CIUG COMISIÓN INTERUNIVERSITARIA DE GALICIA	**PAU 2027** **GRUPO DE TRABALLO – QUÍMICA** **EXEMPLOS DE PREGUNTAS COMPETENCIAIS**

PREGUNTA 1. DESTREZAS BÁSICAS DA QUÍMICA / REACCIÓNS QUÍMICAS (2,5 puntos)

O deserto de Atacama, entre o norte de Chile e sur de Perú, é un dos lugares da terra con maior diferenza térmica entre o día e a noite. A amplitude térmica diaria pode chegar a acadar até os 40 ◦C. En lugares inhóspitos como este, e en situacións de emerxencia, é vital ter sistemas de emerxencia que non dependan da electricidade ou combustibles fósiles, e que permitan xerar calor ou proporcionar frío de forma rápida e sinxela.





É vostede guía dun grupo de xeólogos da National Geographic que vai explorar o deserto de Atacama. Deseñe un kit de emerxencia que inclúa paquetes de frío e calor instantáneos. Estes paquetes funcionan mesturando unha sal con auga nunha bolsa pechada: o sal está contido nunha cápsula situada no interior da bolsa que contén a auga. Esta cápsula pode romperse cunha lixeira presión, de modo que o sal mestúrase ca auga, cambiando a súa temperatura. Para construír o kit dispón de dúas sales, nitrato de amonio (NH_4NO_3) e cloruro de calcio ($CaCl_2$).
Os paquetes do kit deben cumprir as seguintes especificacións:

- A calor desprendida ou absorbida por cada paquete debe ser capaz de cambiar a temperatura de 500 mL de auga en 20°C.
- O paquete de frío debe arrefriar a auga de 25°C a 5°C.
- O paquete de calor debe elevar a temperatura da auga de 25°C a 45°C.

Datos: Densidade da auga 1g/mL; Calor específico da auga = 4,18 J/g·°C; entalpía molar de disolución do NH4NO3 = 25,69 kJ/mol; entalpía molar de disolución do CaCl2 = -82,8 kJ/mol

Nota: non teña en conta a calor absorbida pola masa das sales disolvidas, só pola auga.

1.1. Explique que sal escollería para fabricar a bolsa de frío e cal para a de calor. **(0,5 puntos)**

1.2. Calcule a cantidade de calor necesaria para cambiar a temperatura dos 500 mL nos 20°C que se indica no enunciado. **(0,5 puntos)**

1.3. Calcule a masa necesaria de cada un dos sales para o cambio de temperatura indicado. **(0,5 puntos)**

1.4. Debuxe un esquema de como construiría un aparato sinxelo para comprobar, de forma aproximada, que os seos cálculos son correctos, describindo o procedemento para a comprobación. Material dispoñible: bote de marmelada grande con tapa metálica, tapón de cortiza do mesmo tamaño cá tapa metálica, termómetro, un rolo de espuma de polistireno (bo illante térmico), cinta adhesiva. **(1,0 punto)**

RESPOSTAS DA PREGUNTA 1.

1.1. Elección das sales:

Para decidir que sal empregar en cada paquete, debemos considerar a entalpía molar de disolución de cada sal:

- Nitrato de amonio NH_4NO_3: Entalpía molar de disolución = 25,69 kJ/mol, o signo do valor da entalpía indica que a súa disolución é un proceso endotérmico, o que significa que absorbe calor do entorno e arrefriará a auga.

- Cloruro de calcio $CaCl_2$: Entalpía molar de disolución = -82,8 kJ/mol, o signo do valor da entalpía indica que a súa disolución é un proceso exotérmico, o que significa que libera calor ó entorno e quentaría a auga.

Polo tanto:

- Paquete de frío: empregarase nitrato de amonio porque arrefría a auga o disolverse.
- Paquete de calor: empregarase cloruro de calcio porque quenta a auga o disolverse.

1.2. A calor necesaria para cambiar a temperatura da auga calcúlase empregando a fórmula:

[$q = m \cdot c \cdot \Delta T$] Onde: - q é a cantidade de calor (en Joules, J)
- m é a masa da auga (en gramos, g)
- c é o calor específico da auga (4,18 J/g°C)
- ΔT é o cambio de temperatura (en °C)

Para 500 mL de auga (que equivale a 500 g, xa que a densidade da auga é aproximadamente 1 g/mL):

Paquete de frío:

$\Delta T = 5°C - 25°C = -20°C \Rightarrow q = 500g \times 4,18J/g°C \times (-20°C) = -41800J$

A auga cede 41800 J ao NH_4NO_3 que os absorbe ao disolverse nela.

Paquete de calor:

$\Delta T = 45°C - 25°C = 20°C \Rightarrow q = 500g \times 4,18J/g°C \times 20°C = 41800J$

A auga absorbe os 41800 J que lle cede o $CaCl_2$ ao disolverse nela.

1.3. Para determinar a masa de cada sal necesaria, empregaremos a entalpía da disolución das sales.

Nitrato de amonio (NH_4NO_3):

$$41800\ J \cdot \frac{1\ kJ}{10^3\ J} \cdot \frac{1\ mol\ NH_4NO_3}{25,69\ kJ} \cdot \frac{80,04\ g\ NH_4NO_3}{1\ mol\ NH_4NO_3} = 130,23\ g\ NH_4NO_3$$

Cloruro de calcio ($CaCl_2$):

$$-41800\ J \cdot \frac{1\ kJ}{10^3\ J} \cdot \frac{1\ mol\ CaCl_2}{-82,8\ KJ} \cdot \frac{110,98\ g\ CaCl_2}{1\ mol\ CaCl_2} = 56,03\ g\ CaCl_2$$

1.4. Deseño dun aparato sinxelo para comprobar os cálculos:

Tome o bote de marmelada baleiro e rodéeo dunha capa de polistireno, suxeitando coa cinta adhesiva. Tome a tapa de cortizo, faga un burato do tamaño xusto para que pase o termómetro.

Procedemento:

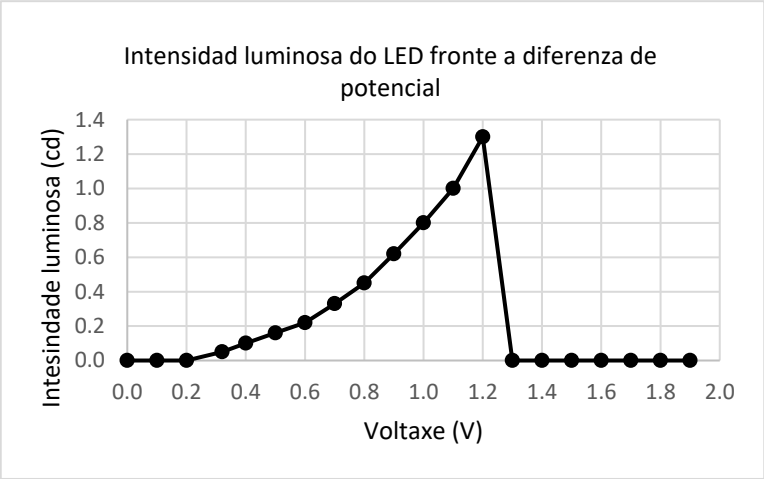
Preparación do experimento:

- Encher cada vaso de precipitados con 500 mL de auga destilada a 25°C e comprobar a temperatura co termómetro.
- Pesar 130,23 g de nitrato de amonio e engadilos rapidamente a auga, tapar o bote co tapón, remexer ata a disolución da sal e anotar a temperatura final co termómetro, unha vez estabilizada a temperatura.
- Repetir o mesmo procedemento coas cantidades e condicións esixidas para o paquete de calor.

Este procedemento permitirá verificar experimentalmente se as cantidades calculadas de nitrato de amonio e cloruro de calcio son correctas para lograr os cambios de temperatura desexados en 500 mL de auga.

PREGUNTA 2. DESTREZAS BÁSICAS DA QUÍMICA / REACCIÓNS QUÍMICAS

Un LED é un díodo que emite luz cando se somete a unha diferenza de potencial (voltaxe) mínima que se coñece coma tensión limiar. Por outro lado, cando se supera unha determinada voltaxe o díodo fúndese polo efecto joule. A gráfica amosa a intensidade de luz emitida por un díodo en función da voltaxe que se lle aplica.



O obxectivo desta actividade é deseñar unha pila galvánica que faga funcionar o LED; para dito fin dispón dos seguintes reactivos: Unha lámina de cobre, unha lámina de cinc, unha lámina de magnesio; disolucións de sulfato de cobre, sulfato de cinc, sulfato de magnesio e de ioduro de potasio.

2.1. Elixa os eléctrodos para a pila, indicando a reacción final e as semirreaccións implicadas. Xustifique a súa elección. (1,0 punto)

2.2. Realice un esquema da pila, indicando todos os materiais e reactivos necesarios para a mesma. O esquema debe incluír o sentido del fluxo dos electróns. (1,0 punto)

2.3. ¿Que lle sucederá a masa do cátodo: aumentará ou diminuirá co paso do tempo? Xustifique a súa resposta. (0,5 puntos)

Datos: $E°(Cu^{+2}/Cu)= +0,34$ V; $E°(Zn^{+2}/Zn)= -0,76$ V; $E°(Mg^{+2}/Mg)= -2,37$ V

RESPOSTAS DA PREGUNTA 2.

2.1. Para facer funcionar o LED debe montarse unha cela galvánica ou pila, cuxo voltaxe ou forza electromotriz estea o mais próximo posible a 1.2 V, pero sen superar este valor, xa que de facelo a pila fundiríase. Tendo en conta os reactivos dos que se dispón, poden combinarse e construírse tres posibles pilas para as que se poden calcular os seus potenciais estándar, e comprobar cal é a que mellor se axusta os requirimentos de LED.

A voltaxe ou forza electromotriz da pila sería: $E°_{pila} = E°_{cátodo} - E°_{ánodo}$

1ª posibilidade: $Zn_{(s)} \mid Zn^{2+}_{(aq)} \,||\, Cu^{2+}_{(aq)} \mid Cu_{(s)}$ $E°_{pila} = 0,34\text{ V} - (-0,76)\text{ V} = 1,1\text{ V}$

2ª posibilidade: $Mg_{(s)} \mid Mg^{2+}_{(aq)} \,||\, Cu^{2+}_{(aq)} \mid Cu_{(s)}$ $E°_{pila} = 0,34\text{ V} - (-2,37)\text{ V} = 2,71\text{ V}$

3ª posibilidade: $Mg_{(s)} \mid Mg^{2+}_{(aq)} \,||\, Zn^{2+}_{(aq)} \mid Zn_{(s)}$ $E°_{pila} = -0,76\text{ V} - (-2,37)\text{ V} = 1,61\text{ V}$

Polo tanto, a pila debe ser a primeira, porque ten un potencial moi próximo á voltaxe de máxima emisión, xa que as outras dúas exceden a voltaxe de 1,2 V, que fundiría o LED.

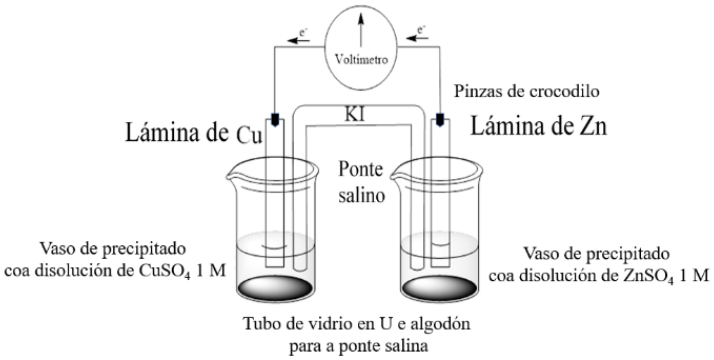
As semirreaccións implicadas polo tanto, e a reacción final sería:

Redución (Cátodo) $Cu^{+2}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Cu_{(s)}$ $E^\circ = 0{,}34$ V

Oxidación (Ánodo) $Zn_{(s)} \rightarrow Zn^{+2}_{(aq)} + 2e^-$ $E^\circ = 0{,}76$ V

Reacción final $Cu^{+2}_{(aq)} + Zn_{(s)} \rightarrow Cu_{(s)} + Zn^{+2}_{(aq)}$ $E^\circ_{pila} = 0{,}34\text{ V} + 0{,}76\text{ V} = 1{,}1$ V

2.2.



2.3. No cátodo o irse depositando o Cu que proven da redución do Cu^{+2}, vai ir aumentando a masa.

PREGUNTA 3. DESTREZAS BÁSICAS DA QUÍMICA / REACCIÓNS QUÍMICAS

O ácido clorhídrico ($HCl_{(aq)}$) é un dos produtos químicos de maior produción mundial. Os seus usos abranguen desde a metalurxia ata a industria alimentaria e, en particular, a farmacéutica. Neste último eido emprégase como reactivo de síntese e como regulador do pH en disolucións que se administran directamente ao paciente. Unha das razóns da súa elección é que, tras neutralizarse, só xera ións Cl^-, xa presentes no organismo, polo que non interfire cos procesos biolóxicos. Dado que o ácido clorhídrico destinado ao uso farmacéutico debe ser moi puro e ter unha concentración exacta, o seu contido verifícase sistematicamente ao recibir cada lote.

Vostede é químico nun laboratorio farmacéutico, e sabe que un dos procedementos para determinar a concentración dun ácido é a valoración, deste xeito debe deseñar dito procedemento para comprobar que a concentración indicada na documentación do $HCl_{(aq)}$ recentemente recibido coincide coa real.

3.1. Dispón de tres reactivos de concentración coñecida no laboratorio (Táboa I). Escolla o reactivo que considere adecuado para levar a cabo o proceso de valoración e formule a ecuación completa e axustada para a reacción entre o ácido clorhídrico e o reactivo escollido.

Reactivo	Concentración
HNO_3	0,1 M
NaOH	0,2 M
$NaNO_3$	0,05 M
Táboa I	

3.2. Describa como sería o procedemento experimental que seguiría para valorar unha mostra de 50 mL do ácido clorhídrico, indicando o material necesario e os pasos a seguir para aplicalo.

3.3. Tras aplicar o procedemento deseñado, obsérvase que se consumiron 10 mL da disolución do reactivo escollido no apartado **3.1**, sobre 50 mL do ácido clorhídrico a valorar. Calcule a concentración da disolución de $HCl_{(aq)}$ que recibiu no laboratorio e o seu pH.

3.4. Para poder empregar o ácido clorhídrico con fins farmacolóxicos, o pH mínimo da disolución debe ser de 3,5. Calcule o volume final ata o que hai que diluír a mostra de 50 mL da disolución orixinal para acadar dito valor de pH.

3.5. Razoe se é certa a seguinte afirmación: "se o volume final calculado no apartado anterior **3.4.** é de X mL, o volume de auga que é preciso engadir para acadar o pH desexado debe ser (X–50) mL".

RESPOSTAS DA PREGUNTA 3.

3.1. Elección do reactivo e ecuación axustada:

Para valorar unha disolución de $HCl_{(aq)}$ (ácido forte) necesítase un reactivo que reaccione cuantitativamente con el e cuxa concentración sexa coñecida con precisión.

O NaOH 0,2 M é a única opción axeitada: base forte e monoprótica → reacción 1 : 1.

O HNO_3 0,1 M é outro ácido forte ⇒ non reacciona co HCl.

O $NaNO_3$ 0,05 M é o sal dun ácido e dunha base fortes ⇒ tampouco reacciona.

A ecuación molecular e axustada será:

$$HCl_{(ac)} + NaOH_{(ac)} \rightarrow NaCl_{(ac)} + H_2O_{(l)}$$

3.2. A continuación descríbese o procedemento e o material necesario, este último aparece subliñado: tómanse 50 mL da disolución de ácido clorhídrico coa axuda dunha probeta e se introducen nun matraz Erlenmeyer. A continuación engadimos unhas pingas de indicador ácido-base. Enchemos unha bureta, suxeita con pinza nun soporte, coa disolución de hidróxido de sodio axudándonos dun funil. Comezamos a valoración deixando caer pouco a pouco a base sobre o ácido mentres axitamos o matraz coa man. O punto final da

valoración detectarase pola viraxe de cor do indicador, que ocorre cando se gaste o volume da disolución de hidróxido sódico necesario para a neutralización do ácido.

3.3. Cálculo da concentración de HCl cos datos experimentais

$$V_{NaOH} = 10{,}0 \text{ mL} = 0{,}0100 \text{ L}$$
$$M_{NaOH} = 0{,}200 \text{ mol L}^{-1}$$
$$V_{HCl} = 50{,}0 \text{ mL} = 0{,}0500 \text{ L}$$

$$0{,}0100 \text{ L disolución NaOH} \cdot \frac{0{,}200 \text{ moles NaOH}}{1 \text{ L}} \cdot \frac{1 \text{ mol HCl}}{1 \text{ moles NaOH}} \cdot \frac{1}{0{,}0500 \text{ L disolución HCl}} = 0{,}040 \text{M}$$

Para calcular o pH da disolución debemos ter en conta que o HCl é un ácido forte, que se atopa completamente disociado:

$$[H^+] = M_{HCl} = 0{,}040 \text{ M}$$
$$pH = -\log[H^+] = -\log(0{,}040) \approx 1{,}40$$

3.4. Partimos do feito de que o HCl é un ácido forte, $[H^+]=[HCl]$.

A concentración de catións oxonio desexada para un pH de 3,5 sería de:

$$pH_{final} = 3{,}5 \quad \Rightarrow \quad [H^+]_{final} = 10^{-3{,}5} \Rightarrow \quad M = 3{,}16 \cdot 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$$

Nos 50 mL da mostra inicial, os moles de HCl presentes son:

$$n = M \cdot V = 0{,}040 \text{ mol L}^{-1} \cdot 0{,}0500 \text{ L} = 2{,}0 \cdot 10^{-3} \text{ mol de HCL}$$

Polo tanto, o volume final necesario para acadar a concentración de $3{,}16 \cdot 10^{-4}$ mol L^{-1} sería:

$$V_{final} = \frac{n}{[H^+]_{final}} = \frac{2{,}0 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}{3{,}16 \cdot 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}} \approx 6{,}32 \text{ L}$$

3.5. Estritamente a afirmación é falsa porque os volumes non son aditivos. De forma que, se mesturamos 50 mL de disolución 0,04 M con 6270 mL de auga, o volume final non será exactamente de 6320 mL. Sen embargo, ao tratarse dunha disolución diluída do ácido, os volumes son case aditivos, polo que neste caso e a efectos prácticos a afirmación pode considerarse correcta.

PREGUNTA 4. DESTREZAS BÁSICAS DA QUÍMICA / REACCIÓNS QUÍMICAS

Na imaxinación popular, un medicamento adoita asociarse con moléculas orgánicas complexas, con longas cadeas de átomos de carbono e hidróxeno. Non obstante, moitos fármacos están formados por compostos inorgánicos moi simples, coñecidos desde hai séculos.



Un exemplo chave é o sulfato de bario ($BaSO_4$), empregado como axente de contraste en radiografías do aparato dixestivo. O paciente inxire o sulfato de bario, que percorre o tracto gastrointestinal e, ao realizar a placa radiolóxica, revela a anatomía interna e as posibles patoloxías.

A súa sinxeleza estrutural tradúcese nunha síntese directa. Imaxine que, como químico dunha empresa farmacéutica, debe preparar 23,3 g $BaSO_4$ para o seu uso como axente de contraste, empregando os reactivos dispoñibles no laboratorio que figuran na Táboa I, os cales se atopan no laboratorio en disolución na concentración indicada:

Táboa I		
Reactivo	*Concentración da disolución*	*Solubilidade*
H_2SO_4 (ácido sulfúrico concentrado)	98 % en peso, ρ = 1,84 g cm^{-3}	Miscíbel en auga
$Ba(OH)_2$ (hidróxido de bario)	0,20 M	38,9 g L^{-1} (20 °C)

4.1. Escriba a ecuación completa e axustada que conduce á formación de sulfato de bario.

4.2. Para levar a cabo a síntese, necesítase partir dunha disolución de ácido sulfúrico 0,20 M. Calcule o volume de H_2SO_4 do 98 % que hai que tomar para preparar 1L de disolución de ácido sulfúrico 0,20 M.

4.3. ¿Que cantidade de disolución de $Ba(OH)_2$ 0,20 M se necesita para preparar os 23,3 g de sulfato de bario? ¿Que cantidade da disolución de H_2SO_4 0,20 M se debe engadir para que reaccione completamente co hidróxido de bario?

4.4. Describa con detalle como separar o precipitado de $BaSO_4$ formado. Non se esqueza de incluír na descrición o material necesario.

4.5. Avalíe o método de obtención do sulfato de bario segundo os seguintes criterios, discutindo se é recomendable desde ambos puntos de vista.

Criterio económico: para iso estime **a perda de produto** debida á solubilidade do $BaSO_4$ en auga (2,45 mg L^{-1}) e comente a viabilidade do método.

Criterio de seguridade: estime **o aumento de temperatura aproximado** que se vai levar a cabo ao mesturar a cantidade calculada de cada disolución 0,20 M de partida dos reactivos, considerando os seguintes datos:

Entalpía de reacción (axustada por mol de sulfato de bario): –96 kJ·mol^{-1}.

Calor específico da disolución final: 4,18 J·g^{-1}·°C^{-1}.

Densidade final da disolución: 1 g·cm^{-3}.

Considere os volumes aditivos, e teña en conta solo a fase líquida e ignore a absorción de calor polo precipitado formado.

RESPOSTAS DA PREGUNTA 4.

4.1. A ecuación da síntese é a seguinte:

$$Ba(OH)_{2(ac)} + H_2SO_{4(ac)} \rightarrow BaSO_{4(s)} \downarrow + 2\ H_2O_{(l)}$$

4.2. O volume da disolución de H_2SO_4 comercial necesario para preparar 1 L 0,20 M sería:

$$1\ L \cdot \frac{0{,}20\ mol\ H_2SO_4}{1\ L\ disolución} \cdot \frac{98{,}08\ g\ de\ H_2SO_4}{1\ mol\ de\ H_2SO_4} \cdot \frac{100\ g\ dis.\ comercial}{98\ g\ de\ H_2SO_4} \cdot \frac{1\ mL\ dis.\ comercial}{1{,}84\ g\ dis.\ comercial} = 10{,}9\ mL$$

4.3. Volume de disolución de $Ba(OH)_2$ 0,20 M:

$$23{,}3\ g\ BaSO_4 \cdot \frac{1\ mol\ BaSO_4}{233{,}39\ g\ BaSO_4} \cdot \frac{1\ mol\ Ba(OH)_2}{1\ mol\ de\ BaSO_4} = 0{,}10\ mol\ de\ Ba(OH)_2$$

$$0{,}10\ mol\ de\ Ba(OH)_2 \cdot \frac{1\ L}{0{,}20\ mol} = 0{,}5\ L$$

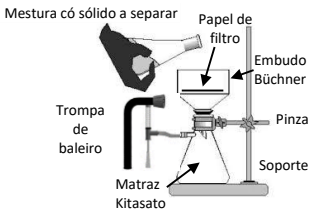
Volume de disolución de H_2SO_4 0,20 M necesarios para reaccionar con $Ba(OH)_2$:

$$0{,}10\ mol\ de\ Ba(OH)_2 \cdot \frac{1\ mol\ H_2SO_4}{1\ mol\ de\ Ba(OH)_2} = 0{,}10\ mol\ de\ H_2SO_4$$

$$0{,}10\ mol\ de\ H_2SO_4 \cdot \frac{1\ L}{0{,}20\ mol} = 0{,}5\ L$$

Para preparar 23,3 g de $BaSO_4$ debemos mesturar 500 mL de disolución de $Ba(OH)_2$ 0,20 M con 500 mL de disolución de H_2SO_4 0,20 M.

4.4. Para separar o precipitado formado de $BaSO_4$ poderiamos empregar unha montaxe para a filtración a baleiro: en primeiro lugar colocamos o funil Büchner encaixado no matraz Kitasato, e suxeitamos esta montaxe coas pinzas do soporte. A continuación, recortamos papel de filtro circular e colocámolo no funil Büchner, humedecéndoo cunha pouca auga para que quede adherido. Conectamos a montaxe a trompa de baleiro a través da oliva lateral do Kitasato. A continuación vertemos o precipitado de $BaSO_4$ sobre o Büchner, quedando sobre o papel de filtro. Unha vez depositado todo o precipitado sobre o papel de filtro, desconectamos a trompa de baleiro, retiramos o papel de filtro e deixamos secar o tempo necesario o precipitado.



Será válido calquera outro procedemento exposto correctamente (filtración a gravidade, centrifugación,..).

4.5. Criterio económico (perdas por solubilidade)

Tendo en conta que a solubilidade do $BaSO_4$ é 2,45 mg L^{-1}, e o volume líquido total calculado no apartado 4.3. de cada unha das disolucións empregadas: 0,500 L + 0,500 L = 1,0 L, podemos calcular a cantidade de $BaSO_4$ que quedaría disolta, sen formar precipitado.

$$m_{disolta}=2{,}45\ \frac{mg}{L}\cdot 1{,}0\ L=2{,}45\ mg=2{,}45\cdot 10^{-3}\ g\ de\ BaSO_4$$

Podemos agora calcular con respecto os 23,3 gramos que queremos obter, a porcentaxe de perda:

$$\%\ perda=\frac{0{,}00245}{23{,}3}\times 100=0{,}0105\%$$

Conclusión: a perda é moi pequena, practicamente nula, con respecto aos 23,3 gramos de precipitado que queremos obter, polo que o procedemento pode considerarse rendible dende o punto de vista de obtención do produto.

Criterio de seguridade (quecemento da mestura de reacción)

A calor que se libera cando se mesturan as dúas disolucións, considerando os volumes aditivos, e tendo en conta solo a fase líquida, ignorando a absorción de calor polo precipitado formado, ven dada pola expresión: $q = m \cdot c \cdot \Delta T$

Onde:

- q é a cantidade de calor en Joule (J): sabemos que a calor de reacción é –96 kJ mol^{-1}, e como os moles de $BaSO_4$ que se producen segundo a estequiometría da reacción son 0,10 mol ⇒ $q = 9{,}6$ kJ
- m é a masa da disolución en gramos: o volume final é de 1 L e a ρ = 1 g cm^{-3} ⇒ 1000 g
- c é o calor específico da disolución⇒ 4,18 J g^{-1} $°C^{-1}$
- ΔT é o cambio de temperatura (en °C) que debemos calcular:

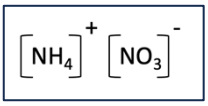
$$\Delta T=\frac{9{,}6\cdot 10^{3}\ J}{1000\ g\cdot 4{,}18\ J\ g^{-1}\ °C^{-1}}\approx 2{,}3\ °C$$

Conclusión: o incremento de temperatura é plenamente aceptable, polo que o procedemento pode considerarse viable.

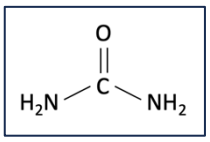
PREGUNTA 5. DESTREZAS BÁSICAS DA QUÍMICA / REACCIÓNS QUÍMICAS (2,5 puntos)



O nitróxeno é esencial para as plantas, non só é necesario para a síntese da clorofila, senón que tamén é primordial para a síntese dos aminoácidos que conformarán as proteínas que axudan ó crecemento da planta. O nitróxeno absórbese principalmente en forma de nitratos.



O nitrato de amonio (NH_4NO_3) é o primeiro fertilizante nitroxenado sólido producido a gran escala. A metade do nitróxeno é proporcionado en forma de nitrato, o cal se absorbe directamente pola planta e, a outra metade, en forma de amonio. Grazas os microorganismos do chan, a fracción de amonio convértese gradualmente en nitrato para a súa posterior absorción.



Outro fertilizante moi empregado actualmente é a urea, de fórmula molecular (NH_2CONH_2). Do mesmo xeito que sucede co amonio, os microorganismos presentes no chan, transforman a urea en nitrato.

5.1. Atendendo unicamente a composición dos fertilizantes anteriores, sen ter en conta ningunha outra consideración, se vostede debe mercar 1 kg de fertilizante, ¿cal dos dous fertilizantes escollería para obter o máximo rendemento, o nitrato de amonio ou a urea? **Xustifique** a súa elección. **(0,5 puntos)**

5.2. Ambos fertilizantes son compostos que se atopan en estado sólido a temperatura ambiente e ambos se disolven en auga:

Responda estes dous apartados:

5.2.1. Xustifique **razoadamente** que forzas son as que permiten que ambos sales se atopen en estado sólido a temperatura ambiente. **(0,5 puntos)**

5.2.2. Discuta cal deles se disolverá en auga xerando ións, e razoe como será o pH que presenta dita disolución: ácido, básico ou neutro. **Xustifique** a súa resposta. **(0,5 puntos)**

5.3. O nitrato de amonio pódese sintetizar facilmente facendo reaccionar ácido nítrico (HNO_3) con hidróxido de amonio sólido (NH_4OH) mediante a seguinte reacción:

$$HNO_{3(ac)} + NH_4OH_{(s)} \rightarrow NH_4NO_{3(s)} + H_2O_{(l)}$$

Responda estes dous apartados:

5.3.1. Calcule o volume en mL que se necesita coller dunha botella de HNO_3 de densidade 1,43 g/cm^3 e riqueza 69% para sintetizar no laboratorio 5 g de nitrato de amonio, sabendo que o rendemento da reacción é do 100% e que hai exceso de hidróxido de amonio. **(0,5 puntos)**

5.3.2. Se o rendemento da reacción fose do 80% e temos exceso de hidróxido de amonio, ¿necesitarase coller máis ou menos mililitros da botella de ácido nítrico? **Xustifique** a súa resposta. **(0,5 puntos)**

RESPOSTAS DA PREGUNTA 5.

5.1. O fertilizante mais adecuado será o que teña un maior contido de nitróxeno molecular.

- Masa de nitróxeno presente en 1 kg de nitrato amónico:

$$m_N = 1000\ g\ NH_4NO_3 \cdot \frac{28\ g\ N}{80\ g\ NH_4NO_3} = 350\ g\ de\ N$$

- Masa de nitróxeno presente en 1 kg de urea:

$$m_N = 1000\ g\ NH_2CONH_2 \cdot \frac{28\ g\ N}{60\ g\ NH_2CONH_2} = 466{,}67\ g\ de\ N$$

En conclusión, débese mercar preferentemente 1 Kg de urea

5.2.

5.2.1. O nitrato de amonio é un composto iónico (sólido iónico) formado por unha estrutura cristalina tridimensional onde os ións manteñen a súa disposición espacial debido as forzas de atracción electrostáticas catión-anión. A urea é un composto molecular, a súa estrutura sólida (sólido molecular) débese as interaccións intermoleculares que se establecen entre as moléculas en fases condensadas que son interaccións de London e tamén enlaces de hidróxeno, este último é un tipo especial de interacción electrostática dipolo-dipolo que ten lugar entre un átomo de hidróxeno que forma un enlace covalente moi polarizado e un átomo de pequeno tamaño e moi electronegativo, neste caso o N.

5.2.2. O composto que se disolve en auga xerando ións será o nitrato de amonio NH_4NO_3 por tratarse dunha especie iónica. A disociación do nitrato de amonio en auga dá lugar ó anión nitrato e o catión amonio: o anión nitrato NO_3^-, é unha base conxugada débil procedente do ácido forte ácido nítrico, polo tanto, non reacciona coa auga; por outro lado, o catión amonio NH_4^+, é un ácido conxugado forte procedente da base débil amoníaco, o cal si reacciona coa auga, producindo catións oxonio, o que xera un medio ácido.

$$NH_4NO_3 \xrightarrow{H_2O} NH_4^+{}_{(ac)} + NO_3^-{}_{(ac)}$$

$$NH_4^+(ac) + H_2O \rightleftarrows NH_3(ac) + \underbrace{H_3O^+}_{\text{medio ácido}}$$

A urea disólvese en auga xerando unha disolución neutra xa que non experimenta hidrólise apreciable.

5.3.

5.3.1.

$$5\ g\ NH_4NO_3 \times \underbrace{\frac{1\ mol\ NH_4NO_3}{80\ g\ NH_4NO_3}}_{\text{masa molar}} \times \underbrace{\frac{1\ mol\ HNO_3}{1\ mol\ NH_4NO_3}}_{\substack{\text{relación}\\ \text{estequiométrica}}} \times \underbrace{\frac{63\ g\ HNO_3}{1\ mol\ HNO_3}}_{\text{masa molar}}$$

$$\times \underbrace{\frac{100\ g\ disolución\ de\ HNO_3}{69\ g\ \ de\ HNO_3}}_{\text{riqueza}} \times \underbrace{\frac{1\ mL\ disolución}{1{,}43\ g\ disolución}}_{\text{densidad}} = 4\ mL\ de\ disolución\ da\ botella\ de\ HNO_3$$

5.3.2. Se o rendemento fora do 80% necesitaríamos maior cantidade de ácido nítrico, pois o 20% do nítrico engadido non reaccionaría polo que non chegaríamos a obter os 5 g de nitrato de amonio que piden no enunciado.

$$4\ mL \times \frac{1}{0{,}8} = 5\ mL$$

PREGUNTA 6. DESTREZAS BÁSICAS DA QUÍMICA / REACCIÓNS QUÍMICAS (2,5 puntos)

O propietario dunha famosa polbeira de O Carballiño está preocupado porque pensa que o aceite que lle subministrou o seu provedor é moi ácido. A acidez dun aceite non está relacionada coas súas propiedades organolépticas, mais ben está relacionada coa calidade dos froitos empregados, así coma das óptimas condicións nas que se leva a cabo a súa elaboración. A acidez é un indicador da calidade do aceite de oliva virxe, de modo que canto menor é, mellores van ser as súas calidades intrínsecas. A maioría dos aceites de calidade virxe extra, de sabor intenso, teñen unha acidez incluso inferior a 0,2º.

O grao de acidez representa a masa de ácido graxo libre (molécula con largas cadeas de carbonos mais ou menos insaturadas que conteñen un grupo funcional ácido carboxílico) por cada 100 gramos de graxa, principalmente triglicéridos (os cales presentan grupos funcionais éster) en tanto por cento. A hidrólise destas graxas son as que xeran os ácidos graxos.



6.1. Escriba a fórmula semidesenvolvida de dúas moléculas que conteñan cada unha delas 4 átomos de carbono; unha delas debe presentar na súa estrutura un grupo funcional ácido carboxílico e a outra un grupo funcional éster. Nomee ambas moléculas. **(0,4 puntos)**

6.2. Escriba a reacción de hidrólise do éster proposto no apartado **2.1.**, nomeando os dous compostos que se obteñen en dita hidrólise e indicando que grupos funcionais presentan cada un deles. **(0,3 puntos)**

6.3. O ácido acético (molécula orgánica formada por dous carbonos e un grupo funcional ácido carboxílico) ten un $pK_a = 4,74$. ¿Cal sería o pH dunha disolución de ácido acético 0,1 M? **(1,0 puntos)**

6.4. O ácido caprílico (ácido octanoico) está presente no aceite de coco, sendo un ácido parcialmente soluble en auga. Deseñe un método para determinar o grao de acidez de dito aceite. Describa o procedemento indicando o material de laboratorio que empregaría e faga una descrición cualitativa xeneral do procedemento a seguir. Indique os posíbeis inconvenientes cos que se podería atopar no proceso. **(0,8 puntos)**

RESPOSTAS DA PREGUNTA 6.

6.1.

Por exemplo:

Ácido carboxílico: $CH_3CH_2CH_2COOH$ (ácido butanoico)

Éster: $CH_3COOCH_2CH_3$ (etanoato de etilo)

A resposta sería válida con calquera dos outros ácidos ou ésteres posíbeis que se poden formular.

6.2.

No caso do exemplo proposto no apartado **6.1.**

$CH_3COOCH_2CH_3 + H_2O \rightarrow CH_3COOH + CH_3CH_2OH$.

Ácido etanoico. Etanol.

A resposta sería válida con calquera dos outros dous ésteres posíbeis que se poden formular.

6.3.

$$pK_a=-\log K_a \rightarrow K_a=10^{-pK_a} \rightarrow K_a=10^{-4,74} \rightarrow K_a=1,82\cdot10^{-5}$$

	CH_3COOH + H_2O ↔	CH_3COO^- +	H_3O^+
$[]_0$	0,1 M		
$[]_{eq}$	0,1 M-x	x	x

$$K_a=\frac{[CH_3COO^-][H_3O^+]}{[CH_3COOH]} \rightarrow K_a=\frac{x^2}{0,1-x} \xrightarrow[0,1-x\approx0,1]{4\cdot c_o\gg K_a \; c_o-x\approx c_o} K_a=\frac{x^2}{0,1} \rightarrow x=\sqrt{0,1\cdot K_a}=\sqrt{0,1\cdot1,82\cdot10^{-5}} \rightarrow$$

$$x=1,35\cdot10^{-3}\ M=[H_3O^+]$$

$$pH=-\log[H_3O^+] \rightarrow pH=-\log\left(1,35\cdot10^{-3}\right) \rightarrow pH=2,87$$

6.4.

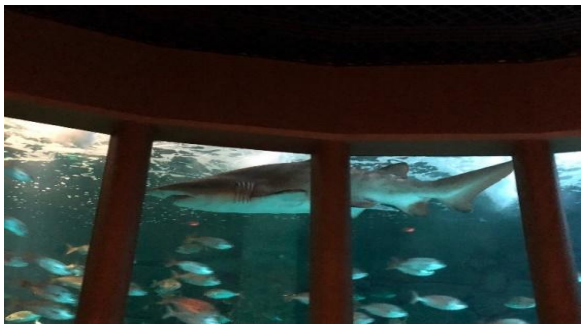
Para calcular a acidez dun composto empregaremos a volumetría ácido-base.

Necesitaríamos un Erlenmeyer no que engadimos con probeta un volume determinado de ácido (aceite) do que queremos calcular a súa concentración. Como sabemos que o aceite é parcialmente soluble en auga, podemos empregar auga como disolvente se apreciamos que o ácido está totalmente disolto, en caso contrario se poden facer dilucións ate conseguir a completa disolución. Outra posibilidade sería empregar outro disolvente ou mestura na que o ácido sexa soluble. A continuación, botamos unhas pingas dun indicador que nos permita visualizar o punto final o que se chega cando o contido do Erlenmeyer vira de cor.

Necesitaríamos unha base de concentración coñecida que engadiríamos nunha bureta, a cal, fixaríamos a un soporte con axuda dunha pinza e unha noz. Deixamos caer gota a gota o contido da bureta no Erlenmeyer ata asegurarnos de que o cambio de cor é permanente. Anotamos o volume da base consumido e facemos os cálculos correspondentes para determinar a concentración do ácido.

Como coñecemos a cantidade de aceite empregada, xa poderemos calcular a súa acidez.

PREGUNTA 7. DESTREZAS BÁSICAS DA QUÍMICA / REACCIÓNS QUÍMICAS (2,5 puntos)



O **Aquarium Finisterrae**, coñecido popularmente coma a *Casa dos Peixes*, é un centro interactivo situado na cidade da Coruña, adicado á divulgación científica sobre aspectos relacionados coa bioloxía mariña, a oceanografía e o mar. Neste acuario atópase no soto a Sala Nautilus: é unha sala de observación, inmersa nunha gran piscina de 4,4 millóns de litros de auga, onde nadan os maiores peixes do Atlántico.

Para manter con vida os peixes é imprescindíbel que a auga dun acuario cumpra unha serie de características, unha das cales é que debe haber unha concentración axeitada de ións cloruro. A salinidade total da auga mariña atópase, aproximadamente, entre 30-35 g/L.
Para levar a cabo un control da salinidade da auga da piscina da Sala Nautilus, tómase unha mostra de 50 mL de auga e procédese a determinar o contido de ións cloruro presentes en dita mostra: o método consiste en levar a cabo a precipitación dos ións cloruro en forma de cloruro de prata, engadindo unha disolución de nitrato de prata en presenza dun indicador, que nos axuda a detectar cando a precipitación se pode considerar completa, e así, poder determinar a concentración de ións cloruro presentes.
Supoñendo que a salinidade da auga se debe exclusivamente ao cloruro de sodio en disolución, responda as seguintes preguntas.

7.1. Escriba e axuste a reacción de precipitación entre o cloruro de sodio e o nitrato de prata. **(0,5 puntos)**

7.2. Para unha mostra de auga, a reacción de precipitación considérase completa despois de engadir 12 mL de disolución de nitrato de prata de concentración 1,5 M. Determine a concentración de ións cloruro na mostra de auga, e discuta o seu valor en relación ao proporcionado no texto. **(1 punto)**

7.3. Describa un procedemento que podería empregar, nomeando o material necesario, para levar a cabo a separación do precipitado de cloruro de prata da mostra analizada. **(1 punto)**

RESPOSTAS DA PREGUNTA 7.

7.1.

A reacción de precipitación que se leva a cabo é:

$$NaCl_{(ac)} + AgNO_{3(s)} \rightarrow AgCl_{(s)}\downarrow + NaNO_{3(ac)}$$

7.2. Tendo en conta a estequiometría da reacción que se leva a cabo entre o NaCl presente na auga e o $AgNO_3$, podemos calcular a cantidade de ións Cl^- que reaccionarían cos 12 mL de $AgNO_3$ que se empregan no análise:

$$18\ \text{mL}\ AgNO_3 \cdot \frac{1\text{L}}{1000\ \text{mL}} \cdot \frac{1{,}5\ \text{mol}\ AgNO_3}{1\text{L}} \cdot \frac{1\text{mol}\ Cl^-}{1\ \text{mol}\ AgNO_3} = 0{,}027\ \text{mol}\ Cl^-$$

$$\frac{0{,}027\ \text{mol}\ Cl^-}{0{,}05\ \text{L}} = 0{,}54\ \frac{\text{mol}}{L}\ Cl^-$$

A concentración de cloruro será a mesma que a de cloruro de sodio, polo que pasando a mol/L

$$\text{Salinidade total}=0{,}54\ \frac{\text{mol NaCl}}{\text{L}} \cdot \frac{58{,}4\text{g NaCl}}{\text{mol}} = 31{,}5\ \frac{\text{g}}{\text{L}}$$

Tendo en conta que a salinidade total da auga mariña atópase entre 30-35 g/L, o valor da salinidade da mostra é un pouco inferior ó de referencia.

7.3

Para separar o precipitado formado de AgCl prepárase unha montaxe para a filtración por gravidade: en primeiro lugar colocamos o funil cónico, suxeitado ao soporte por medio dun aro e debaixo do funil, un matraz Erlenmeyer. A continuación, recórtase o papel de filtro en forma cónica e colócase no funil, humedecéndoo cunha pouca auga para que quede adherido. Vértese a mestura que contén o precipitado a separar sobre o funil, quedando dito precipitado sobre o papel de filtro. Unha vez depositado todo o precipitado sobre o papel de filtro, retírase o papel de filtro e déixase secar o tempo necesario.

Tamén se daría por correcta a separación por filtración a baleiro.

PREGUNTA 8. DESTREZAS BÁSICAS DA QUÍMICA / REACCIÓNS QUÍMICAS (2,5 puntos)



Nos vídeos curtos máis vistos sobre produtos caseiros de limpeza, destaca o emprego dunha mestura que se pode preparar de maneira sinxela empregando vinagre (ácido acético, CH_3COOH) e hidróxeno carbonato de sodio ($NaHCO_3$).



Cando se mesturan estas dúas especies, xérase inmediatamente unha escuma que posúe propiedades desincrustantes moi loada. A reacción que ten lugar neste proceso é a seguinte:

$CH_3COOH + NaHCO_3 \rightarrow CO_2 + H_2O + CH_3COONa$

8.1. Xustifique cal pode ser a orixe da escuma que se xera na mesma. **(0,25 puntos)**

8.2. Determine a masa de hidróxeno carbonato de sodio que se necesitaría para reaccionar completamente con 35 mL de vinagre, sabendo que este posúe unha concentración de ácido acético do 8 % en masa e densidade similar á da auga (1 g/mL). **(1 punto)**

8.3. Unha vez transcorrida a reacción química, calcule cal sería a masa da mestura, supoñendo que o rendemento da reacción é do 100%. **(0,5 puntos)**

8.4. Co obxecto de non ocasionar danos nas superficies a tratar, resulta interesante saber se a reacción de neutralización que ten lugar é exotérmica ou endotérmica. Deseñe un experimento para levar a cabo a determinación da entalpía da reacción do apartado **4.2.** , describindo o procedemento e indicando o material necesario para levalo a cabo. Desprece a capacidade calorífica do calorímetro. **(0,75 puntos)**

RESPOSTAS DA PREGUNTA 8.

8.1. Na reacción despréndese dióxido de carbono, especie gasosa que é a causa das burbullas (escuma) que se xeran.

8.2. A cantidade de $NaHCO_3$ que se necesita para reaccionar con 35 mL de vinagre, sería:

$$35\ \text{mL vinagre} \cdot \frac{1\ \text{g}}{1\ \text{mL}} \cdot \frac{8\ \text{g } CH_3COOH}{100\ \text{g vinagre}} \cdot \frac{1\ \text{mol } CH_3COOH}{60\ \text{g } CH_3COOH} \cdot \frac{1\ \text{mol } NaHCO_3}{1\ \text{mol } CH_3COOH} \cdot \frac{84\ \text{g } NaHCO_3}{1\ \text{mol } NaHCO_3} = 3{,}9\ \text{g}$$

8.3. A mestura final estaría formada por CO_2, auga e hidróxeno carbonato de sodio, pero debemos ter en conta que o CO_2 é un gas que se libera a atmosfera:

$$35\text{mL vinagre} \cdot \frac{1\ \text{g}}{1\text{mL}} \cdot \frac{8\ \text{g } CH_3COOH}{100\ \text{g vinagre}} \cdot \frac{1\ \text{mol } CH_3COOH}{60\ \text{g } CH_3COOH} \cdot \frac{1\ \text{mol } CO_2}{1\ \text{mol } CH_3COOH} \cdot \frac{44\ \text{g } CO_2}{1\ \text{mol } CO_2} = 2{,}1\ \text{g } CO_2$$

Aplicando a lei de conservación da masa e tendo en conta a cantidade de CO_2 obtido gasoso:

35 g vinagre + 3,9 g $NaHCO_3$ – 2,1 g CO_2 = 36,8 g de mestura

8.4.

Material e reactivos:

Calorímetro con termómetro e variña axitadora, probeta, vidro de reloxo, espátula, balanza. Vinagre e hidrógeno carbonato de sodio.

Procedemento:

Nun calorímetro introdúcense 35 mL de vinagre, medidos coa probeta, e anótase a súa temperatura: T_0

A continuación, pésanse na balanza os 3,9 g de bicarbonato de sodio, empregando un vidro de reloxo e unha espátula. Engádense ao calorímetro, péchase e axítase. Anótase a temperatura máxima acadada: T_f.

Desprezando a capacidade calorífica do calorímetro:

$\Delta H_{reacción} = (m_{mestura}) \cdot Ce_{auga} \cdot (T_f - T_0)$

Para expresar o resultado en kJ/mol, divídese o resultado obtido entre o número de moles de ácido acético.

PREGUNTA 9. DESTREZAS BÁSICAS DA QUÍMICA / REACCIÓNS QUÍMICAS (2,5 puntos)

O amoníaco (NH_3) é esencial xa que ten unha gran variedade de aplicacións máis aló do seu papel na fabricación de fertilizantes. Por exemplo, esta molécula emprégase na fabricación de produtos de limpeza, refrixerantes, plásticos, explosivos, pesticidas, entre outros, e incluso co obxectivo de reducir as emisións de gases de efecto invernadoiro, diversas compañías automobilísticas están desenvolvendo motores similares aos actuais, que empregan amoníaco como combustible.









O método máis común para producir amoníaco a nivel industrial é o proceso Haber-Bosch, que se desenvolveu a principios do século XX e é moi utilizado dende entón. Consiste na reacción de nitróxeno e hidróxeno segundo a reacción:

$$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \leftrightarrows 2NH_{3(g)} \quad \Delta H° = -92{,}4 \text{ kJ/mol}$$

9.1. Avalíe como influiría no rendemento da reacción:

Responda estes dous apartados:

9.1.1. Un aumento da temperatura. **(0,25 puntos)**

9.1.2. Un aumento da concentración de N_2 sen variar as condicións de presión e temperatura. **(0,25 puntos)**

9.2. Se no proceso de obtención do amoníaco a escala de laboratorio, para optimizar as condicións de fabricación, se emprega un reactor de 10 litros, e se parte de 2 moles de N_2 e 5 moles de H_2, obténdose 3 moles de NH_3: escriba una táboa para o equilibrio de obtención do amoníaco indicando a variación de moles ao longo do proceso e calcule o valor da constante K_c a 250 °C. **(1 punto)**

9.3. Un dos problemas de empregar amoníaco como combustible é que durante a combustión do amoníaco no motor, xérase NO, e unha parte deste reacciona co oxixeno atmosférico dando lugar á seguinte reacción $2NO_{(g)} + O_{2(g)} \leftrightarrows 2NO_{2(g)}$

A ecuación da velocidade da reacción ven dada pola expresión: $v = k \cdot [NO]^2 \cdot [O_2]$. Indique a orde total da reacción e deduza as unidades da constante de velocidade. **(0,5 puntos)**

9.4. Moitos usos do amoníaco en procesos industriais requiren que este se atope disolto en auga.

Responda estes dous apartados:

9.4.1. En base a teoría ácido-base de Brönsted-Lowry, xustifique se o amoníaco comportarase como ácido ou como base, indicando os correspondentes pares conxugados. **(0,5 puntos)**

9.4.2. Describa un método para determinar a concentración de amoníaco en auga, indicando que material e reactivos empregaría para ese fin e detallando o procedemento empregado. **(0,5 puntos)**

RESPOSTAS DA PREGUNTA 9.

9.1.

Segundo o principio de Le Chatelier sabemos que cando nun sistema en equilibrio se produce unha modificación das variables que o determinan (concentración, presión, temperatura) o sistema se despraza no sentido de contrarrestar ese cambio.

9.1.1. O valor negativo da entalpía indica que o proceso directo (→) é exotérmico, polo tanto, se elevamos a temperatura o sistema se desprazará no sentido de consumir calor, neste caso cara a esquerda, producindo menos amoníaco.

9.1.2. Se elevamos a concentración dun reactivo, nitróxeno, o sistema se desprazará no sentido de consumir dito reactivo, neste caso cara a dereita, producindo mais amoníaco.

9.2. Podemos escribir a seguinte táboa para o equilibrio de disociación:

	$N_{2(g)}$	$+ 3H_{2(g)}$ ⇆	$2NH_{3(g)}$
Moles iniciais (n_o)	2	5	0
Moles reaccionan ($n_{reaccionan}$)	-x	-3x	2x
Moles en equilibrio ($n_{eq.}$)	2-x	5-3x	2x

Tendo en conta que no equilibrio hai 3 moles de amoníaco, o valor de "x" calcúlase facilmente:

$$2x = 3 \rightarrow x = 1{,}5 \text{ mol}$$

Conocido o valor de x, podemos calcular as concentracións de todas as especies no equilibrio:

$$[N_2]_{eq} = \frac{n_{N_2}}{V_{total}} = \frac{(2\text{-}1{,}5)\text{mol}}{10\text{ L}} = 0{,}05 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$$

$$[H_2]_{eq} = \frac{n_{H_2}}{V_{total}} = \frac{(5\text{-}3\cdot1{,}5)\text{mol}}{10\text{ L}} = 0{,}05 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$$

$$[NH_3]_{eq} = \frac{n_{NH_3}}{V_{total}} = \frac{(3)\text{mol}}{10\text{ L}} = 0{,}3 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$$

$$K_c = \frac{[NH_3]^2}{[N_2]\cdot[H_2]^3} = \frac{(0{,}3)^2}{(0{,}05)\cdot(0{,}05)^3} = 1{,}44\cdot10^4$$

9.3. A orde respecto a NO= 2, e respecto a H_2= 1.

A orde total da reacción é a suma das ordes con respecto a cada reactivo: 2+1= 3

As unidades da constante de velocidade son:

$$k = \frac{v}{[NO]^2\cdot[H_2]} = \frac{\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}}{(\text{mol}\cdot\text{L}^{-1})^2\cdot(\text{mol}\cdot\text{L}^{-1})} = \frac{\text{L}^2\cdot\text{s}^{-1}}{\text{mol}^2}$$

9.4.

9.4.1. Segundo a teoría de Brönsted-Lowry, un ácido é unha especie capaz de ceder H^+ e unha base é unha especie capaz de captar H^+. O NH_3 comportarase como unha base en medio acuoso, xa que acepta un protón da auga.

NH_3	+ H_2O	⇆ NH_4^+	+ OH^-
Base1	ácido2	ácido conx.1	base conx.2

9.4.2. Para determinar a concentración de bases en disolución un procedemento adecuado é unha valoración.

Procedemento e material: Tómase unha cantidade da disolución de amoníaco coa axuda dunha pipeta/probeta e introdúcense nun matraz Erlenmeyer, engadimos unhas pingas dun indicador ácido-base adecuado. Enchemos unha bureta (suxeita cunha pinza nun soporte) cunha disolución de concentración coñecida dun ácido, por exemplo clorhídrico. Comezamos a valoración deixando

caer pouco a pouco o ácido sobre a base mentres axitamos o matraz coa man. O punto final neste caso detectarase pola viraxe da cor do indicador. Anótase a cantidade de disolución do ácido empregada e se calcula a concentración da base tendo en conta a estequiometría da reacción.