
Prova Escrita de Física e Química A

10.º e 11.º Anos de Escolaridade

Prova 715/1.ª Fase

16 Páginas

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

2011

VERSÃO 1

Na folha de respostas, indique de forma legível a versão da prova. A ausência dessa indicação implica a classificação com zero pontos das respostas aos itens de escolha múltipla.

Utilize apenas caneta ou esferográfica de tinta indelével, azul ou preta.

Pode utilizar régua, esquadro, transferidor e máquina de calcular gráfica.

Não é permitido o uso de corrector. Em caso de engano, deve riscar de forma inequívoca aquilo que pretende que não seja classificado.

Escreva de forma legível a numeração dos itens, bem como as respectivas respostas. As respostas ilegíveis ou que não possam ser identificadas são classificadas com zero pontos.

Para cada item, apresente apenas uma resposta. Se escrever mais do que uma resposta a um mesmo item, apenas é classificada a resposta apresentada em primeiro lugar.

Para responder aos itens de escolha múltipla, escreva, na folha de respostas:

- o número do item;
- a letra que identifica a única opção escolhida.

Nos itens de construção de cálculo, apresente todas as etapas de resolução, explicitando todos os cálculos efectuados e apresentando todas as justificações e/ou conclusões solicitadas.

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

A prova inclui uma Tabela de Constantes na página 2, um Formulário nas páginas 2 e 3, e uma Tabela Periódica na página 4.

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 electrão do metal
 E_c – energia cinética do electrão 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** $\frac{Q}{\Delta t} = k \frac{A}{\ell} \Delta T$
 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 direcção 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 actua sobre um corpo em movimento rectilíneo** $W = Fd \cos \alpha$
 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 actuam 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 puntual m_1 (m_2) na massa puntual 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 actuam num corpo de massa m
 \vec{a} – aceleração do centro de massa do corpo
- Equações do movimento rectilíneo com aceleração constante** $x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} at^2$
 x – valor (componente escalar) da posição
 v – valor (componente escalar) da velocidade
 a – valor (componente escalar) da aceleração
 t – tempo
 $v = v_0 + at$
- 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
 r – raio da trajectória
 T – período do movimento
 ω – módulo da velocidade angular
 $v = \frac{2\pi r}{T}$
 $\omega = \frac{2\pi}{T}$
- 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 direcção do campo e a direcção perpendicular à superfície
- Força electromotriz induzida numa espira metálica** $|\varepsilon_i| = \frac{|\Delta \Phi_m|}{\Delta t}$
 $\Delta \Phi_m$ – 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, respectivamente
 α_1, α_2 – ângulos entre a direcção de propagação da onda e a normal à superfície separadora no ponto de incidência, nos meios 1 e 2, respectivamente

Para responder aos itens de escolha múltipla, **selecione a única opção (A, B, C ou D)** que permite obter uma afirmação correcta ou responder correctamente à questão colocada.

Se apresentar mais do que uma opção, a resposta será classificada com zero pontos, o mesmo acontecendo se a letra transcrita for ilegível.

GRUPO I

Suponhamos que alguém vai a empurrar um carrinho por uma estrada rectilínea e horizontal e que, subitamente, o larga. Antes de se imobilizar, o carrinho ainda percorrerá uma curta distância. Surge a pergunta: como será possível aumentar essa distância? Há vários meios, como por exemplo, olear o eixo e tornar a estrada mais lisa. Quanto mais lisa for a estrada e mais facilmente girarem as rodas, maior será a distância percorrida. O que acontece em consequência da lubrificação do eixo e do alisamento da estrada? Apenas isto: o efeito do que chamamos atrito diminui, tanto no contacto do eixo com as rodas, como no das rodas com a estrada. Isto já é uma interpretação teórica da evidência observável. Imaginemos uma estrada perfeitamente lisa e um sistema de eixos e rodas em que não houvesse atrito. Neste caso, nada interferiria no carrinho, que se moveria perpetuamente. Formulamos esta conclusão unicamente por força do pensamento, idealizando uma experiência que não pode ter realidade, visto ser impossível eliminar o atrito, mas que nos permite compreender melhor a relação entre forças e movimento.

A. Einstein, L. Infeld, *A Evolução da Física*, Livros do Brasil (adaptado)

1. «Neste caso, nada interferiria no carrinho, que se moveria perpetuamente.»

Qual seria o tipo de movimento do carrinho na situação descrita?

2. Das forças que actuam sobre o carrinho em movimento sobre uma superfície horizontal, a força gravítica, \vec{F}_g , e a força normal, \vec{F}_N , exercida pela estrada, são forças com intensidades

- (A) iguais, que constituem um par acção-reacção.
- (B) diferentes, que constituem um par acção-reacção.
- (C) diferentes, que não constituem um par acção-reacção.
- (D) iguais, que não constituem um par acção-reacção.

3. Fundamente a afirmação de Einstein e Infeld segundo a qual se pode aumentar a distância percorrida pelo carrinho, na situação descrita no texto, tornando a estrada mais lisa.

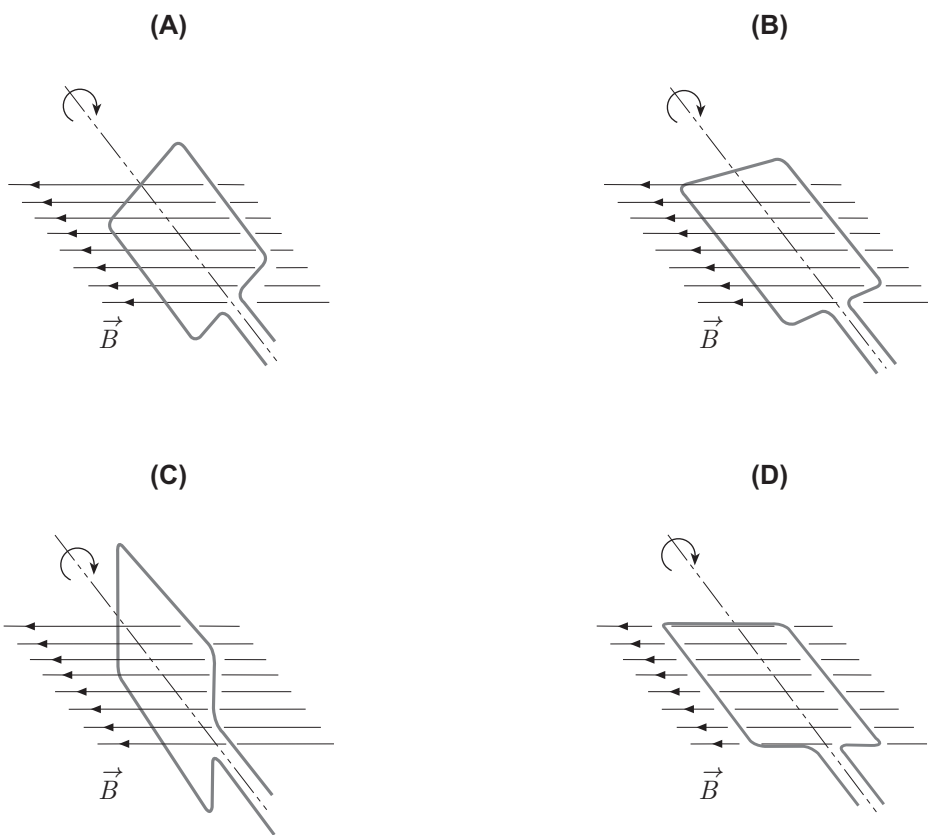
4. Considere que, movendo-se o carrinho com velocidade aproximadamente constante, uma das rodas dá 5,0 voltas em 4,0 s.

Calcule o valor da velocidade angular dessa roda em radianos por segundo (rad s^{-1}).

Apresente todas as etapas de resolução.

5. Um eixo em rotação pode fazer rodar uma espira condutora numa região do espaço onde exista um campo magnético uniforme, \vec{B} .

Qual das figuras seguintes representa a situação em que é maior o módulo do fluxo magnético que atravessa a superfície delimitada pela espira?



GRUPO II

Com o objectivo de identificar factores que influenciam a intensidade da força de atrito que actua sobre um corpo que desliza ao longo de um plano inclinado, um grupo de alunos montou uma prancha, com uma certa inclinação em relação à horizontal.

Os alunos realizaram vários ensaios nos quais abandonaram, sobre o plano inclinado, um paralelepípedo de madeira, tendo, em cada ensaio, efectuado as medições necessárias.

1. Em algumas das medições efectuadas, usaram uma fita métrica com uma escala cuja menor divisão é 1 mm.

Qual é a incerteza associada à escala dessa fita métrica?

2. Numa primeira série de ensaios, os alunos abandonaram o paralelepípedo em diferentes pontos do plano, de modo que aquele percorresse, até ao final do plano, distâncias sucessivamente menores ($d_1 > d_2 > d_3 > d_4$).

Calcularam, para cada distância percorrida, a energia dissipada e a intensidade da força de atrito que actuou no paralelepípedo.

Os valores calculados encontram-se registados na tabela seguinte.

| Distância percorrida | Energia dissipada / J | Intensidade da força de atrito / N |
|----------------------|-----------------------|------------------------------------|
| d_1 | 1,578 | 1,05 |
| d_2 | 1,305 | 1,04 |
| d_3 | 1,052 | 1,05 |
| d_4 | 0,593 | 1,04 |

O que pode concluir-se acerca da relação entre cada uma das grandezas calculadas e a distância percorrida, apenas com base nos resultados registados na tabela?

3. Numa segunda série de ensaios, os alunos colocaram sobrecargas sobre o paralelepípedo e abandonaram esses conjuntos sempre no mesmo ponto do plano.

3.1. Admita que os alunos abandonaram os conjuntos *paralelepípedo + sobrecarga* num ponto situado a uma altura de 47,00 cm em relação à base do plano, de modo que esses conjuntos percorressem uma distância de 125,00 cm até ao final do plano, como esquematizado na Figura 1.

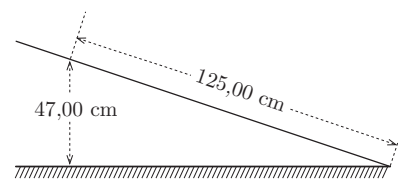


Figura 1

Num dos ensaios, usaram um conjunto *paralelepípedo + sobrecarga* de massa 561,64 g, tendo verificado que este conjunto chegava ao final do plano com uma velocidade de $1,30 \text{ m s}^{-1}$.

Calcule a intensidade da força de atrito que actuou sobre o conjunto nesse ensaio.

Apresente todas as etapas de resolução.

3.2. Os alunos colocaram sobrecargas sobre o paralelepípedo, para averiguar se a intensidade da força de atrito depende

- (A) da compressão exercida na rampa pelo conjunto *paralelepípedo + sobrecarga*.
- (B) dos materiais de que são constituídos o plano e o paralelepípedo.
- (C) da inclinação da rampa em relação à horizontal.
- (D) do coeficiente de atrito cinético do par de materiais em contacto.

GRUPO III

Considere um sinal sonoro que se propaga no ar.

Na Figura 2, está representada graficamente a pressão do ar, em função do tempo, t , num ponto onde o som foi detectado.

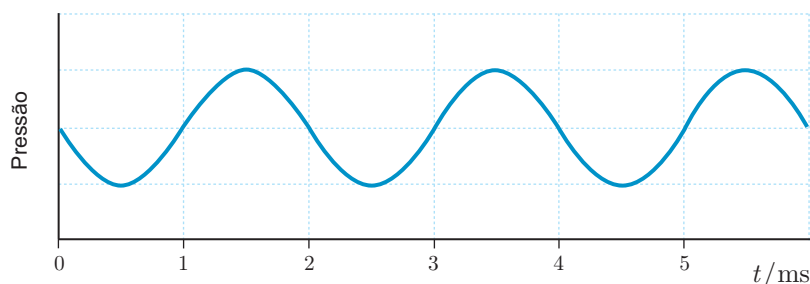


Figura 2

1. Por leitura directa do gráfico da Figura 2, é possível obter, relativamente ao som detectado,
- (A) o comprimento de onda.
 - (B) a velocidade de propagação.
 - (C) o período.
 - (D) a frequência.
2. Se a frequência de vibração da fonte que origina o sinal sonoro aumentasse para o dobro, no mesmo meio de propagação, verificar-se-ia, relativamente ao som detectado, que
- (A) o comprimento de onda diminuiria para metade.
 - (B) o comprimento de onda aumentaria para o dobro.
 - (C) a velocidade de propagação aumentaria para o dobro.
 - (D) a velocidade de propagação diminuiria para metade.

GRUPO IV

O metano, CH_4 , é o mais simples dos alcanos, sendo a sua molécula constituída por um átomo de carbono e quatro átomos de hidrogénio.

1. O carbono é um elemento químico formado nas estrelas a partir de reacções nucleares. Uma dessas reacções envolve a fusão de três núcleos de hélio-4.

Quais devem ser os valores de X e de Y para que o esquema seguinte possa representar a reacção de fusão nuclear referida?



- (A) $X = 4$
 $Y = 6$
- (B) $X = 12$
 $Y = 6$
- (C) $X = 6$
 $Y = 12$
- (D) $X = 6$
 $Y = 4$

2. O átomo de hidrogénio no estado fundamental apresenta um electrão na orbital $1s$.

Do conjunto de números quânticos que descreve aquela orbital, o número quântico principal, n , está relacionado com

- (A) a energia da orbital.
- (B) a orientação espacial da orbital.
- (C) a simetria da orbital.
- (D) o número de electrões na orbital.

3. A molécula CH_4 apresenta uma geometria tetraédrica.

Indique as posições relativas dos átomos constituintes da molécula CH_4 no tetraedro e refira o tipo de ligações que se estabelecem entre o átomo de carbono e os átomos de hidrogénio.

4. O triclorofluorometano, CFCl_3 , é um derivado halogenado do metano.

4.1. Seleccione a única opção que contém os termos que preenchem, sequencialmente, os espaços seguintes.

Na molécula CFCl_3 _____ pares de electrões de valência não ligantes, apresentando a molécula um total de _____ pares de electrões de valência ligantes.

- (A) existem ... oito
- (B) existem ... quatro
- (C) não existem ... oito
- (D) não existem ... quatro

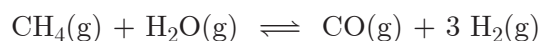
4.2. A energia média da ligação $\text{C}-\text{F}$ é 467 kJ mol^{-1} .

O valor médio da energia, em joule (J), que é libertada quando se estabelece uma ligação $\text{C}-\text{F}$ é

- (A) $\frac{6,02 \times 10^{23}}{467 \times 10^3} \text{ J}$
- (B) $\frac{10^3}{467 \times 6,02 \times 10^{23}} \text{ J}$
- (C) $\frac{467 \times 6,02 \times 10^{23}}{10^3} \text{ J}$
- (D) $\frac{467 \times 10^3}{6,02 \times 10^{23}} \text{ J}$

4.3. Preveja, justificando com base nas configurações electrónicas de valência dos átomos de flúor (F) e de cloro (Cl) no estado fundamental, em qual desses átomos a remoção de um dos electrões de valência mais energéticos deverá requerer menor energia.

5. O hidrogénio é produzido industrialmente a partir do metano, segundo uma reacção que pode ser representada por



5.1. Considere que a constante de equilíbrio, K_c , desta reacção é 292, à temperatura T .

Na tabela seguinte, estão registadas as concentrações de equilíbrio, à temperatura T , de três dos gases envolvidos naquela reacção.

| Gás | Concentração / mol dm ⁻³ |
|------------------|-------------------------------------|
| CH ₄ | 5,00 |
| H ₂ O | 5,00 |
| H ₂ | 12,0 |

Calcule a concentração de equilíbrio de monóxido de carbono, CO(g), à temperatura T .

Apresente todas as etapas de resolução.

5.2. Conclua, justificando, qual é o efeito, na quantidade de H₂(g), da diminuição da pressão provocada por um aumento do volume do sistema em equilíbrio, admitindo que a temperatura se mantém constante.

6. Considere uma amostra de 8,24 mol de CH₄(g) e uma amostra de 0,398 mol de CO(g), nas mesmas condições de pressão e de temperatura.

Quantas vezes é que o volume ocupado pela amostra de metano é maior do que o volume ocupado pela amostra de monóxido de carbono?

Apresente o resultado com três algarismos significativos.

GRUPO V

O gás natural, muito utilizado como combustível, é uma mistura cujo principal constituinte é o metano.

1. Um dos componentes minoritários que pode existir no gás natural é o azoto, $N_2(g)$.

A composição em $N_2(g)$, expressa em partes por milhão em volume, de uma amostra de gás natural que contém 1,3%, em volume, de azoto, pode ser determinada a partir da expressão

(A) $\frac{1,3 \times 10^6}{10^2}$

(B) $\frac{1,3 \times 10^2}{10^6}$

(C) $\frac{10^6}{1,3 \times 10^2}$

(D) $\frac{10^2}{1,3 \times 10^6}$

2. Procedeu-se ao aquecimento de 0,800 kg de água, usando como combustível gás natural, que, por cada metro cúbico (m^3) consumido, fornece uma energia de $4,0 \times 10^7$ J.

A Figura 3 apresenta o gráfico da temperatura dessa amostra de água em função do volume, V , de gás natural consumido.

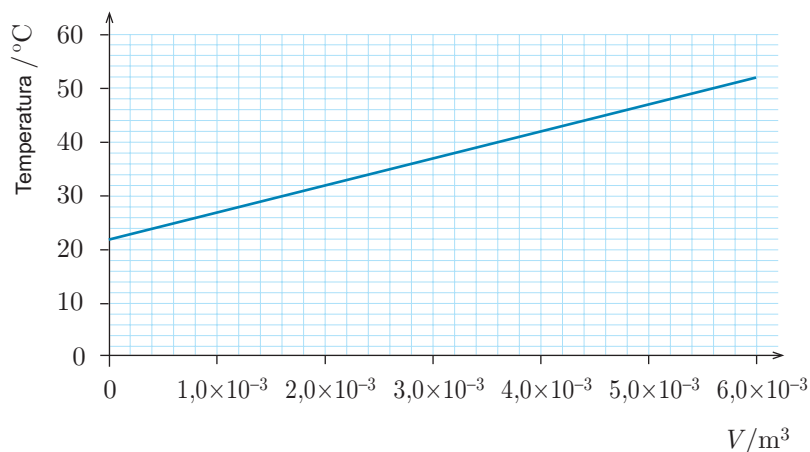


Figura 3

Determine o rendimento do processo de aquecimento dessa amostra de água.

Apresente todas as etapas de resolução.

$$c \text{ (capacidade térmica mássica da água)} = 4,18 \times 10^3 \text{ J kg}^{-1} \text{ } ^{\circ}C^{-1}$$

3. A Figura 4 representa o esboço do gráfico da temperatura de duas amostras de água, A e B, aquecidas nas mesmas condições, em função da energia que lhes foi fornecida.

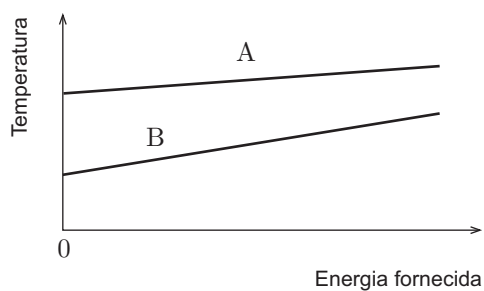


Figura 4

Selecione a única opção que contém os termos que preenchem, sequencialmente, os espaços seguintes.

Comparando as _____ das amostras A e B, podemos concluir que a massa da amostra A é _____ à massa da amostra B.

- (A) temperaturas finais ... superior
- (B) temperaturas finais ... inferior
- (C) variações de temperatura ... superior
- (D) variações de temperatura ... inferior

GRUPO VI

1. Colocaram-se pequenos pedaços de zinco (Zn) em cada uma de duas soluções aquosas contendo cátions metálicos em concentrações semelhantes: uma solução de sulfato de cobre (II), $CuSO_4$, e uma solução de nitrato de magnésio, $Mg(NO_3)_2$.

Os resultados obtidos encontram-se na tabela seguinte.

| Catión metálico Metal | Cu^{2+} | Mg^{2+} |
|--------------------------|--|--------------------|
| Zn | Houve reacção e formou-se um depósito sobre o zinco, apresentando este metal um aspecto bastante corroído. A solução inicial era azul e, no final, ficou praticamente incolor. | Não houve reacção. |

- 1.1. A semi-reacção de redução que ocorre pode ser traduzida por

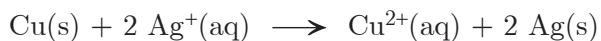
- (A) $Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$
- (B) $Zn^{2+} + 2e^- \rightarrow Zn$
- (C) $Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$
- (D) $Cu \rightarrow Cu^{2+} + 2e^-$

- 1.2. Qual dos três metais (Zn , Cu , Mg) apresenta maior poder redutor?

2. O ião Cu^{2+} confere à chama uma cor verde azulada, que resulta da sobreposição das radiações

- (A) emitidas pelos iões Cu^{2+} em processos de excitação.
- (B) emitidas pelos iões Cu^{2+} em processos de desexcitação.
- (C) absorvidas pelos iões Cu^{2+} em processos de excitação.
- (D) absorvidas pelos iões Cu^{2+} em processos de desexcitação.

3. Uma moeda de cobre de massa 4,10 g foi introduzida numa solução aquosa de nitrato de prata, $\text{AgNO}_3(\text{aq})$. Ocorreu uma reacção que pode ser traduzida por



Obteve-se 2,65 g de prata sólida.

Calcule a quantidade de cobre que reagiu.

Apresente todas as etapas de resolução.

4. O cloreto de prata, AgCl , é um sal cujo produto de solubilidade é, a 25 °C, $1,8 \times 10^{-10}$.
Numa solução aquosa contendo iões Ag^+ e Cl^- , a 25 °C, formar-se-á um precipitado de AgCl , se
- (A) as concentrações daqueles iões forem inferiores à solubilidade do AgCl .
 - (B) as concentrações daqueles iões forem iguais à solubilidade do AgCl .
 - (C) o produto das concentrações daqueles iões for superior a $1,8 \times 10^{-10}$.
 - (D) o produto das concentrações daqueles iões for inferior a $1,8 \times 10^{-10}$.

FIM

COTAÇÕES

GRUPO I

| | | |
|----|-------|------------------|
| 1. | ..... | 5 pontos |
| 2. | ..... | 5 pontos |
| 3. | ..... | 15 pontos |
| 4. | ..... | 10 pontos |
| 5. | ..... | 5 pontos |
| | | <hr/> |
| | | 40 pontos |

GRUPO II

| | | |
|------|-------|------------------|
| 1. | ..... | 5 pontos |
| 2. | ..... | 10 pontos |
| 3. | ..... |  |
| 3.1. | ..... | 10 pontos |
| 3.2. | ..... | 5 pontos |
| | | <hr/> |
| | | 30 pontos |

GRUPO III

| | | |
|----|-------|------------------|
| 1. | ..... | 5 pontos |
| 2. | ..... | 5 pontos |
| | | <hr/> |
| | | 10 pontos |

GRUPO IV

| | | |
|------|-------|------------------|
| 1. | ..... | 5 pontos |
| 2. | ..... | 5 pontos |
| 3. | ..... | 10 pontos |
| 4. | ..... |  |
| 4.1. | ..... | 5 pontos |
| 4.2. | ..... | 5 pontos |
| 4.3. | ..... | 10 pontos |
| 5. | ..... |  |
| 5.1. | ..... | 10 pontos |
| 5.2. | ..... | 10 pontos |
| 6. | ..... | 5 pontos |
| | | <hr/> |
| | | 65 pontos |

GRUPO V

| | | |
|----|-------|------------------|
| 1. | ..... | 5 pontos |
| 2. | ..... | 15 pontos |
| 3. | ..... | 5 pontos |
| | | <hr/> |
| | | 25 pontos |

GRUPO VI

| | | |
|------|-------|------------------|
| 1. | ..... |  |
| 1.1. | ..... | 5 pontos |
| 1.2. | ..... | 5 pontos |
| 2. | ..... | 5 pontos |
| 3. | ..... | 10 pontos |
| 4. | ..... | 5 pontos |
| | | <hr/> |
| | | 30 pontos |

TOTAL **200 pontos**