

1. A reação de síntese do sal complexo, sulfato de tetraminocobre (II) mono-hidratado, $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, pode ser feita por cristalização lenta deste sal, a partir de uma reação de precipitação entre soluções aquosas de amoníaco e de sulfato de cobre (II).

Dissolvendo em água 5,00 g de cristais de sulfato de cobre penta-hidratado, $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$, e adicionando amoníaco em excesso, obtém-se uma determinada massa de sal complexo.

1.1. Considere que no armazém de reagentes da sua escola só existia sulfato de cobre (II) penta-hidratado impuro, contendo 15% (*m/m*) de impurezas, ao qual tinha de recorrer para realizar esta síntese.

Determine o valor da massa de reagente impuro que teria de medir para obter a mesma massa de sal complexo, admitindo um rendimento de 100% para o processo de síntese.

1.2. Os cristais de sulfato de cobre (II) penta-hidratado devem ser inicialmente reduzidos a pó num almofariz, antes de se efetuar a pesagem deste reagente. Apresente uma razão justificativa deste procedimento experimental.

1.3. Após a cristalização do sal complexo há que separar, por decantação e filtração, o líquido sobrenadante dos cristais depositados no fundo do recipiente. Sabendo que os cristais que se obtêm nesta síntese são muito finos, indique o tipo de filtração mais adequado.

2. No início do século XX, o amoníaco começou a ser produzido industrialmente, em larga escala, pelo processo de Haber-Bosch. Neste processo, o amoníaco é sintetizado, em condições de pressão e de temperatura adequadas, fazendo-se reagir azoto e hidrogénio em fase gasosa na presença de um catalisador. A reação de síntese pode ser traduzida por



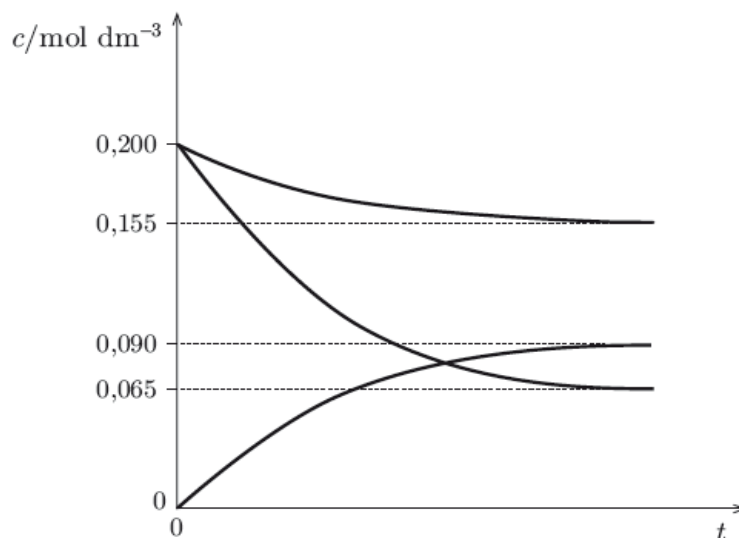
O amoníaco é uma matéria-prima muito utilizada na indústria química, nomeadamente, no fabrico de ácido nítrico e de compostos usados como adubos e fertilizantes agrícolas, como, por exemplo, sais de amónio, nitratos e ureia.

2.1. Quais são as matérias-primas utilizadas na produção industrial de amoníaco pelo processo de Haber-Bosch?

2.2. Realizando a síntese do amoníaco pelo processo de Haber–Bosch, a temperatura constante diga qual o efeito, ao nível da constante de equilíbrio, de um aumento de pressão devido a uma diminuição do volume do sistema.

2.3. Conclua, justificando, se a reação de síntese do amoníaco é favorecida, do ponto de vista do equilíbrio químico, por um aumento ou por uma diminuição de temperatura.

2.4. Considere que se fez reagir $N_2(g)$ e $H_2(g)$ num recipiente com a capacidade de 1 L. O gráfico da Figura representa a evolução, ao longo do tempo, t , das concentrações das espécies envolvidas na reação de síntese do amoníaco, a temperatura constante.



2.4.1. Qual é o valor do quociente da reação no instante inicial ?

2.4.2. Calcule o rendimento da reação de síntese. Apresente todas as etapas de resolução.

3. Com o objetivo de estudar o pH de soluções aquosas, um grupo de alunos realizou várias medições, utilizando um sensor devidamente calibrado.

3.1. Os alunos começaram por medir o pH de uma amostra de água mineral.

Os valores de pH obtidos em três ensaios, a 25 °C, encontram-se registados na tabela seguinte.

Ensaio	pH
1	6,47
2	6,43
3	6,48

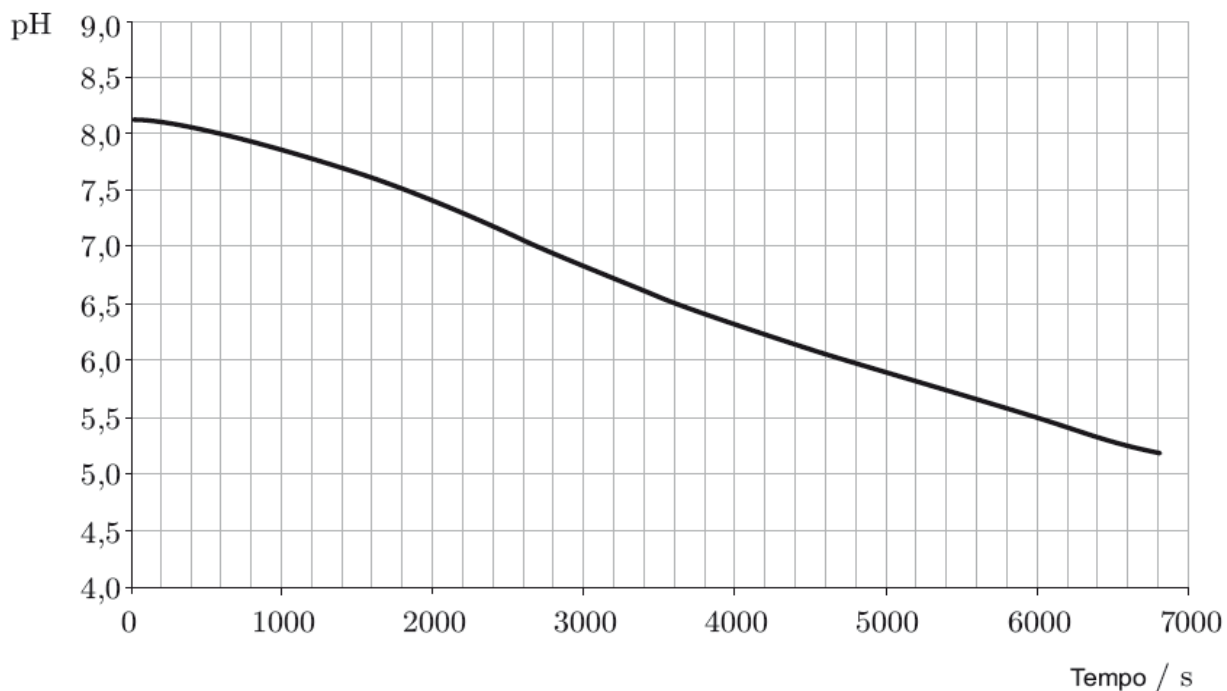
Obtenha o resultado da medição de pH.

Exprima esse resultado em função do valor mais provável e da incerteza absoluta.

Apresente todas as etapas de resolução.

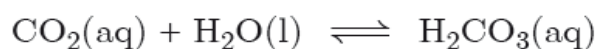
3.2. Em seguida, os alunos mediram, a 25 °C, o pH ao longo do tempo de uma outra amostra de água mineral. A esta amostra foi sendo adicionado dióxido de carbono, $\text{CO}_2(\text{g})$, durante o intervalo de tempo em que decorreu a experiência.

A Figura apresenta o gráfico do pH da amostra de água em função do tempo.



3.2.1. A variação de pH que se observa entre os instantes $t = 1800 \text{ s}$ e $t = 6000 \text{ s}$ traduz o quê em relação à concentração hidrogeniônica?

3.2.2. O CO_2 dissolvido reage com a água, dando origem a um ácido fraco, o ácido carbónico, $\text{H}_2\text{CO}_3(\text{aq})$. A reação pode ser traduzida por



Explique a diminuição do pH da amostra de água mineral, durante o intervalo de tempo em que decorreu a experiência.

4. Colocaram-se pequenos pedaços de zinco (Zn) em cada uma de duas soluções aquosas contendo catiões metálicos em concentrações semelhantes: uma solução de sulfato de cobre (II), CuSO_4 , e uma solução de nitrato de magnésio, $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$. Os resultados obtidos encontram-se na tabela seguinte.

Catião 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.

4.1. Escreva a semi-reacção de redução que ocorre.

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

4.3. O cloreto de prata, AgCl , é um sal cujo produto de solubilidade é, a $25\text{ }^\circ\text{C}$, $1,8 \times 10^{-10}$. Numa solução aquosa contendo iões Ag^+ e Cl^- , a $25\text{ }^\circ\text{C}$, formar-se-á um precipitado de AgCl em que condições? Justifique.

FIM

cotações

1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	2.4.1	2.4.2	3.1	3.2.1	3.2.2	4.1	4.2	4.3	Total
20	12	6	8	20	20	12	20	12	20	20	12	6	12	200
