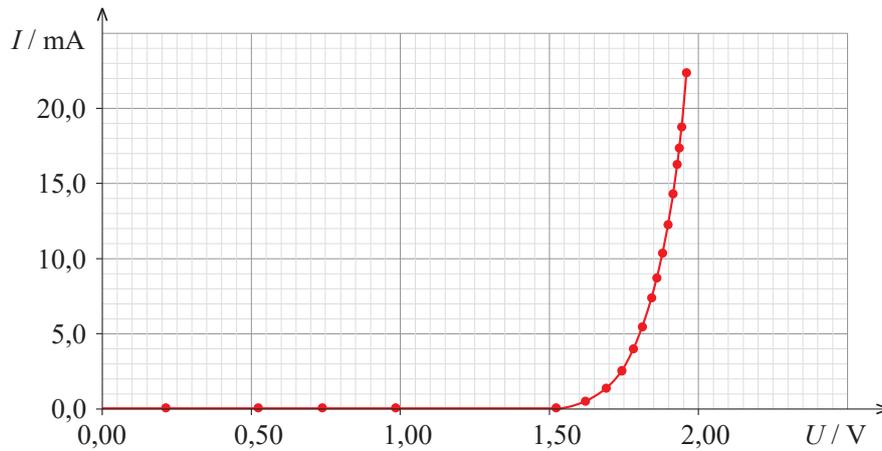
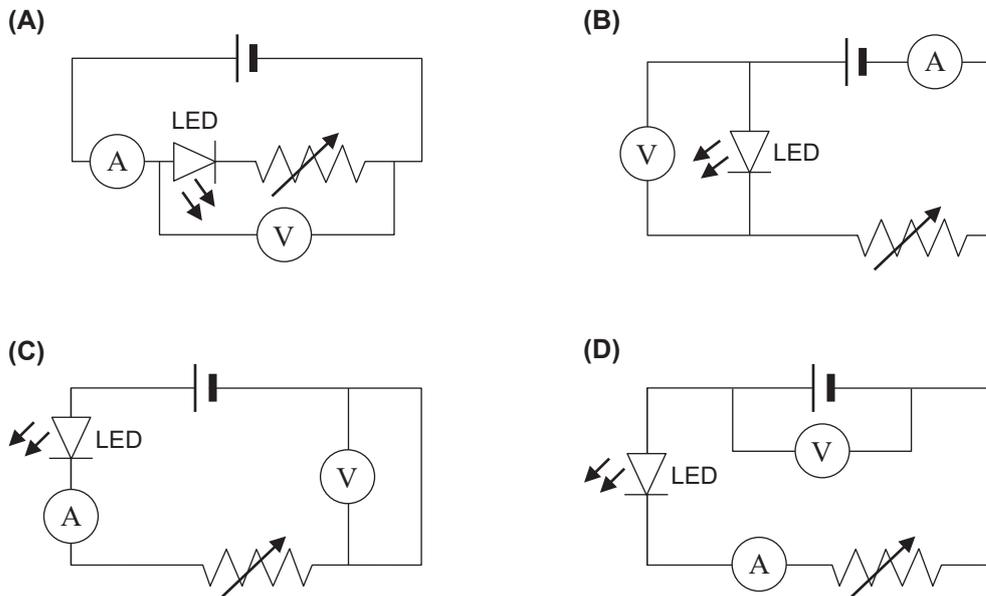


Figura 2

Para se obter a curva característica do LED, montou-se um circuito no qual o LED se encontrava ligado em série a um reóstato e a uma pilha ideal (pilha cuja resistência interna pode ser considerada nula) de força eletromotriz 4,50 V. Nesse circuito, introduziram-se ainda dois aparelhos de medida adequados.

* 2.1. Qual dos esquemas seguintes representa o circuito que permite obter a curva característica do LED?



* 2.2. Caso os terminais do LED tivessem sido ligados diretamente à pilha, a corrente elétrica seria superior à que o LED suporta e este acabaria por se queimar. Ao introduzir-se o reóstato em série no circuito, a corrente elétrica no LED pode ser controlada.

Determine qual deverá ser o valor da resistência elétrica mínima introduzida pelo reóstato, para que a corrente elétrica no LED não exceda 20 mA.

Apresente todos os cálculos efetuados.

3. Em 1849, Hippolyte Fizeau mediu a velocidade da luz no ar com base na experiência esquematizada na Figura 3 (que não está à escala). Nessa experiência, um feixe de luz passava numa ranhura, na periferia de uma roda dentada, e era, a seguir, refletido num espelho colocado a uma distância de 8,63 km da roda.

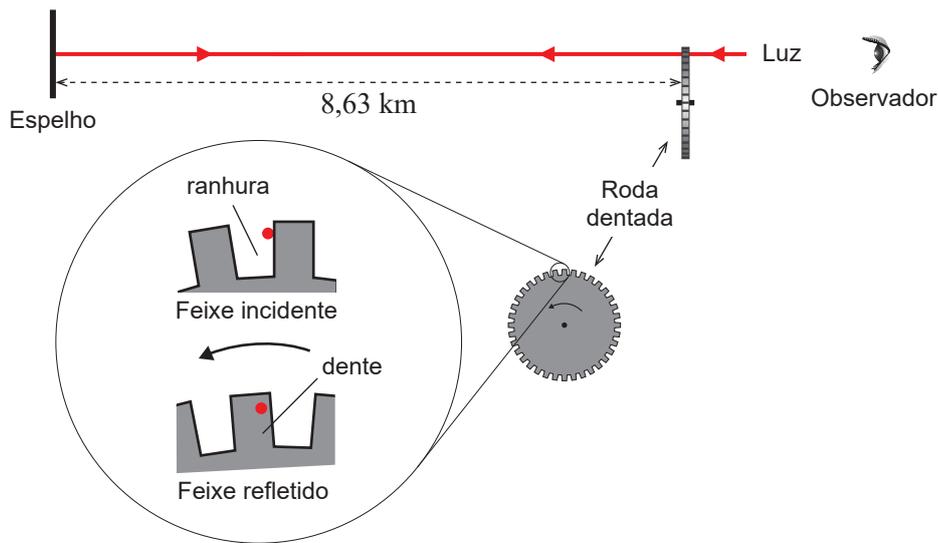


Figura 3

Com a roda parada, o feixe refletido no espelho voltava a passar na mesma ranhura.

Com a roda a girar com uma frequência de 12,6 Hz, o feixe refletido no espelho não voltava a passar pela ranhura, incidindo no dente imediatamente a seguir, deixando de ser detetado pelo observador. Nestas condições, a roda descrevia um ângulo de $0,250^\circ$ desde o instante em que o feixe incidente passava pela ranhura até ao instante em que o feixe refletido incidia no dente.

- * 3.1. Determine a velocidade da luz no ar, tal como é obtida a partir da experiência descrita.

Apresente todos os cálculos efetuados.

- * 3.2. Considere a roda dentada a girar e dois pontos da roda a diferentes distâncias do centro.

Os módulos das velocidades desses pontos são _____ e os módulos das suas velocidades angulares são _____ .

- (A) iguais ... iguais
- (B) iguais ... diferentes
- (C) diferentes ... iguais
- (D) diferentes ... diferentes

- * 4. Fez-se incidir um feixe de luz laser, que se propagava no ar, numa lâmina de um vidro, segundo cinco ângulos de incidência, α_{inc} . Para cada ângulo de incidência, mediu-se o correspondente ângulo de refração, α_{ref} . As amplitudes dos ângulos α_{inc} e α_{ref} estão registadas na tabela.

Determine o índice de refração daquele vidro.

Na resposta, apresente:

- uma tabela com os valores a utilizar na construção do gráfico, identificando as variáveis consideradas;
- a equação da reta de ajuste a um gráfico adequado;
- o cálculo do valor solicitado, a partir da equação da reta de ajuste.

Apresente todos os cálculos efetuados e o resultado com três algarismos significativos.

α_{inc}	α_{ref}
30,0°	17,5°
40,0°	23,0°
50,0°	27,5°
60,0°	30,5°
70,0°	34,5°

5. O pentacloreto de fósforo, PCl_5 , pode decompor-se, em fase gasosa, originando tricloreto de fósforo, PCl_3 , e cloro, Cl_2 . Esta reação pode ser traduzida por



- * 5.1. Considere que a variação de entalpia associada à decomposição de 1 mol de $\text{PCl}_5(\text{g})$ é 88 kJ. A energia média da ligação P–Cl na molécula PCl_5 é 257 kJ mol^{-1} , e a energia média da ligação Cl–Cl na molécula Cl_2 é 243 kJ mol^{-1} .

Conclua, a partir das energias fornecidas, se a ligação P–Cl é, em média, mais forte na molécula PCl_5 ou na molécula PCl_3 .

Mostre como chegou à conclusão solicitada, apresentando todos os cálculos.

- 5.2. Um reator de volume variável contém, inicialmente, apenas 3,00 mol de $\text{PCl}_5(\text{g})$ e 0,80 mol de $\text{PCl}_3(\text{g})$.

O sistema atinge o equilíbrio à temperatura T . Considere que o volume do reator é $2,5 \text{ dm}^3$ e que não reagiu 90% da quantidade inicial de $\text{PCl}_5(\text{g})$.

- * 5.2.1. Determine a constante de equilíbrio, K_c , da reação de decomposição considerada, à temperatura T .

Apresente todos os cálculos efetuados.

- * 5.2.2. Considere que, estando o sistema em equilíbrio, se provoca uma diminuição do volume do reator, à temperatura T .

Preveja, fundamentando, como variará a quantidade de PCl_5 .

Escreva um texto estruturado, utilizando linguagem científica adequada.

* 5.3. Represente a molécula de cloro na notação de Lewis.

* 5.4. Considere átomos de fósforo e de cloro no estado fundamental.

Prevê-se que, no átomo de fósforo, os elétrons de valência sejam, em média, _____ atraídos pelo respectivo núcleo e que o raio atômico do cloro seja _____ .

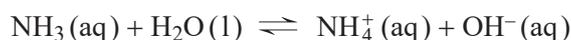
- (A) mais ... menor
- (B) mais ... maior
- (C) menos ... maior
- (D) menos ... menor

6. Dissolveu-se amoníaco, $\text{NH}_3(\text{g})$, em água, tendo-se obtido uma solução de concentração $2,27 \text{ mol dm}^{-3}$ e de densidade $0,98 \text{ g cm}^{-3}$, a 25°C .

* 6.1. Determine o número de moléculas de água que existem em 250 cm^3 de solução.

Apresente todos os cálculos efetuados.

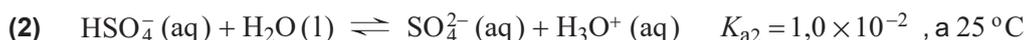
* 6.2. O amoníaco, $\text{NH}_3(\text{aq})$, é uma base fraca, cuja ionização em água pode ser traduzida por



Adicionando algumas gotas de um ácido forte concentrado a um dado volume da solução de amoníaco, a concentração de $\text{OH}^-(\text{aq})$

- (A) diminui e a concentração de $\text{NH}_4^+(\text{aq})$ aumenta.
- (B) aumenta e a concentração de $\text{NH}_4^+(\text{aq})$ diminui.
- (C) aumenta e a concentração de $\text{NH}_4^+(\text{aq})$ aumenta.
- (D) diminui e a concentração de $\text{NH}_4^+(\text{aq})$ diminui.

7. O ácido sulfúrico, H_2SO_4 (aq), ioniza-se de acordo com as reações traduzidas por



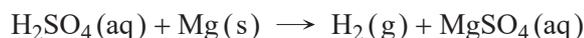
* 7.1. Numa solução de H_2SO_4 (aq) $1,00 \times 10^{-2}$ mol dm^{-3} , a 25 °C, a concentração de H_3O^+ (aq) é

- (A) superior à concentração de SO_4^{2-} (aq), sendo o pH da solução 2,0.
- (B) superior à concentração de SO_4^{2-} (aq), sendo o pH da solução inferior a 2,0.
- (C) igual à concentração de SO_4^{2-} (aq), sendo o pH da solução 2,0.
- (D) igual à concentração de SO_4^{2-} (aq), sendo o pH da solução inferior a 2,0.

7.2. O ácido conjugado da espécie SO_4^{2-} (aq) é a espécie

- (A) HSO_4^- (aq), comportando-se a água como base apenas na reação (1).
- (B) HSO_4^- (aq), comportando-se a água como base nas reações (1) e (2).
- (C) H_2SO_4 (aq), comportando-se a água como base nas reações (1) e (2).
- (D) H_2SO_4 (aq), comportando-se a água como base apenas na reação (1).

7.3. A reação do ácido sulfúrico com o magnésio pode ser traduzida por



Nesta reação, o ião H^+

- (A) oxida-se, sendo o magnésio a espécie redutora.
- (B) reduz-se, sendo o magnésio a espécie oxidante.
- (C) oxida-se, sendo o magnésio a espécie oxidante.
- (D) reduz-se, sendo o magnésio a espécie redutora.

8. Os componentes maioritários do ar são o nitrogénio, $N_2(g)$, e o oxigénio, $O_2(g)$.

8.1. Considere uma amostra de $N_2(g)$ e uma amostra de $O_2(g)$, com massas iguais.

Nas mesmas condições de pressão e de temperatura, pode concluir-se que os volumes das amostras são _____ e que o número de moléculas de cada uma das amostras é _____ .

- (A) iguais ... igual
- (B) iguais ... diferente
- (C) diferentes ... igual
- (D) diferentes ... diferente

8.2. Os eletrões do átomo de nitrogénio no estado fundamental distribuem-se por

- (A) três orbitais, sendo os eletrões da orbital 1s os de menor energia.
- (B) cinco orbitais, sendo os eletrões da orbital 1s os de menor energia.
- (C) três orbitais, sendo os eletrões das orbitais 2p os de menor energia.
- (D) cinco orbitais, sendo os eletrões das orbitais 2p os de menor energia.

Página em branco

9. Na Figura 4 (que não está à escala), representa-se parte do percurso de um corpo que foi lançado da posição A, no instante $t = 0,0$ s, passando pela posição B, ao fim de 1,0 s, e atingindo a posição C, no instante $t = 1,5$ s.

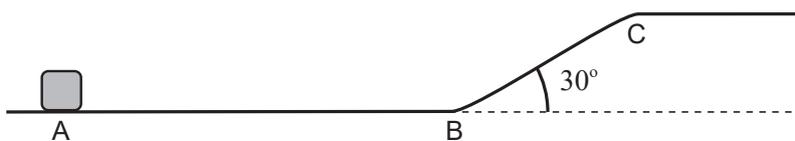


Figura 4

Considere que o corpo pode ser representado pelo seu centro de massa (modelo da partícula material).

Na Figura 5, apresenta-se o gráfico do módulo da velocidade, v , do corpo em função do tempo, t .

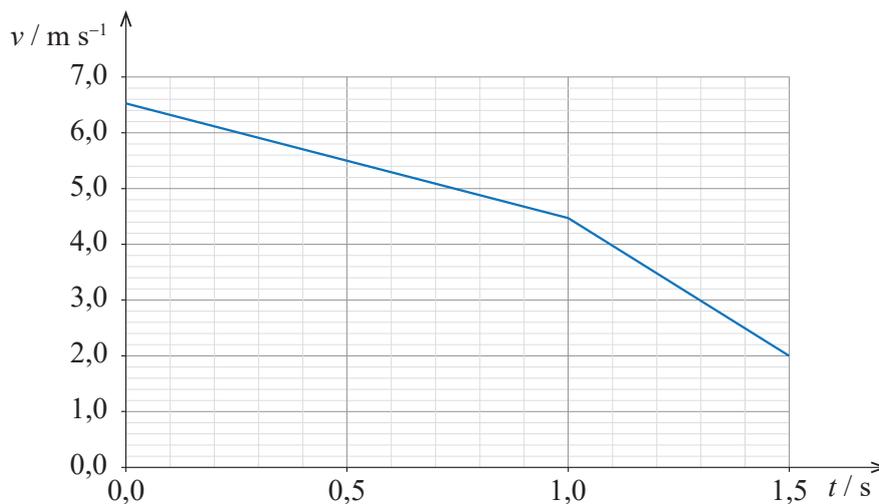
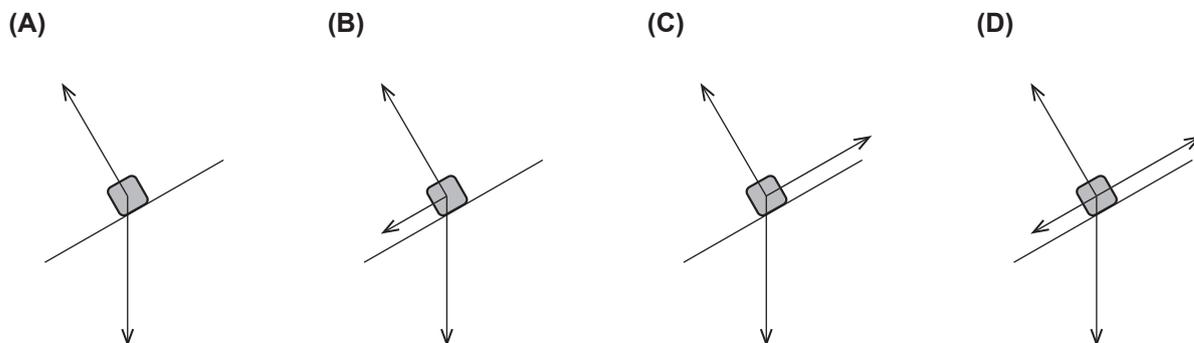


Figura 5

- 9.1. Qual é a distância entre as posições A e B?

(A) 5,5 m (B) 4,5 m (C) 6,5 m (D) 7,5 m

- * 9.2. Qual dos diagramas pode representar, numa mesma escala, as forças que atuam no corpo, na subida da rampa, entre as posições B e C?



9.3. Considere:

- ΔE_c a variação de energia cinética do corpo;
- ΔE_{pg} a variação de energia potencial gravítica do sistema *corpo + Terra*;
- $\sum_i W_i$ a soma dos trabalhos realizados pelas forças que atuam no corpo;
- $W_{\vec{F}_g}$ o trabalho realizado pela força gravítica que atua no corpo.

Pode afirmar-se que no percurso do corpo entre as posições A e C

- (A) $|\Delta E_c| < |\Delta E_{pg}|$ e $|\sum_i W_i| < |W_{\vec{F}_g}|$
- (B) $|\Delta E_c| < |\Delta E_{pg}|$ e $|\sum_i W_i| > |W_{\vec{F}_g}|$
- (C) $|\Delta E_c| > |\Delta E_{pg}|$ e $|\sum_i W_i| < |W_{\vec{F}_g}|$
- (D) $|\Delta E_c| > |\Delta E_{pg}|$ e $|\sum_i W_i| > |W_{\vec{F}_g}|$

10. Dois microfones idênticos, ligados a um osciloscópio, foram colocados à mesma distância de um altifalante.

A Figura 6 apresenta os sinais I e II, visualizados no ecrã do osciloscópio, quando a base de tempo foi regulada para 0,5 ms por divisão e o amplificador vertical foi regulado para 0,5 V por divisão (para os dois sinais).

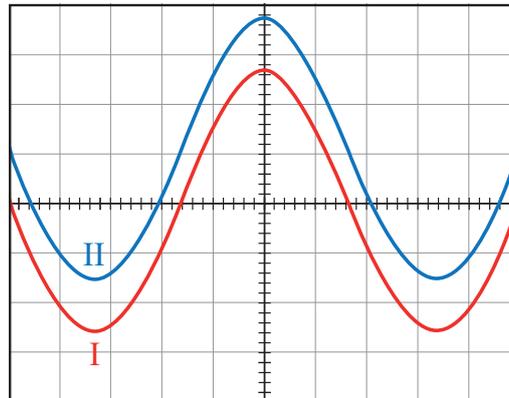


Figura 6

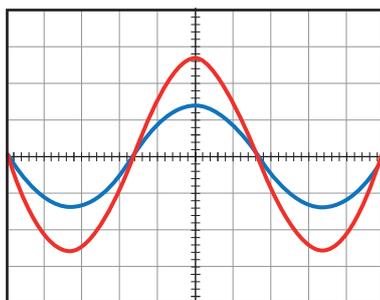
10.1. A frequência do sinal I é _____ e a amplitude desse sinal é _____ à amplitude do sinal II.

- (A) $3,0 \times 10^2$ Hz ... igual (B) $3,3 \times 10^3$ Hz ... igual
 (C) $3,0 \times 10^2$ Hz ... inferior (D) $3,3 \times 10^3$ Hz ... inferior

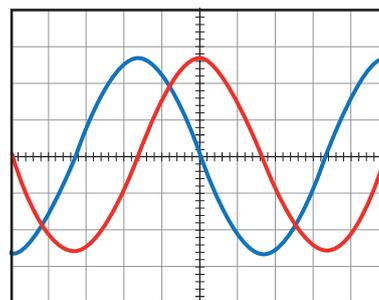
10.2. O microfone que originava o sinal II foi afastado do altifalante de uma distância igual a um quarto do comprimento de onda da onda sonora produzida pelo altifalante.

Qual das opções seguintes apresenta os sinais que seriam observados no ecrã do osciloscópio, após o ajuste do sinal II ao ecrã do osciloscópio?

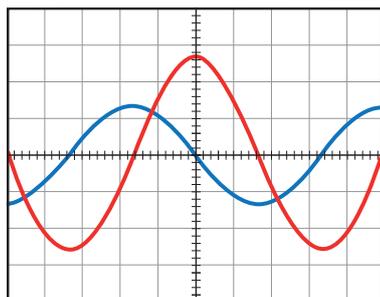
(A)



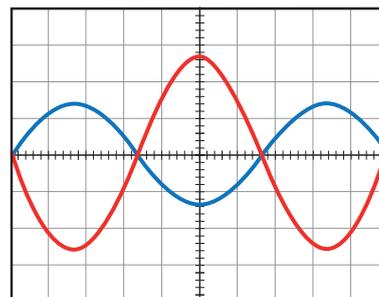
(B)



(C)



(D)



FIM

COTAÇÕES

As pontuações obtidas nas respostas a estes 16 itens da prova contribuem obrigatoriamente para a classificação final.	1.1.	1.2.	2.1.	2.2.	3.1.	3.2.	4.	5.1.	5.2.1.	5.2.2.	5.3.	5.4.	6.1.	6.2.	7.1.	9.2.	Subtotal
Cotação (em pontos)	16 x 10 pontos																160
Destes 8 itens, contribuem para a classificação final da prova os 4 itens cujas respostas obtenham melhor pontuação.	7.2.	7.3.	8.1.	8.2.	9.1.	9.3.	10.1.	10.2.	Subtotal								
Cotação (em pontos)	4 x 10 pontos																40
TOTAL																	200

Prova 715
1.^a Fase
VERSÃO 1

Exame Final Nacional de Física e Química A
Prova 715 | 1.ª Fase | Ensino Secundário | 2021

11.º Ano de Escolaridade

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

Critérios de Classificação

8 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 pontuação só é atribuída às respostas que apresentem de forma inequívoca a opção correta, sendo todas as outras respostas 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, não podem ser atribuídas pontuações a respostas parcialmente corretas.

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.

Itens que requerem a apresentação de um texto:

A classificação das respostas aos itens que requerem 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 das respostas, 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 dos conceitos científicos mobilizados na resposta, tendo em consideração os documentos curriculares de referência. A utilização de abreviaturas, de siglas e de símbolos não claramente identificados corresponde a falhas na utilização da linguagem científica.

Itens que requerem demonstração/verificação:

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 que constituem a resposta, podendo 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. Omissão 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. Ausência de 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, no resultado final, de uma unidade correta 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 omitem a 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

1.1.	10 pontos
Determina o valor solicitado, percorrendo as etapas seguintes:	
<ul style="list-style-type: none">• Calcula a diminuição da energia potencial gravítica do sistema <i>discos + Terra</i> numa queda dos discos ($4,128 \times 10^2$ J)	
OU	
Calcula a diminuição da energia potencial gravítica do sistema <i>discos + Terra</i> para 20 quedas dos discos ($8,256 \times 10^3$ J)	
	2 pontos
<ul style="list-style-type: none">• Calcula o aumento da energia interna da água ($7,860 \times 10^3$ J)	
	4 pontos
<ul style="list-style-type: none">• Calcula a capacidade térmica mássica da água ($4,16 \times 10^3$ J kg⁻¹ °C⁻¹)	
	4 pontos
1.2.	10 pontos
Indica o valor solicitado (zero).	
2.1. Versão 1 – (B); Versão 2 – (C)	10 pontos
2.2.	10 pontos
Determina o valor solicitado, percorrendo as etapas seguintes:	
<ul style="list-style-type: none">• Obtém, a partir do gráfico, a diferença de potencial nos terminais do LED para uma corrente elétrica de 20 mA (1,95 V)	
	2 pontos
<ul style="list-style-type: none">• Calcula a diferença de potencial elétrico mínima nos terminais do reóstato (2,55 V)	
	4 pontos
<ul style="list-style-type: none">• Calcula o valor da resistência elétrica mínima introduzida pelo reóstato ($1,3 \times 10^2$ Ω)	
	4 pontos
3.1.	10 pontos
Determina o valor solicitado, percorrendo as etapas seguintes:	
<ul style="list-style-type: none">• Calcula o intervalo de tempo desde a passagem da luz pela ranhura até incidir no dente imediatamente a seguir da roda ($5,512 \times 10^{-5}$ s)	
	5 pontos
<ul style="list-style-type: none">• Calcula a velocidade da luz no ar, obtida a partir da experiência descrita ($3,13 \times 10^8$ m s⁻¹)	
	5 pontos
3.2. Versão 1 – (C); Versão 2 – (A)	10 pontos

4. 10 pontos

Determina o valor solicitado, percorrendo as etapas seguintes:

- Apresenta uma tabela com os valores $\sin \alpha_{\text{inc}}$ e $\sin \alpha_{\text{ref}}$ a utilizar na construção do gráfico 2 pontos
- Apresenta a equação da reta de ajuste ao gráfico $\sin \alpha_{\text{ref}} = f(\sin \alpha_{\text{inc}})$
 $(\sin \alpha_{\text{ref}} = 0,587 \sin \alpha_{\text{inc}} + 0,009)$ (**ver nota**)
 OU
 Apresenta a equação da reta de ajuste ao gráfico $\sin \alpha_{\text{inc}} = f(\sin \alpha_{\text{ref}})$
 $(\sin \alpha_{\text{inc}} = 1,697 \sin \alpha_{\text{ref}} - 0,013)$ (**ver nota**) 4 pontos
- Calcula o índice de refração do vidro considerado (1,70) 4 pontos

Nota – Na equação da reta de ajuste, a omissão da ordenada na origem não implica qualquer desvalorização.

5.1. 10 pontos

Elementos de resposta:

- cálculo da energia da ligação P – Cl na molécula PCl_3 com base na diferença entre a energia envolvida na rutura de ligações químicas e a energia envolvida na formação de ligações químicas (318 kJ mol^{-1});
- identificação da ligação mais forte com base na associação entre uma maior energia de ligação e uma ligação mais forte (P – Cl na molécula PCl_3).

Níveis	Descritores de desempenho	Pontuação
4	Apresenta os dois elementos de resposta.	10
3	Apresenta os dois elementos de resposta com erros de cálculo no primeiro elemento.	8
2	Apresenta apenas o primeiro elemento de resposta.	5
1	Apresenta apenas o primeiro elemento de resposta com erros de cálculo.	3

5.2.1. 10 pontos

Determina o valor solicitado, percorrendo as etapas seguintes:

- Calcula a quantidade de Cl_2 (g) no estado de equilíbrio (0,30 mol) 3 pontos
- Calcula a quantidade de PCl_3 (g) no estado de equilíbrio (1,10 mol) 3 pontos
- Calcula a constante de equilíbrio, K_c , da reação de decomposição considerada, à temperatura T ($4,9 \times 10^{-2}$) 4 pontos

5.2.2. 10 pontos

Elementos de resposta:

- diminuição de volume, conseqüente aumento de pressão e favorecimento da reação que origina menor quantidade de moléculas;
OU
diminuição de volume, conseqüente aumento das concentrações de reagentes e de produtos de reação e aumento do quociente de reação;
- favorecimento da reação inversa e aumento da quantidade de PCl_5 .

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

5.3. 10 pontos

Representa a molécula na notação de Lewis $(:\ddot{\text{Cl}} - \ddot{\text{Cl}}:)$.

Nota – Podem considerar-se outras representações cientificamente válidas.

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

6.1. 10 pontos

Determina o valor solicitado, percorrendo as etapas seguintes:

- Calcula a massa de amoníaco em 250 cm^3 da solução considerada (9,670 g) 3 pontos
- Calcula a massa de água no volume da solução considerada (235,3 g) 3 pontos
- Calcula o número de moléculas de água que existem no volume da solução considerada ($7,9 \times 10^{24}$ moléculas) 4 pontos

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

ITENS	VERSÃO 1	VERSÃO 2	PONTUAÇÃO
7.1.	(B)	(D)	10
7.2.	(B)	(C)	10
7.3.	(D)	(B)	10
8.1.	(D)	(C)	10
8.2.	(B)	(D)	10
9.1.	(A)	(B)	10
9.2.	(A)	(C)	10
9.3.	(D)	(A)	10
10.1.	(A)	(B)	10
10.2.	(C)	(A)	10

COTAÇÕES

As pontuações obtidas nas respostas a estes 16 itens da prova contribuem obrigatoriamente para a classificação final.	1.1.	1.2.	2.1.	2.2.	3.1.	3.2.	4.	5.1.	5.2.1.	5.2.2.	5.3.	5.4.	6.1.	6.2.	7.1.	9.2.	Subtotal
Cotação (em pontos)	16 x 10 pontos																160
Destes 8 itens, contribuem para a classificação final da prova os 4 itens cujas respostas obtenham melhor pontuação.	7.2.	7.3.	8.1.	8.2.	9.1.	9.3.	10.1.	10.2.	Subtotal								
Cotação (em pontos)	4 x 10 pontos									40							
TOTAL																	200