



EXAME FINAL NACIONAL DO ENSINO SECUNDÁRIO

Prova Escrita de Física e Química A

11.º Ano de Escolaridade

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

Prova 715/1.ª Fase

16 Páginas

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

2014

VERSÃO 1

Indique de forma legível a versão da prova.

Utilize apenas caneta ou esferográfica de tinta azul ou preta.

É permitida a utilização de régua, esquadro, transferidor e calculadora gráfica.

Não é permitido o uso de corretor. Deve riscar aquilo que pretende que não seja classificado.

Para cada resposta, identifique o grupo e o item.

Apresente as suas respostas de forma legível.

Apresente apenas uma resposta para cada item.

A prova inclui uma tabela de constantes, um formulário e uma tabela periódica.

As cotações dos itens encontram-se no final do enunciado da prova.

TABELA DE CONSTANTES

Velocidade de propagação da luz no vácuo	$c = 3,00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$
Módulo da aceleração gravítica de um corpo junto à superfície da Terra	$g = 10 \text{ m s}^{-2}$
Constante de Gravitação Universal	$G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$
Constante de Avogadro	$N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Constante de Stefan-Boltzmann	$\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$
Produto iónico da água (a 25 °C)	$K_w = 1,00 \times 10^{-14}$
Volume molar de um gás (PTN)	$V_m = 22,4 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$

FORMULÁRIO

- **Conversão de temperatura (de grau Celsius para kelvin)** $T = \theta + 273,15$
 T – temperatura absoluta (temperatura em kelvin)
 θ – temperatura em grau Celsius

- **Densidade (massa volúmica)** $\rho = \frac{m}{V}$
 m – massa
 V – volume

- **Efeito fotoelétrico** $E_{\text{rad}} = E_{\text{rem}} + E_c$
 E_{rad} – energia de um fóton da radiação incidente no metal
 E_{rem} – energia de remoção de um eletrão do metal
 E_c – energia cinética do eletrão removido

- **Concentração de solução** $c = \frac{n}{V}$
 n – quantidade de soluto
 V – volume de solução

- **Relação entre pH e concentração de H_3O^+** $\text{pH} = -\log \{[\text{H}_3\text{O}^+] / \text{mol dm}^{-3}\}$

- **1.ª Lei da Termodinâmica** $\Delta U = W + Q + R$
 ΔU – variação da energia interna do sistema (também representada por ΔE_i)
 W – energia transferida, entre o sistema e o exterior, sob a forma de trabalho
 Q – energia transferida, entre o sistema e o exterior, sob a forma de calor
 R – energia transferida, entre o sistema e o exterior, sob a forma de radiação

- **Lei de Stefan-Boltzmann** $P = e \sigma AT^4$
 P – potência total irradiada pela superfície de um corpo
 e – emissividade da superfície do corpo
 σ – constante de Stefan-Boltzmann
 A – área da superfície do corpo
 T – temperatura absoluta da superfície do corpo

- **Energia ganha ou perdida por um corpo devido à variação da sua temperatura** $E = m c \Delta T$
 m – massa do corpo
 c – capacidade térmica mássica do material de que é constituído o corpo
 ΔT – variação da temperatura do corpo

- **Taxa temporal de transferência de energia, sob a forma de calor, por condução** $\frac{Q}{\Delta t} = k \frac{A}{l} \Delta T$
 Q – energia transferida, sob a forma de calor, por condução, através de uma barra, no intervalo de tempo Δt
 k – condutividade térmica do material de que é constituída a barra
 A – área da secção da barra, perpendicular à direção de transferência de energia
 l – comprimento da barra
 ΔT – diferença de temperatura entre as extremidades da barra

- **Trabalho realizado por uma força constante, $\vec{F}$, que atua sobre um corpo em movimento retilíneo** $W = Fd \cos \alpha$
 d – módulo do deslocamento do ponto de aplicação da força
 α – ângulo definido pela força e pelo deslocamento
- **Energia cinética de translação** $E_c = \frac{1}{2} mv^2$
 m – massa
 v – módulo da velocidade
- **Energia potencial gravítica em relação a um nível de referência** $E_p = m g h$
 m – massa
 g – módulo da aceleração gravítica junto à superfície da Terra
 h – altura em relação ao nível de referência considerado
- **Teorema da energia cinética** $W = \Delta E_c$
 W – soma dos trabalhos realizados pelas forças que atuam num corpo, num determinado intervalo de tempo
 ΔE_c – variação da energia cinética do centro de massa do corpo, no mesmo intervalo de tempo
- **Lei da Gravitação Universal** $F_g = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$
 F_g – módulo da força gravítica exercida pela massa pontual m_1 (m_2) na massa pontual m_2 (m_1)
 G – constante de Gravitação Universal
 r – distância entre as duas massas
- **2.ª Lei de Newton** $\vec{F} = m \vec{a}$
 $\vec{F}$ – resultante das forças que atuam num corpo de massa m
 $\vec{a}$ – aceleração do centro de massa do corpo
- **Equações do movimento retilíneo com aceleração constante** $x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$
 x – valor (componente escalar) da posição
 v – valor (componente escalar) da velocidade $v = v_0 + a t$
 a – valor (componente escalar) da aceleração
 t – tempo
- **Equações do movimento circular com velocidade linear de módulo constante** $a_c = \frac{v^2}{r}$
 a_c – módulo da aceleração centrípeta
 v – módulo da velocidade linear $v = \frac{2\pi r}{T}$
 r – raio da trajetória
 T – período do movimento $\omega = \frac{2\pi}{T}$
 ω – módulo da velocidade angular
- **Comprimento de onda** $\lambda = \frac{v}{f}$
 v – módulo da velocidade de propagação da onda
 f – frequência do movimento ondulatório
- **Função que descreve um sinal harmónico ou sinusoidal** $y = A \sin(\omega t)$
 A – amplitude do sinal
 ω – frequência angular
 t – tempo
- **Fluxo magnético que atravessa uma superfície, de área A , em que existe um campo magnético uniforme, $\vec{B}$** $\Phi_m = B A \cos \alpha$
 α – ângulo entre a direção do campo e a direção perpendicular à superfície
- **Força eletromotriz induzida numa espira metálica** $|\mathcal{E}_i| = \frac{|\Delta \Phi_m|}{\Delta t}$
 $\Delta \Phi_m$ – variação do fluxo magnético que atravessa a superfície delimitada pela espira, no intervalo de tempo Δt
- **Lei de Snell-Descartes para a refração** $n_1 \sin \alpha_1 = n_2 \sin \alpha_2$
 n_1, n_2 – índices de refração dos meios 1 e 2, respetivamente
 α_1, α_2 – ângulos entre a direção de propagação da onda e a normal à superfície separadora no ponto de incidência, nos meios 1 e 2, respetivamente

TABELA PERIÓDICA

1		2										13					16					17		18	
1	H																							2	
	1,01																							He	
																								4,00	

Nas respostas aos itens de escolha múltipla, selecione a opção correta. Escreva, na folha de respostas, o número do item e a letra que identifica a opção escolhida.

Nas respostas aos itens em que é pedida a apresentação de todas as etapas de resolução, explicita todos os cálculos efetuados e apresente todas as justificações ou conclusões solicitadas.

Utilize unicamente valores numéricos das grandezas referidas na prova (no enunciado dos itens, na tabela de constantes e na tabela periódica).

Utilize os valores numéricos fornecidos no enunciado dos itens.

GRUPO I

Em 1831, Michael Faraday (1791-1867), um dos mais extraordinários homens do século XIX, descobriu a indução eletromagnética. Este fenómeno, na sua impressionante simplicidade, pode ser observado com uma montagem semelhante à representada na Figura 1: liga-se um galvanómetro G (aparelho que indica a passagem de corrente elétrica) a uma bobina B (fio condutor enrolado em espiral) e introduz-se, ao longo dessa bobina, uma barra magnetizada M. Imediatamente a agulha do galvanómetro se desloca, provando, assim, que o fio é percorrido por uma corrente elétrica, embora na montagem não exista nem pilha, nem gerador de qualquer espécie. O simples movimento da barra magnetizada dá origem à corrente elétrica.

Só existe corrente elétrica no fio enquanto a barra se move. Se a barra parar, a agulha do galvanómetro regressa imediatamente a zero.

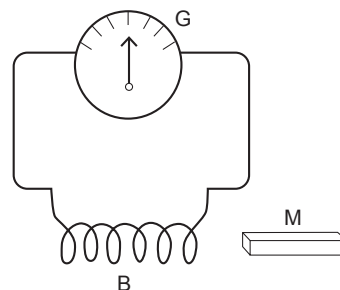


Figura 1

Rómulo de Carvalho, *História do Telefone*, 2.^a ed.,
Coimbra, Atlântida, 1962, pp. 67-69 (adaptado)

1. A partir da experiência descrita no texto, conclui-se que

- (A) um campo elétrico origina sempre um campo magnético.
- (B) um campo magnético origina sempre uma corrente elétrica.
- (C) uma corrente elétrica pode originar um campo magnético.
- (D) uma barra magnetizada em movimento pode originar uma corrente elétrica.

2. Na experiência descrita no texto, enquanto a barra magnetizada M estiver parada em relação à bobina B, a agulha do galvanómetro G estará no zero, porque, nesse intervalo de tempo,
- (A) a força eletromotriz induzida nos terminais da bobina é elevada.
 (B) o campo magnético criado pela barra magnetizada é uniforme.
 (C) o fluxo magnético através da bobina é pequeno.
 (D) a variação do fluxo magnético através da bobina é nula.
3. Numa experiência semelhante à descrita no texto, o módulo da força eletromotriz induzida nos terminais da bobina será tanto maior quanto
- (A) menor for o número de espiras da bobina e menor for a área de cada espira.
 (B) menor for a área de cada espira da bobina e mais rápido for o movimento da barra magnetizada.
 (C) maior for o número de espiras da bobina e mais rápido for o movimento da barra magnetizada.
 (D) maior for o número de espiras da bobina e menor for a área de cada espira.
4. Qual é o nome da unidade do Sistema Internacional em que se exprime a força eletromotriz?

GRUPO II

O alumínio é um metal que tem diversas aplicações tecnológicas.

Na tabela seguinte, estão registados os valores de algumas propriedades físicas do alumínio.

Ponto de fusão / °C	660
Capacidade térmica mássica (a 25 °C) / J kg ⁻¹ °C ⁻¹	897
Variação de entalpia (ou calor) de fusão / J kg ⁻¹	4,0 × 10 ⁵

Considere que uma barra de alumínio, de massa 700 g e, inicialmente, a 25,0 °C, é aquecida.

1. Que energia é necessário fornecer à barra, para que a sua temperatura aumente de 25,0 °C para 27,0 °C?
- (A) $(2,0 \times 897) \text{ J}$ (B) $(1,4 \times 897) \text{ J}$ (C) $\left(\frac{897}{2,0}\right) \text{ J}$ (D) $\left(\frac{897}{1,4}\right) \text{ J}$

2. Considere que a área e a emissividade da superfície da barra se mantêm constantes, durante o aquecimento.

Quantas vezes é que a potência da radiação emitida pela superfície da barra à temperatura de 200 °C (473 K) é superior à potência da radiação emitida pela superfície da barra à temperatura de 25 °C (298 K)?

- (A) Cerca de 1,6 vezes.
(B) Cerca de 6,3 vezes.
(C) Cerca de 8,0 vezes.
(D) Cerca de $4,1 \times 10^3$ vezes.

3. Admita que é transferida energia para a barra de alumínio considerada a uma taxa temporal constante de 1,1 kW.

Determine o tempo que a barra demora a fundir completamente, a partir do instante em que atinge a temperatura de 660 °C, admitindo que a totalidade da energia transferida contribui para o aumento da energia interna da barra.

Apresente todas as etapas de resolução.

GRUPO III

Com o objetivo de investigar a dissipação de energia em colisões de bolas com o solo, um grupo de alunos realizou uma atividade laboratorial, na qual deixou cair bolas de diferentes elasticidades.

Os alunos consideraram o solo como nível de referência da energia potencial gravítica.

1. A tabela seguinte apresenta a altura máxima atingida por uma dessas bolas, após o primeiro ressalto no solo, em três ensaios consecutivos, nos quais a bola foi abandonada sempre de uma mesma altura.

Ensaio	Altura máxima atingida após o primeiro ressalto / m
1.º	0,52
2.º	0,52
3.º	0,54

Apresente o resultado da medição da altura máxima atingida pela bola, após o primeiro ressalto, em função do valor mais provável e da incerteza relativa (em percentagem).

Apresente todas as etapas de resolução.

2. O coeficiente de restituição, e , na colisão de uma bola com o solo pode ser calculado pela raiz quadrada do quociente da altura máxima atingida pela bola após um ressalto, $h_{\text{após}}$, e da altura da qual a bola caiu, h_{queda} :

$$e = \sqrt{\frac{h_{\text{após}}}{h_{\text{queda}}}}$$

- 2.1. Na tabela seguinte, estão registadas as alturas máximas atingidas, em sucessivos ressaltos, por uma bola que foi inicialmente abandonada a 1,20 m do solo.

Ressalto	Altura máxima atingida após o ressalto, $h_{\text{após}}$ / m
1.º	0,82
2.º	0,56
3.º	0,38
4.º	0,27

Para determinar o coeficiente de restituição, e , na colisão da bola com o solo, comece por apresentar uma tabela, na qual registe, para cada um dos ressaltos, a altura de queda, h_{queda} , e a altura máxima atingida pela bola após o ressalto, $h_{\text{após}}$.

Calcule o coeficiente de restituição, e , na colisão da bola com o solo, a partir da equação da reta que melhor se ajusta ao conjunto de valores registados nessa tabela.

Apresente todas as etapas de resolução.

- 2.2. Os alunos determinaram um coeficiente de restituição de 0,76 na colisão de uma bola X com o solo e um coeficiente de restituição de 0,65 na colisão de uma bola Y com o solo.

Estes resultados permitem concluir que, em cada ressalto,

- (A) cerca de 76% da energia mecânica do sistema *bola X + Terra* é dissipada na colisão com o solo.
- (B) a energia mecânica inicial é menor no caso do sistema *bola Y + Terra*.
- (C) cerca de 35% da energia mecânica do sistema *bola Y + Terra* é dissipada na colisão com o solo.
- (D) a percentagem da energia mecânica dissipada na colisão com o solo é menor no caso do sistema *bola X + Terra*.

GRUPO IV

1. A Figura 2 (que não está à escala) representa uma criança a descer um escorrega cuja secção inclinada tem um comprimento de 4,0 m.

Considere que a criança desce o escorrega partindo do repouso, e que a sua aceleração se mantém constante durante a descida.

Admita que a criança pode ser representada pelo seu centro de massa (modelo da partícula material).

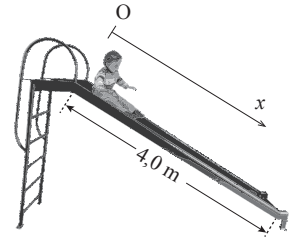


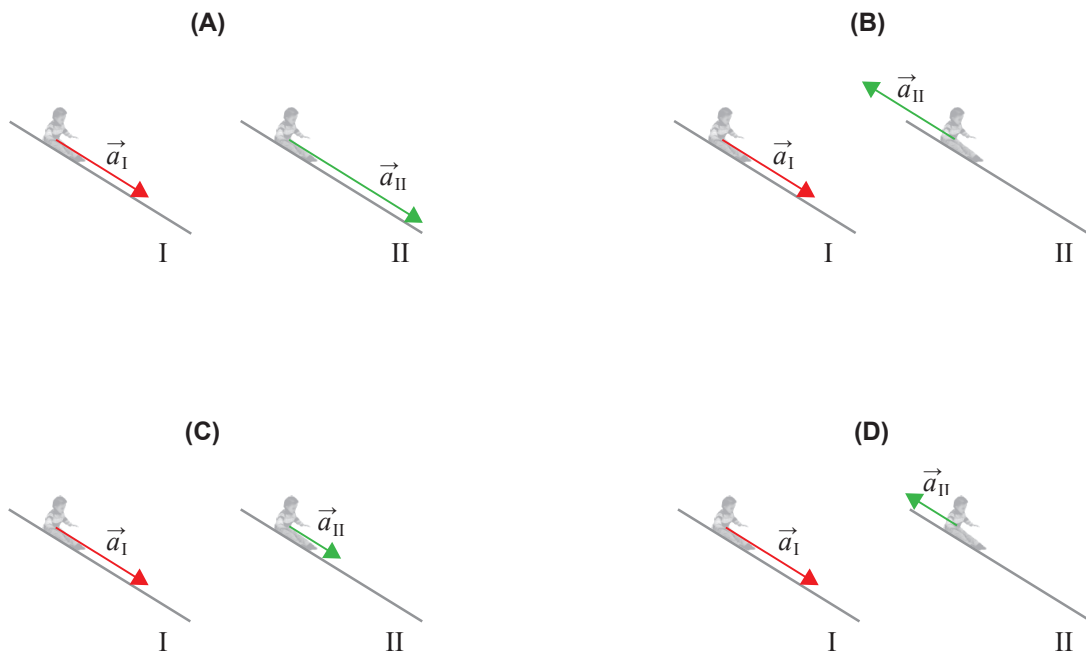
Figura 2

- 1.1. Considere duas situações distintas:

- Situação I: a resultante das forças dissipativas que atuam na criança é desprezável;
- Situação II: a resultante das forças dissipativas que atuam na criança não é desprezável.

Nos esquemas seguintes, o vetor $\vec{a}_I$ representa a aceleração da criança na situação I.

Em qual dos esquemas o vetor $\vec{a}_{II}$ pode representar a aceleração da criança na situação II?



- 1.2. Considere que a criança, de massa 30 kg, demora 2,1 s a percorrer a secção inclinada do escorrega.

Calcule a intensidade da resultante das forças que atuam na criança, na situação considerada.

Apresente todas as etapas de resolução.

2. Na Figura 3, está representado um carrossel. Quando o carrossel está em movimento, cada um dos cavalinhos move-se com movimento circular uniforme.

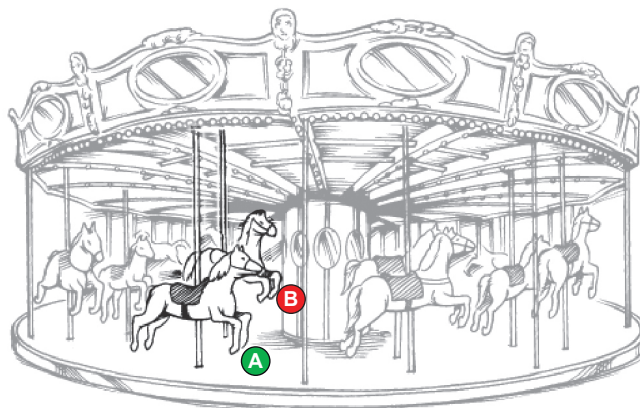


Figura 3

- 2.1. Se um cavalinho efetuar quatro rotações por minuto, o módulo da sua velocidade angular será

(A) $\frac{2}{15} \pi \text{ rad s}^{-1}$ (B) $8 \pi \text{ rad s}^{-1}$ (C) $\frac{1}{2} \pi \text{ rad s}^{-1}$ (D) $30 \pi \text{ rad s}^{-1}$

- 2.2. Quando o carrossel está em movimento, os cavalinhos A e B descrevem circunferências de raios diferentes.

Conclua, justificando, qual dos cavalinhos, A ou B, tem maior aceleração.

GRUPO V

1. Considere a configuração eletrónica do átomo de nitrogénio no estado fundamental.

- 1.1. Quantos valores diferenciados de energia apresentam os eletrões desse átomo?

(A) Sete. (B) Cinco. (C) Três. (D) Dois.

- 1.2. Quantos eletrões se encontram em orbitais caracterizadas pelo número quântico secundário $l = 0$, nesse átomo?

(A) Dois. (B) Três. (C) Quatro. (D) Cinco.

2. A tabela seguinte apresenta os valores de energia dos níveis $n = 1$, $n = 2$, $n = 3$ e $n = 4$ do átomo de hidrogénio.

n	E_n / J
1	$-2,18 \times 10^{-18}$
2	$-5,45 \times 10^{-19}$
3	$-2,42 \times 10^{-19}$
4	$-1,40 \times 10^{-19}$

- 2.1. Qual é a energia mínima necessária para remover o eletrão de um átomo de hidrogénio no estado fundamental?

- 2.2. Considere um átomo de hidrogénio no estado fundamental, no qual incide radiação de energia $1,80 \times 10^{-18} \text{ J}$.

Conclua, justificando, se ocorre, ou não, transição do eletrão.

- 2.3. As transições eletrónicas no átomo de hidrogénio originam riscas diferenciadas nos espectros atómicos deste elemento.

O espectro de emissão do átomo de hidrogénio na região do visível apresenta, entre outras riscas, uma risca a uma energia de $4,84 \times 10^{-19} \text{ J}$.

Considerando a transição que origina essa risca, a energia do nível em que o eletrão se encontrava inicialmente pode ser calculada pela expressão

(A) $(-5,45 \times 10^{-19} + 4,84 \times 10^{-19}) \text{ J}$

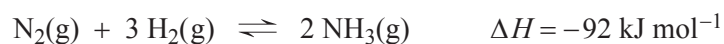
(B) $(-5,45 \times 10^{-19} - 4,84 \times 10^{-19}) \text{ J}$

(C) $(-2,18 \times 10^{-18} + 4,84 \times 10^{-19}) \text{ J}$

(D) $(-2,18 \times 10^{-18} - 4,84 \times 10^{-19}) \text{ J}$

GRUPO VI

A reação de síntese do amoníaco pode ser traduzida por



Considere que se introduziu, num reator com a capacidade de 1,00 L, uma mistura de nitrogénio, hidrogénio e amoníaco, em fase gasosa, em diferentes concentrações.

O gráfico da Figura 4 representa a evolução, ao longo do tempo, t , das concentrações, c , dessas substâncias, à temperatura T .

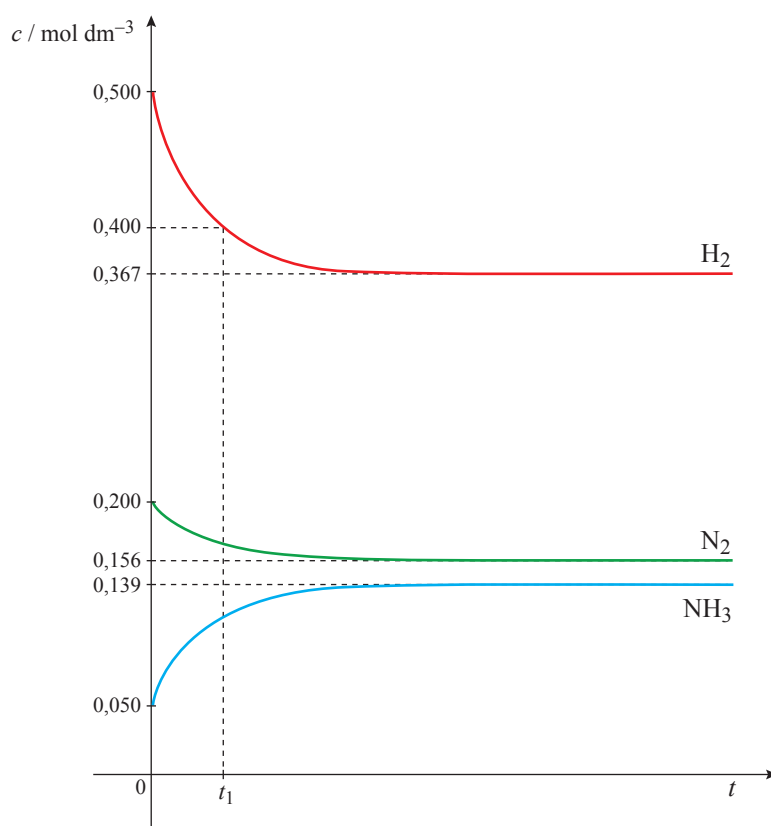


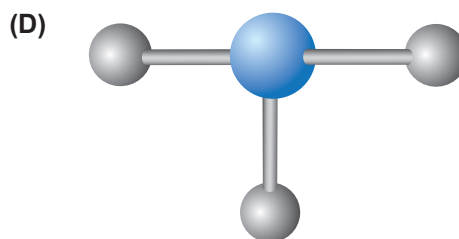
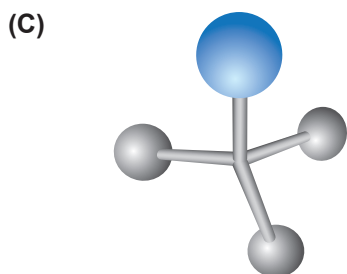
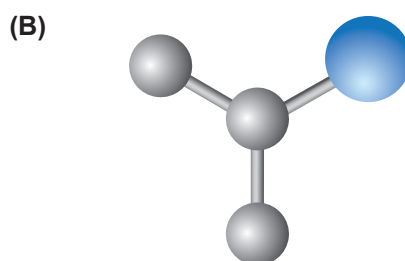
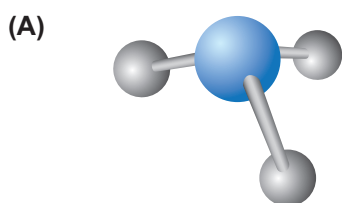
Figura 4

1. Qual foi a variação da concentração de $\text{H}_2(\text{g})$ no intervalo de tempo $[0, t_1]$?
2. A fração molar de NH_3 , na mistura gasosa inicialmente introduzida no reator, é
 - (A) $7,1 \times 10^{-2}$
 - (B) $6,7 \times 10^{-2}$
 - (C) $3,6 \times 10^{-1}$
 - (D) $2,1 \times 10^{-1}$
3. Calcule o rendimento da reação de síntese do $\text{NH}_3(\text{g})$, nas condições consideradas.
Apresente todas as etapas de resolução.
4. Na reação de síntese do $\text{NH}_3(\text{g})$ considerada
 - (A) libertam-se 92 kJ por cada mole de $\text{NH}_3(\text{g})$ que se forma.
 - (B) libertam-se 92 kJ por cada duas moles de $\text{NH}_3(\text{g})$ que se formam.
 - (C) são absorvidos 92 kJ por cada mole de $\text{NH}_3(\text{g})$ que se forma.
 - (D) são absorvidos 92 kJ por cada duas moles de $\text{NH}_3(\text{g})$ que se formam.
5. Preveja, justificando, como variará a composição da mistura reacional se ocorrer um aumento da temperatura do sistema em equilíbrio.

6. A representação da molécula de NH_3 através da notação de Lewis evidencia

- (A) a geometria da molécula.
- (B) apenas os elétrons de valência partilhados da molécula.
- (C) a orientação espacial da molécula.
- (D) todos os elétrons de valência da molécula.

7. Qual das opções seguintes pode representar um modelo tridimensional da molécula de NH_3 que evidencie as ligações que se estabelecem entre os átomos?



GRUPO VII

A ionização do amoníaco em água pode ser traduzida por



1. Considere uma solução aquosa de amoníaco, de concentração $0,10 \text{ mol dm}^{-3}$, cujo pH, a 25°C , é 11,1.

1.1. Verifique que a ordem de grandeza da constante de basicidade do $\text{NH}_3(\text{aq})$, à mesma temperatura, é 10^{-5} .

Apresente todas as etapas de resolução.

1.2. Retiraram-se $50,0 \text{ cm}^3$ da solução aquosa de amoníaco referida e transferiu-se esse volume de solução para um balão volumétrico de $250,0 \text{ mL}$, adicionando-se, em seguida, água destilada até ao traço de referência do balão.

A concentração da solução de amoníaco obtida será

(A) $2,0 \times 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$

(B) $2,5 \times 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$

(C) $4,0 \times 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$

(D) $5,0 \times 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$

2. Escreva a equação que traduz a reação da espécie NH_4^+ com a água.

FIM

COTAÇÕES

GRUPO I

1. 5 pontos
 2. 5 pontos
 3. 5 pontos
 4. 5 pontos
-
- 20 pontos**

GRUPO II

1. 5 pontos
 2. 5 pontos
 3. 10 pontos
-
- 20 pontos**

GRUPO III

1. 10 pontos
 2.
 - 2.1. 15 pontos
 - 2.2. 5 pontos
-
- 30 pontos**

GRUPO IV

1.
 - 1.1. 5 pontos
 - 1.2. 10 pontos
 2.
 - 2.1. 5 pontos
 - 2.2. 10 pontos
-
- 30 pontos**

GRUPO V

1.
 - 1.1. 5 pontos
 - 1.2. 5 pontos
 2.
 - 2.1. 5 pontos
 - 2.2. 10 pontos
 - 2.3. 5 pontos
-
- 30 pontos**

GRUPO VI

1. 5 pontos
 2. 5 pontos
 3. 15 pontos
 4. 5 pontos
 5. 10 pontos
 6. 5 pontos
 7. 5 pontos
-
- 50 pontos**

GRUPO VII

1.
 - 1.1. 10 pontos
 - 1.2. 5 pontos
 2. 5 pontos
-
- 20 pontos**

TOTAL 200 pontos