

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 2

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

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

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

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

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

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

TABELA PERIÓDICA DOS ELEMENTOS QUÍMICOS

1		18															
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1</																	

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.

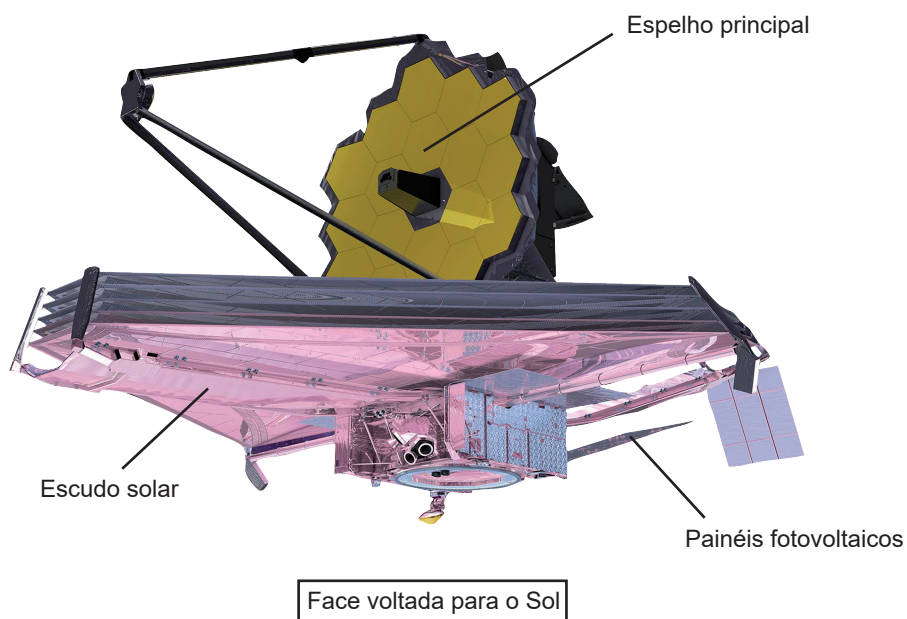


Figura 1

- * 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) maior comprimento de onda e maior energia por fotão.
- (B) maior comprimento de onda e menor energia por fotão.
- (C) menor comprimento de onda e maior energia por fotão.
- (D) menor comprimento de onda e menor energia por fotão.

- * 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, selecionando a opção correta para cada espaço.

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

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. refletir	1. convecção	1. C ₂ H ₆	1. NH ₃
2. refratar	2. condução	2. C ₂ H ₄	2. CH ₄
3. difratar	3. radiação	3. C ₂ H ₂	3. H ₂ O

- 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 ... $U \times I$

(B) a diminuição ... $U \times I^2$

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

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

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.

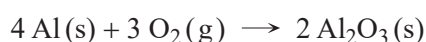
Considere as massas volúmicas do ouro e do alumínio, respetivamente, $\rho_{\text{Au}} = 19,3 \text{ g cm}^{-3}$ e $\rho_{\text{Al}} = 2,7 \text{ g cm}^{-3}$.

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

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.

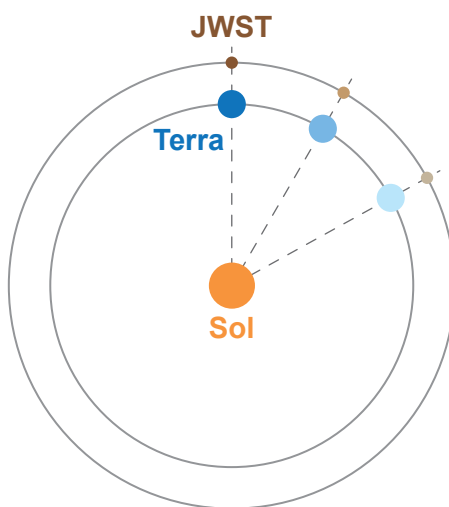
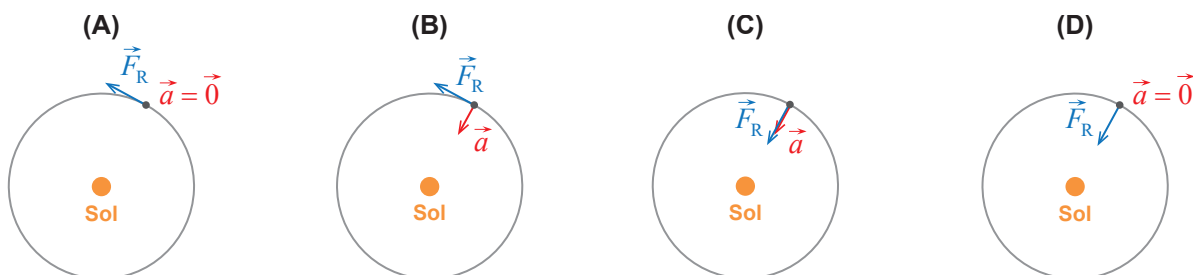


Figura 2

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

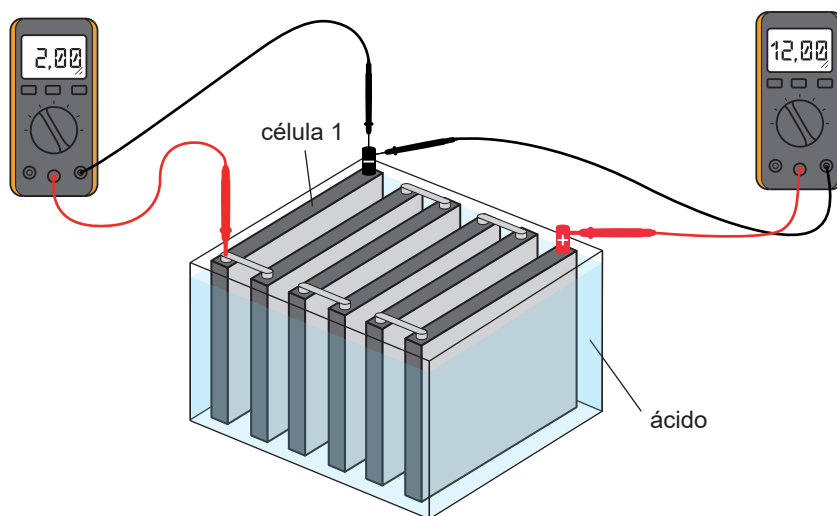


Figura 3

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

- * 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.

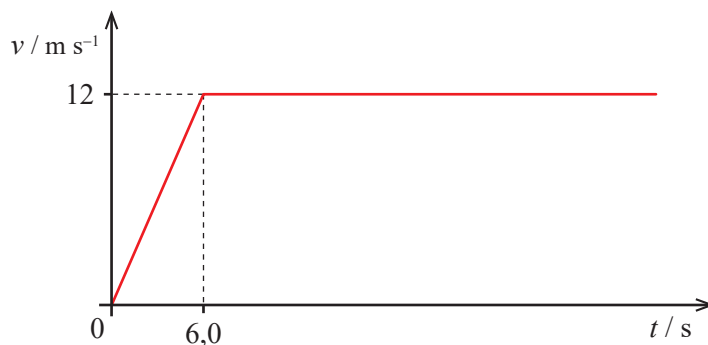


Figura 4

- * 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.

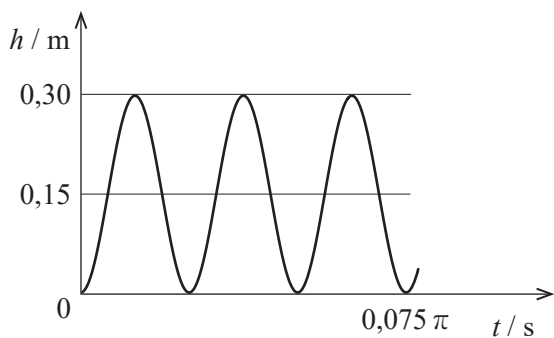
4.3. O instante em que o automóvel e a moto apresentam igual velocidade ocorre

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

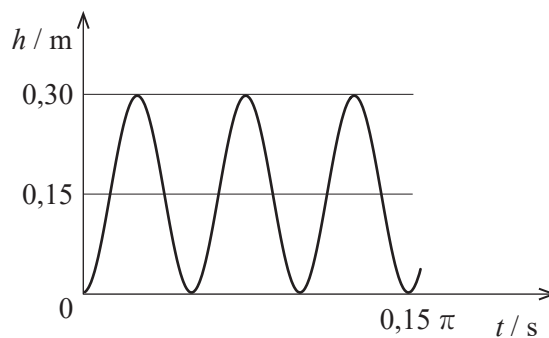
- 4.4. Considere um ponto X localizado na periferia de uma roda do automóvel, de raio 30 cm, que contacta com o solo, sem deslizar, quando o automóvel se desloca a uma velocidade constante, de módulo 12 m s^{-1} .

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

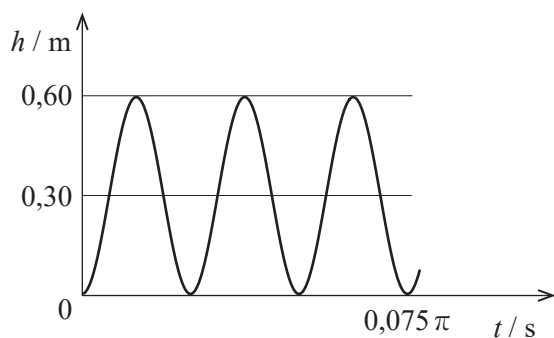
(A)



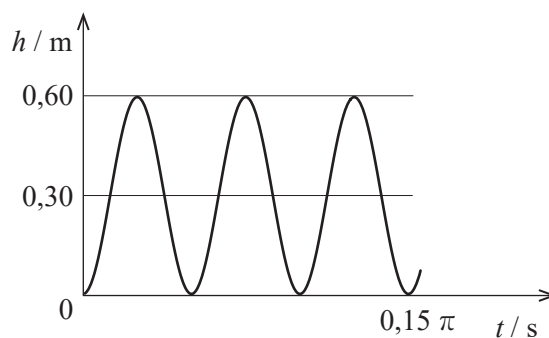
(B)



(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) menor 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) maior 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.

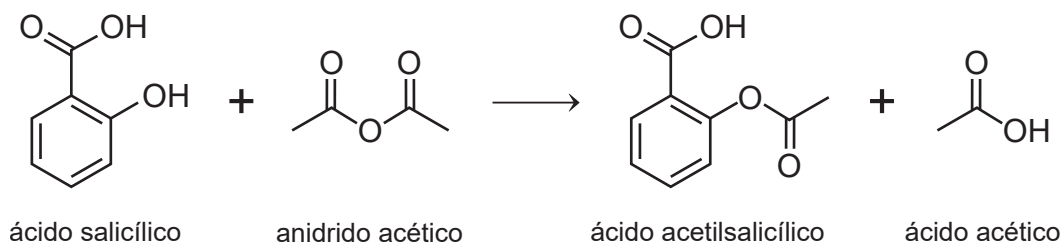
- 5.3.2.** Soluções de HNO_3 e de HNO_2 , de igual volume, foram tituladas com uma solução aquosa de uma base forte, NaOH , à temperatura de 25°C , até se atingir o ponto de equivalência.

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) igual ... superior
- (C) inferior ... inferior
- (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) carbonilo e hidroxilo.
- (B) carboxilo e amina.
- (C) carboxilo 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. Adicionar o catalisador e agitar.
- B. Filtrar a vácuo os cristais obtidos.
- C. Secar os cristais de ácido acetilsalicílico.
- D. Juntar o anidrido acético ao ácido salicílico.
- E. Medir a massa dos cristais de ácido acetilsalicílico.

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

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

*** 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 2