

Exame Final Nacional de Física e Química A
Prova 715 | 2.ª Fase | Ensino Secundário | 2024

11.º Ano de Escolaridade

Decreto-Lei n.º 55/2018, de 6 de julho | Decreto-Lei n.º 62/2023, de 25 de julho

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

15 Páginas

VERSÃO 1

A prova inclui 15 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	$c = 4,18 \times 10^3 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$
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	$g = 9,80 \text{ m s}^{-2}$
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)	$K_w = 1,012 \times 10^{-14}$
Volume molar de um gás (PTN)	$V_m = 22,4 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$

FORMULÁRIO

• Quantidade, massa e volume

$$n = \frac{N}{N_A}$$

$$M = \frac{m}{n}$$

$$V_m = \frac{V}{n}$$

$$\rho = \frac{m}{V}$$

• Soluções

$$c = \frac{n}{V}$$

$$x_A = \frac{n_A}{n_{\text{total}}}$$

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+],$$

com $[\text{H}_3\text{O}^+]$ expresso em mol dm^{-3}

• Energia

$$E_c = \frac{1}{2} m v^2$$

$$E_{\text{pg}} = m g h$$

$$E_m = E_c + E_p$$

$$P = \frac{E}{\Delta t}$$

$$W = F d \cos \alpha$$

$$\sum_i W_i = \Delta E_c$$

$$W_{\vec{F}_g} = -\Delta E_{\text{pg}}$$

$$U = R I$$

$$P = R I^2$$

$$U = \varepsilon - r I$$

$$E = m c \Delta T$$

$$\Delta U = W + Q$$

$$E_r = \frac{P}{A}$$

• Mecânica

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

$$v = v_0 + a t$$

$$a_c = \frac{v^2}{r}$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

$$v = \omega r$$

$$\vec{F} = m \vec{a}$$

$$F_g = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

• Ondas e eletromagnetismo

$$\lambda = \frac{v}{f}$$

$$\Phi_m = B A \cos \alpha$$

$$|\varepsilon_i| = \left| \frac{\Delta \Phi_m}{\Delta t} \right|$$

$$n = \frac{c}{v}$$

$$n_1 \sin \alpha_1 = n_2 \sin \alpha_2$$

TABELA PERIÓDICA DOS ELEMENTOS QUÍMICOS

1		2										18																																	
1	H 1,01											13	14	15	16	17	He 4,00																												
3	Li 6,94	4	Be 9,01	Número atômico Elemento Massa atômica relativa										5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	Ne 20,18																		
11	Na 22,99	12	Mg 24,31											13	Al 26,98	14	Si 28,09	15	P 30,97	16	S 32,06	17	Cl 35,45	Ar 39,95																					
19	K 39,10	20	Ca 40,08	21	Sc 44,96	22	Ti 47,87	23	V 50,94	24	Cr 52,00	25	Mn 54,94	26	Fe 55,85	27	Co 58,93	28	Ni 58,69	29	Cu 63,55	30	Zn 65,38	31	Ga 69,72	32	Ge 72,63	33	As 74,92	34	Se 78,97	35	Br 79,90	36	Kr 83,80										
37	Rb 85,47	38	Sr 87,62	39	Y 88,91	40	Zr 91,22	41	Nb 92,91	42	Mo 95,95	43	Tc	44	Ru 101,07	45	Rh 102,91	46	Pd 106,42	47	Ag 107,87	48	Cd 112,41	49	In 114,82	50	Sn 118,71	51	Sb 121,76	52	Te 127,60	53	I 126,90	54	Xe 131,29										
55	Cs 132,91	56	Ba 137,33	57-71 Lantanídeos	58	Hf 178,49	72	Ta 180,95	73	W 183,84	74	Re 186,21	75	Os 190,23	76	Ir 192,22	77	Pt 195,08	78	Au 196,97	79	Hg 200,59	80	Tl 204,38	81	Pb 207,2	82	Bi 208,98	83	Po 209	84	At	85	Rn											
87	Fr 223	88	Ra 226	89-103 Actínídeos	104	Rf	105	Db	106	Sg	107	Bh	108	Hs	109	Mt	110	Ds	111	Rg	112	Cn	113	Nh	114	Fl	115	Mc	116	Lv	117	Ts	118	Og											

1. Os telescópios espaciais, que orbitam a Terra ou o Sol, permitem observar o espaço longínquo em diferentes comprimentos de onda.

Na Figura 1, está representado o Telescópio Espacial James Webb (cujas sigla corrente, JWST, designa o seu nome original, em inglês, *James Webb Space Telescope*), podendo observar-se o espelho principal, o escudo solar e os painéis fotovoltaicos.

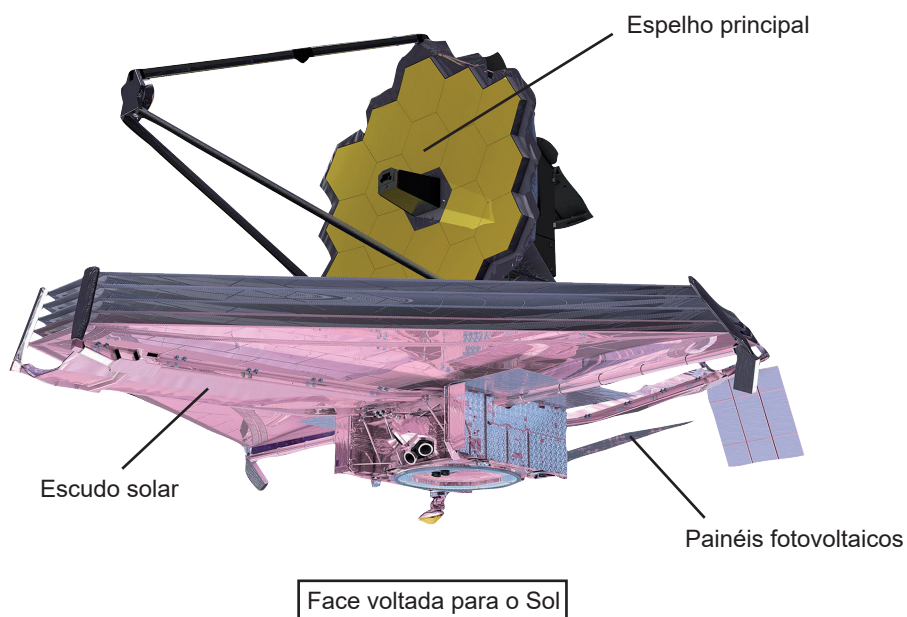


Figura 1

- * 1.1. O JWST opera, essencialmente, na região do infravermelho, ao contrário do Telescópio Espacial Hubble, que opera na região do visível.

Comparativamente às radiações detetadas pelo Hubble, o JWST pode detetar radiações de

- (A) menor comprimento de onda e maior energia por fóton.
- (B) menor comprimento de onda e menor energia por fóton.
- (C) maior comprimento de onda e maior energia por fóton.
- (D) maior comprimento de onda e menor energia por fóton.

- * 1.2. O escudo solar do JWST impede que a luz proveniente do Sol, da Terra e da Lua atinja alguns dos seus equipamentos, permitindo que estes se mantenham à temperatura adequada ao seu funcionamento.

Complete o texto seguinte, seleccionando a opção correta para cada espaço.

Escreva, na folha de respostas, cada uma das letras seguida do número que corresponde à opção seleccionada.

A função do escudo solar do JWST é a) a energia que é transferida do Sol, da Terra e da Lua por b). Este telescópio já conseguiu identificar várias substâncias no Universo, entre as quais hidrocarbonetos saturados, como, por exemplo, c), e substâncias constituídas por moléculas apolares, como, por exemplo, d).

a)	b)	c)	d)
1. refratar	1. radiação	1. C_2H_2	1. CH_4
2. refletir	2. condução	2. C_2H_4	2. NH_3
3. difratar	3. convecção	3. C_2H_6	3. H_2O

- 1.3. Os painéis fotovoltaicos do JWST produzem energia elétrica. A potência gerada por estes painéis aumenta com _____ do ângulo entre os raios solares incidentes e a normal ao plano do painel fotovoltaico e é calculada pela expressão _____, em que U representa a diferença de potencial elétrico aos terminais do painel e I representa a corrente elétrica que o atravessa.

(A) a diminuição ... $U \times I^2$

(B) a diminuição ... $U \times I$

(C) o aumento ... $U \times I^2$

(D) o aumento ... $U \times I$

1.4. Enquanto nos espelhos comuns, na Terra, se utiliza, como superfície refletora, o alumínio, Al, o espelho principal do JWST é revestido por uma camada de ouro, Au.

- * 1.4.1. Compare o número de átomos de ouro com o número de átomos de alumínio necessários para revestir espelhos de área igual com uma camada metálica de espessura igual.

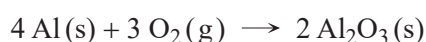
Considere as massas volúmicas do ouro e do alumínio, respetivamente, $\rho_{\text{Au}} = 19,3 \text{ g cm}^{-3}$ e $\rho_{\text{Al}} = 2,7 \text{ g cm}^{-3}$.

Na sua resposta, estabeleça a razão entre o número de átomos de ouro e o número de átomos de alumínio, arredondada às unidades.

Mostre como chegou ao resultado solicitado.

- * 1.4.2. Na Terra, a superfície refletora de alumínio dos espelhos é protegida por um vidro que impede o contacto do metal com o ar, evitando a sua deterioração.

A reação do alumínio com o dióxigénio do ar pode ser traduzida pela equação



Nesta reação, o alumínio é o

- (A) redutor, e o seu número de oxidação aumenta.
- (B) redutor, e o seu número de oxidação diminui.
- (C) oxidante, e o seu número de oxidação aumenta.
- (D) oxidante, e o seu número de oxidação diminui.

2. Na Figura 2, que não está à escala, está representado o movimento do Telescópio Espacial James Webb (JWST) em torno do Sol, numa região exterior à órbita da Terra. A localização nesta região particular permite que o telescópio acompanhe a Terra no seu movimento de translação.

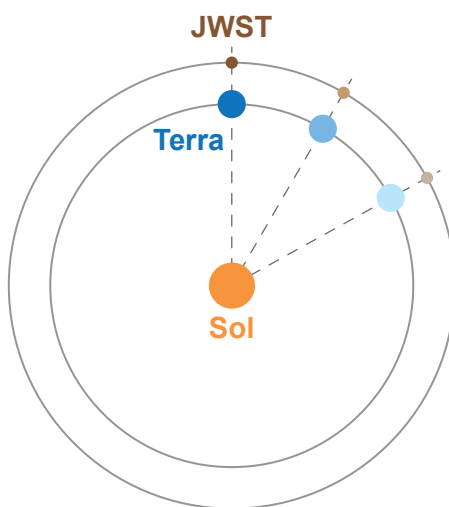
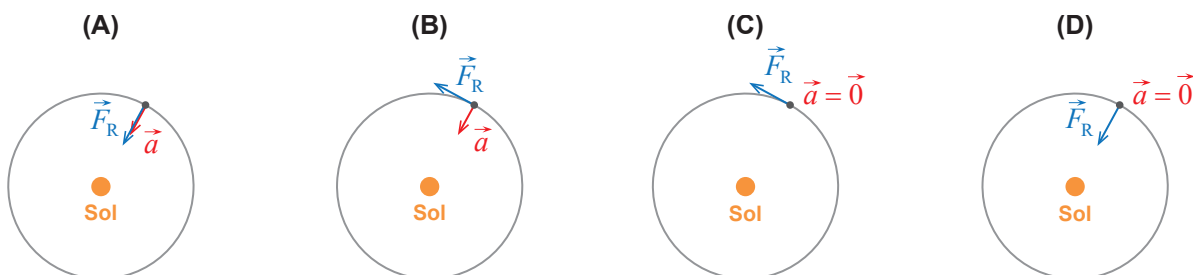


Figura 2

Considere que a Terra e o JWST realizam órbitas circulares em torno do Sol e que podem ser representados pelo seu centro de massa (modelo da partícula material).

- ★ 2.1. Qual dos diagramas seguintes, que não se encontram à escala, pode representar a resultante das forças, $\vec{F}_R$, que atuam na Terra e a aceleração, $\vec{a}$, da Terra durante o seu movimento em torno do Sol?



- ★ 2.2. Determine o período de translação do JWST, em dias, tendo em conta o efeito da ação conjunta das forças gravíticas exercidas pelo Sol e pela Terra no telescópio.

Considere que:

- a massa do JWST é 6200 kg;
- a massa da Terra é $5,97 \times 10^{24}$ kg;
- o módulo da força gravítica que o Sol exerce no JWST é 36,03 N;
- a distância entre o Sol e a Terra é $1,496 \times 10^{11}$ m;
- a distância entre o JWST e a Terra é $1,50 \times 10^9$ m.

Apresente todos os cálculos efetuados.

3. Suponha que um automóvel com motor de combustão se encontra estacionado e que, num dado momento, o seu sistema de ignição é acionado.

3.1. O sistema de ignição do motor do automóvel possui uma bobina, ligada ao eixo do motor, com 20 000 espiras, cada uma de área $1,25 \times 10^{-3} \text{ m}^2$.

Quando o sistema é acionado, produz-se uma variação do módulo do campo magnético de 1,0 T durante um milissegundo. Considere que a direção do campo magnético se mantém perpendicular ao plano das espiras.

O módulo da força eletromotriz induzida nos terminais da bobina, quando o sistema de ignição é acionado, é

- (A) $2,5 \times 10^4 \text{ V}$ e aumentaria se o número de espiras diminuísse.
- (B) $2,5 \times 10^4 \text{ V}$ e aumentaria se o número de espiras aumentasse.
- (C) $2,5 \times 10^1 \text{ V}$ e aumentaria se o número de espiras diminuísse.
- (D) $2,5 \times 10^1 \text{ V}$ e aumentaria se o número de espiras aumentasse.

* 3.2. Os elementos principais da bateria de chumbo-ácido, usada no automóvel, são placas de chumbo imersas em ácido sulfúrico.

Na Figura 3, estão representados dois voltímetros e a bateria do automóvel que inclui uma associação de seis células idênticas ligadas em série.

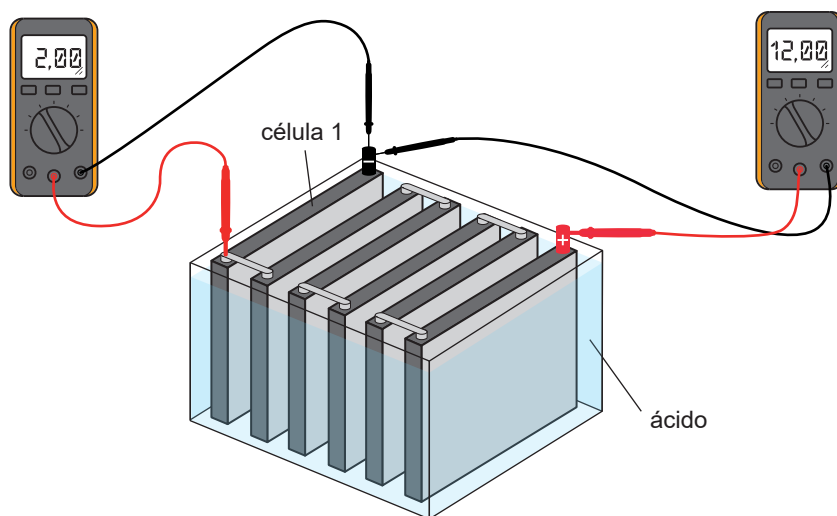


Figura 3

Quando a bateria está desligada, a diferença de potencial elétrico aos seus terminais é 12,00 V, sendo 2,00 V aos terminais de cada célula. Quando o automóvel está em funcionamento, a corrente elétrica gerada pela bateria é 40,0 A, e a diferença de potencial elétrico aos seus terminais é 9,00 V.

Qual é a resistência interna da célula 1?

- (A) $7,50 \times 10^{-2} \Omega$
- (B) $6,00 \times 10^{-2} \Omega$
- (C) $3,75 \times 10^{-2} \Omega$
- (D) $1,25 \times 10^{-2} \Omega$

- * **3.3.** No sistema de refrigeração dos motores de combustão, são, geralmente, usados líquidos de elevada capacidade térmica mássica.

Um professor desafiou os alunos a identificarem, de entre dois líquidos desconhecidos, qual seria o mais adequado para um sistema de refrigeração. Deveriam realizar apenas um ensaio para cada líquido e retirar uma conclusão sem recorrer a cálculos. Disponibilizou amostras de cada um dos líquidos, com massas iguais e à mesma temperatura, uma resistência de imersão, de potência P desconhecida e constante, um cronómetro e um termómetro.

Descreva o modo como os alunos podem dar resposta ao desafio.

Na sua resposta:

- deduza a relação matemática que suporta a atividade experimental;
- apresente o procedimento experimental, identificando as grandezas a medir;
- refira a conclusão a retirar a partir da análise dos resultados.

Apresente um texto bem estruturado e utilize linguagem científica adequada.

4. Um automóvel, de massa 1000 kg, encontra-se parado junto a um semáforo.

No instante em que o automóvel inicia o seu movimento, é ultrapassado por uma moto, de massa 150 kg, que se move, na mesma direção e no mesmo sentido, com velocidade constante de módulo 10 m s^{-1} , que mantém ao longo de todo o percurso em análise.

Considere que a trajetória descrita por ambos os veículos é retilínea e horizontal e que estes podem ser representados pelo seu centro de massa, segundo o modelo da partícula material.

A Figura 4 apresenta o gráfico do módulo da velocidade do automóvel em função do tempo.

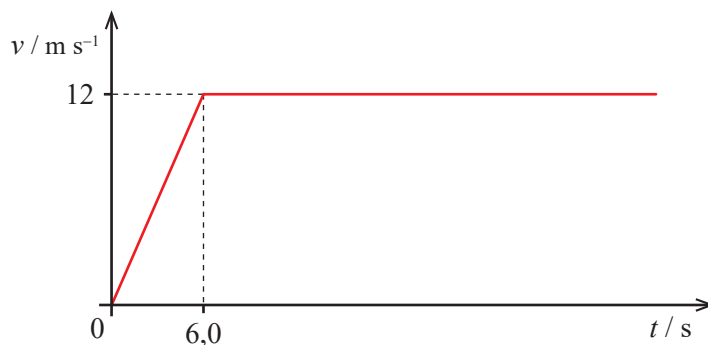


Figura 4

- * 4.1. Admita que, nos primeiros 6,0 s de movimento, o automóvel transformou 90% da energia que lhe foi fornecida em energia cinética de translação, dissipando a restante.

Determine a energia que foi fornecida ao automóvel nesse intervalo de tempo.

Apresente todos os cálculos efetuados.

- * 4.2. Determine a distância percorrida pelos dois veículos até se encontrarem novamente.

Apresente todos os cálculos efetuados.

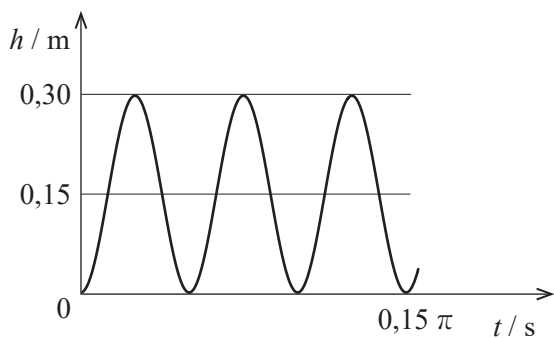
4.3. O instante em que o automóvel e a moto apresentam igual velocidade ocorre

- (A) antes dos 6,0 s, tendo os dois veículos a mesma energia cinética.
- (B) após os 6,0 s, tendo os dois veículos a mesma energia cinética.
- (C) antes dos 6,0 s, tendo os dois veículos diferente energia cinética.
- (D) após os 6,0 s, tendo os dois veículos diferente energia cinética.

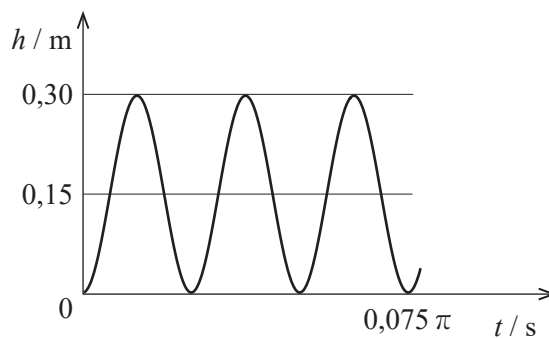
- 4.4. Considere um ponto X localizado na periferia de uma roda do automóvel, de raio 30 cm, que contacta com o solo, sem deslizar, quando o automóvel se desloca a uma velocidade constante, de módulo 12 m s^{-1} .

Qual é o gráfico que pode representar a altura, h , do ponto X em relação ao solo, em função do tempo, t ?

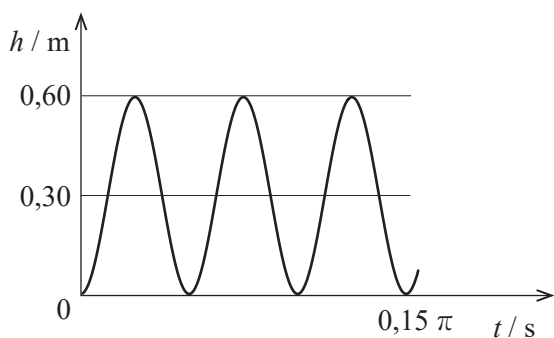
(A)



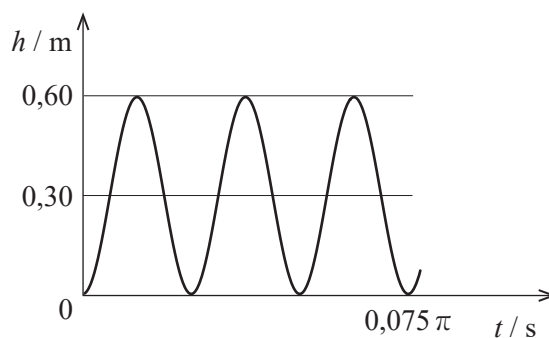
(B)



(C)



(D)



5. Os óxidos de nitrogénio, essencialmente provenientes da combustão nos motores dos automóveis e nas centrais térmicas, contribuem para a formação de diversas espécies químicas com impacto no ambiente.

5.1. Os óxidos de nitrogénio são constituídos por átomos de nitrogénio e de oxigénio.

5.1.1. A energia de ionização do nitrogénio, isolado e em fase gasosa, é a energia mínima necessária para que, a partir de uma mole de átomos no estado fundamental, se forme uma mole de iões

- (A) N^+ , tendo cada ião dois eletrões desemparelhados.
- (B) N^- , tendo cada ião dois eletrões desemparelhados.
- (C) N^+ , que não têm eletrões desemparelhados.
- (D) N^- , que não têm eletrões desemparelhados.

* 5.1.2. Comparando o átomo de nitrogénio com o de oxigénio, ambos no estado fundamental, verifica-se que a carga nuclear do átomo de nitrogénio é

- (A) maior e que o seu raio atómico é maior.
- (B) menor e que o seu raio atómico é menor.
- (C) maior e que o seu raio atómico é menor.
- (D) menor e que o seu raio atómico é maior.

* 5.2. Na preparação de uma comunicação sobre o efeito da poluição automóvel na camada de ozono, um grupo de alunos recolheu a informação seguinte:

O gás monóxido de nitrogénio, NO , proveniente do escape dos automóveis, oxida-se facilmente na troposfera, formando o gás dióxido de nitrogénio, NO_2 . Ao chegar à estratosfera, o NO_2 decompõe-se, por ação da radiação UV, em dois radicais livres, o monóxido de nitrogénio e o oxigénio atómico. Por sua vez, o radical monóxido de nitrogénio pode reagir com o ozono estratosférico, O_3 , originando dióxido de nitrogénio e dióxigénio gasosos.

Apresente, num texto bem estruturado e utilizando linguagem científica adequada, uma proposta de comunicação que inclua:

- as três equações químicas que traduzem as reações descritas na informação recolhida pelos alunos;
- a fundamentação para o facto de a decomposição do NO_2 ocorrer predominantemente na estratosfera;
- a explicação para o facto de uma única molécula de NO conduzir à destruição de várias moléculas de ozono.

- 5.3.** Na atmosfera, os óxidos de nitrogénio podem originar o ácido nítrico, HNO_3 , um ácido forte, e o ácido nitroso, HNO_2 , um ácido fraco, que contribuem para a acidificação da água da chuva.

Considere duas soluções aquosas, uma de HNO_3 , com pH 1,00, e outra de HNO_2 , com pH 2,16, ambas com a mesma concentração e à mesma temperatura.

- * 5.3.1.** Determine a constante de acidez, K_a , do HNO_2 para a temperatura considerada.

Apresente todos os cálculos efetuados.

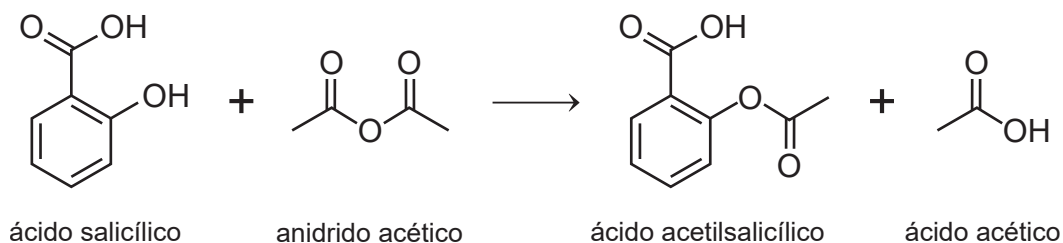
- 5.3.2.** Soluções de HNO_3 e de HNO_2 , de igual volume, foram tituladas com uma solução aquosa de uma base forte, NaOH , à temperatura de 25 °C, até se atingir o ponto de equivalência.

O volume de titulante gasto para titular a solução de HNO_2 é _____ ao volume de titulante gasto para titular a solução de HNO_3 , e o pH no ponto de equivalência para a titulação de HNO_2 é _____ a 7.

- (A) inferior ... superior
- (B) inferior ... inferior
- (C) igual ... superior
- (D) igual ... inferior

6. O ácido acetilsalicílico é uma das substâncias mais utilizadas na redução da inflamação, da dor e da febre.

Na síntese desta substância, o ácido salicílico, $C_7H_6O_3$ ($M = 138,13 \text{ g mol}^{-1}$), reage com o anidrido acético, $C_4H_6O_3$ ($M = 102,10 \text{ g mol}^{-1}$ e $\rho = 1,08 \text{ g cm}^{-3}$), dando origem ao ácido acetilsalicílico, $C_9H_8O_4$ ($M = 180,17 \text{ g mol}^{-1}$), e ao ácido acético. Esta reação é catalisada por ácido sulfúrico e pode ser traduzida por



* 6.1. Os grupos funcionais presentes no ácido salicílico são

- (A) carboxilo e hidroxilo.
- (B) carboxilo e amina.
- (C) carbonilo e hidroxilo.
- (D) carbonilo e amina.

6.2. Ordene as ações identificadas pelas letras de **A** a **E**, de modo a reconstituir parte do procedimento que permite determinar experimentalmente o rendimento na síntese do ácido acetilsalicílico.

Escreva, na folha de respostas, a sequência correta das letras.

- A. Juntar o anidrido acético ao ácido salicílico.
- B. Medir a massa dos cristais de ácido acetilsalicílico.
- C. Secar os cristais de ácido acetilsalicílico.
- D. Adicionar o catalisador e agitar.
- E. Filtrar a vácuo os cristais obtidos.

6.3. Na reação de síntese, qual é, aproximadamente, a percentagem, em massa, dos átomos dos reagentes incorporados no ácido acetilsalicílico?

- (A) 32%
- (B) 75%
- (C) 49%
- (D) 57%

*** 6.4.** Adicionaram-se 5,00 cm³ de anidrido acético a 2,02 g de ácido salicílico e obtiveram-se 1,83 g de ácido acetilsalicílico.

Determine o rendimento da síntese do ácido acetilsalicílico.

Apresente todos os cálculos efetuados.

FIM

COTAÇÕES

As pontuações obtidas nas respostas a estes 15 itens da prova contribuem obrigatoriamente para a classificação final.	1.1.	1.2.	1.4.1.	1.4.2.	2.1.	2.2.	3.2.	3.3.	4.1.	4.2.	5.1.2.	5.2.	5.3.1.	6.1.	6.4.	Subtotal
Cotação (em pontos)	10	12	10	10	10	12	10	12	10	10	10	12	12	10	10	160
Destes 8 itens, contribuem para a classificação final da prova os 4 itens cujas respostas obtenham melhor pontuação.	1.3.	3.1.	4.3.	4.4.	5.1.1.	5.3.2.	6.2.	6.3.	Subtotal							
Cotação (em pontos)	4 x 10 pontos															40
TOTAL																200

Prova 715
2.ª Fase
VERSÃO 1

Exame Final Nacional de Física e Química A Prova 715 | 2.ª Fase | Ensino Secundário | 2024

11.º Ano de Escolaridade

Decreto-Lei n.º 55/2018, de 6 de julho | Decreto-Lei n.º 62/2023, de 25 de julho

Critérios de Classificação

8 Páginas

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 seleção.

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

As respostas aos itens de seleção podem ser classificadas de forma dicotómica ou por níveis de desempenho, de acordo com os critérios específicos. No primeiro caso, a pontuação só é atribuída às respostas corretas, sendo todas as outras respostas classificadas com zero pontos. No caso da classificação por níveis de desempenho, a cada nível corresponde uma dada pontuação, de acordo com os critérios específicos.

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

ITENS DE CONSTRUÇÃO

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.

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

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 nos critérios específicos 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.

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 e de siglas não claramente identificadas 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 e de siglas não constitui, em geral, fator de desvalorização.

Caso sejam utilizados processos de resolução que não respeitem as instruções dadas, a resposta é classificada com zero pontos.

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 ou 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 incorretas.	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.	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

Versão 1 – (D); Versão 2 – (B)

1.2. 12 pontos

Versão 1 – (a) – (2); (b) – (1); (c) – (3); (d) – (1).

Versão 2 – (a) – (1); (b) – (3); (c) – (1); (d) – (2).

Nível	Descritor de desempenho	Pontuação
2	Completa o texto com as quatro opções corretas.	12
1	Completa o texto apenas com as opções a) e b) corretas. OU Completa o texto apenas com as opções c) e d) corretas.	6

1.3. 10 pontos

Versão 1 – (B); Versão 2 – (A)

1.4.1. 10 pontos

Elementos de resposta:

- a expressão que relaciona N com ρ , V e M é $N = \frac{\rho \times V}{M} \times N_A$;
- a relação que se estabelece entre N_{Au} e N_{Al} é $\frac{N_{Au}}{N_{Al}} = \frac{\rho_{Au} \times M_{Al}}{\rho_{Al} \times M_{Au}}$;
- $\frac{N_{Au}}{N_{Al}} = 1$ ou $N_{Au} = N_{Al}$ (ou equivalente).

Nível	Descritor de desempenho	Pontuação
4	A resposta apresenta os três elementos sem erros de cálculo.	10
3	A resposta apresenta os três elementos com erros de cálculo numérico e/ou o resultado final sem arredondamento às unidades.	8
2	A resposta apresenta apenas os dois primeiros elementos.	6
1	A resposta apresenta apenas o primeiro elemento.	3

1.4.2. 10 pontos

Versão 1 – (A); Versão 2 – (D)

2.1. 10 pontos

Versão 1 – (A); Versão 2 – (C)

2.2. 12 pontos

Determina o valor solicitado, percorrendo as etapas seguintes:

- Calcula a intensidade da força de atração gravitacional entre a Terra e o JWST (1,097 N) 4 pontos
- Calcula a intensidade da resultante das forças de atração gravitacional aplicadas no JWST (37,13 N) 3 pontos
- Calcula o período de translação do JWST (365 dias) 5 pontos

3.1. 10 pontos

Versão 1 – (B); Versão 2 – (C)

3.2. 10 pontos

Versão 1 – (D); Versão 2 – (A)

3.3. 12 pontos

Elementos de resposta:

- [Os alunos] obtêm $c = \frac{P \Delta t}{m \Delta \theta}$ (ou equivalente);
- [Os alunos] aquecem cada um dos líquidos durante o mesmo intervalo de tempo e medem as respectivas variações de temperatura (ou equivalente);
- [Os alunos] referem que o líquido mais adequado à refrigeração do motor é o [que tem maior capacidade térmica mássica, o que corresponde ao líquido] que sofre menor variação de temperatura no mesmo intervalo de tempo [uma vez que $\frac{P}{m}$ é constante] (ou equivalente).

OU

- [Os alunos] obtêm $c = \frac{P \Delta t}{m \Delta \theta}$ (ou equivalente);
- [Os alunos] aquecem cada um dos líquidos até sofrerem a mesma variação de temperatura, e medem os respectivos intervalos de tempo (ou equivalente);
- [Os alunos] referem que o líquido mais adequado à refrigeração do motor é o [que tem maior capacidade térmica mássica, o que corresponde ao líquido] que sofre a mesma variação de temperatura num maior intervalo de tempo [uma vez que $\frac{P}{m}$ é constante] (ou equivalente).

Nível	Descritor de desempenho	Pontuação
5	A resposta: • apresenta os três elementos; • é estruturada e apresenta linguagem científica adequada.	12
4	A resposta: • apresenta os três elementos; • apresenta falhas de estrutura e/ou na linguagem científica.	10
3	A resposta: • apresenta apenas dois elementos; • é estruturada e apresenta linguagem científica adequada.	8
2	A resposta: • apresenta apenas dois elementos; • apresenta falhas de estrutura e/ou na linguagem científica.	6
1	A resposta: • apresenta apenas o primeiro ou o segundo elemento; • é estruturada e apresenta linguagem científica adequada.	4

4.1. 10 pontos

Determina o valor solicitado, percorrendo as etapas seguintes:

- Calcula a variação da energia cinética ($7,20 \times 10^4 \text{ J}$) 5 pontos
- Calcula a energia que foi fornecida ao automóvel ($8,0 \times 10^4 \text{ J}$) 5 pontos

4.2. 10 pontos

Determina o valor solicitado, percorrendo as etapas seguintes:

- Calcula a distância percorrida pelo automóvel nos primeiros 6 s de movimento (36,0 m) 3 pontos
- Calcula o instante em que o carro e a moto se voltam a encontrar (18,0 s ou 12,0 s após o instante $t = 6,0 \text{ s}$) 4 pontos
- Calcula a distância percorrida pelos dois veículos até se encontrarem novamente ($1,8 \times 10^2 \text{ m}$) 3 pontos

4.3. 10 pontos

Versão 1 – (C); Versão 2 – (B)

4.4. 10 pontos

Versão 1 – (C); Versão 2 – (D)

5.1.1. 10 pontos

Versão 1 – (A); Versão 2 – (B)

5.1.2. 10 pontos

Versão 1 – (D); Versão 2 – (A)

5.2. 12 pontos

Elementos de resposta:

- $2 \text{ NO} + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{ NO}_2$;
 - $\text{NO}_2 \rightarrow \text{NO}^\cdot + \text{O}^\cdot$;
 - $\text{NO}^\cdot + \text{O}_3 \rightarrow \text{NO}_2 + \text{O}_2$ (**ver nota**);
 - [é na estratosfera que] a energia da radiação UV é suficiente para provocar a reação de fotodissociação da molécula de NO_2 (ou equivalente);
 - a segunda e a terceira equações traduzem um processo cíclico de destruição de O_3 , em que o NO_2 é regenerado [, tendo como precursor uma molécula de NO proveniente dos escapes dos automóveis] (ou equivalente).
- OU
- o NO [,proveniente dos escapes dos automóveis,] origina NO_2 que, por sua vez, [por ação da radiação UV,] forma o [radical] NO. Este radical reage com o O_3 regenerando o NO_2 que pode assim repetir o processo [de destruição de O_3] (ou equivalente).

Nível	Descritor de desempenho	Pontuação
5	A resposta: • apresenta os três elementos; • é estruturada e apresenta linguagem científica adequada.	12
4	A resposta: • apresenta os três elementos; • apresenta falhas de estrutura e/ou na linguagem científica.	10
3	A resposta: • apresenta apenas dois elementos; • é estruturada e apresenta linguagem científica adequada.	8
2	A resposta: • apresenta apenas dois elementos; • apresenta falhas de estrutura e/ou na linguagem científica.	6
1	A resposta: • apresenta apenas um elemento; • é estruturada e apresenta linguagem científica adequada.	4

Nota: a apresentação de coeficientes estequiométricos incorretos é equiparada a falhas na linguagem científica.

5.3.1. 12 pontos

Determina o valor solicitado, percorrendo as etapas seguintes:

- Calcula a concentração da solução de HNO_3 ($1,000 \times 10^{-1} \text{ mol dm}^{-3}$) ... 4 pontos
- Calcula a concentração de HNO_2 no equilíbrio ($9,308 \times 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$) 4 pontos
- Calcula a constante de acidez, K_a , do HNO_2 ($5,14 \times 10^{-4}$) 4 pontos

5.3.2. 10 pontos

Versão 1 – (C); Versão 2 – (B)

6.1. 10 pontos

Versão 1 – (A); Versão 2 – (C)

6.2. 10 pontos

Versão 1 – A, D, E, C, B

Versão 2 – D, A, B, C, E

6.3. 10 pontos

Versão 1 – (B); Versão 2 – (D)

6.4. 10 pontos

Determina o valor solicitado, percorrendo as etapas seguintes:

- Calcula as quantidades de ácido salicílico ($1,462 \times 10^{-2}$ mol) e de anidrido acético ($5,289 \times 10^{-2}$ mol)
OU
Calcula a massa de anidrido acético necessária para a reação completa do ácido salicílico (1,493 g) 3 pontos
- Identifica o reagente limitante (ácido salicílico) 3 pontos
- Calcula o rendimento da reação de síntese do ácido acetilsalicílico (69,5%) 4 pontos

COTAÇÕES

As pontuações obtidas nas respostas a estes 15 itens da prova contribuem obrigatoriamente para a classificação final.	1.1.	1.2.	1.4.1.	1.4.2.	2.1.	2.2.	3.2.	3.3.	4.1.	4.2.	5.1.2.	5.2.	5.3.1.	6.1.	6.4.	Subtotal
Cotação (em pontos)	10	12	10	10	10	12	10	12	10	10	10	12	12	10	10	160
Destes 8 itens, contribuem para a classificação final da prova os 4 itens cujas respostas obtenham melhor pontuação.	1.3.	3.1.	4.3.	4.4.	5.1.1.	5.3.2.	6.2.	6.3.	Subtotal							
Cotação (em pontos)	4 x 10 pontos															40
TOTAL																200