

QUÍMICA

Cualificación: O alumno elixirá UNHA das dúas opcións. Cada pregunta cualificarase con 2 puntos.

OPCIÓN A

1. 1.1. Razoe en que grupo e en que período se atopa un elemento cuxa configuración electrónica termina en $4f^{14} 5d^5 6s^2$.
1.2. Xustifique se a disolución obtida ao disolver NaNO_2 en auga será ácida, neutra ou básica.
2. 2.1. Deduza a xeometría do CCl_4 aplicando a teoría da repulsión de pares electrónicos da capa de valencia.
2.2. Xustifique cal dos seguintes compostos presenta isomería óptica.
(a) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ (c) $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{CH}_3$ (e) $\text{BrCH}=\text{CHBr}$
(b) $\text{BrCH}=\text{CHCl}$ (d) $\text{CH}_3\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$ (f) $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$
3. Nun recipiente de 2,0 L introdúcese 2,1 moles de CO_2 e 1,6 moles de H_2 e quéntase a 1800°C . Unha vez alcanzado o seguinte equilibrio: $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$, analízase a mestura e atópanse 0,90 moles de CO_2 . Calcule:
3.1. A concentración de cada especie no equilibrio.
3.2. O valor das constantes K_c e K_p a esa temperatura.
4. 4.1. Faise pasar durante 2,5 horas unha corrente de 2,0 A a través dunha cela electroquímica que contén unha disolución de SnI_2 . Calcule a masa de estaño metálico depositada no cátodo.
4.2. Cal é o pH dunha disolución saturada de hidróxido de cinc se a súa K_s a 25°C é $1,2 \cdot 10^{-17}$?
5. Na valoración de 25,0 mL dunha disolución de ácido clorhídrico gástanse 22,1 mL dunha disolución de hidróxido de potasio 0,100 M.
5.1. Indique a reacción que ten lugar e calcule a molaridade da disolución do ácido.
5.2. Detalle o material e os reactivos necesarios, así como o procedemento para levar a cabo a valoración no laboratorio.

OPCIÓN B

1. 1.1. Ordene de forma crecente a primeira enerxía de ionización de Li, Na e K. Razoe a resposta.
1.2. Identifique o polímero que ten a seguinte estrutura: $\dots\text{CH}_2-(\text{CH}_2)_n-\text{CH}_2\dots$, indicando ademais o nome e a fórmula do monómero de partida.
2. Explique razoadamente se as seguintes afirmacións son verdadeiras ou falsas:
2.1. O tetracloruro de carbono é mellor disolvente para o cloruro de potasio que a auga.
2.2. O cloruro de sodio en estado sólido conduce a electricidade.
3. Para unha disolución acuosa 0,200 M de ácido láctico (ácido 2-hidroxipropanoico), calcule:
3.1. O grao de ionización do ácido en disolución e o pH da mesma.
3.2. Que concentración debe ter unha disolución de ácido benzoico ($\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$) para dar un pH igual ao da disolución de ácido láctico 0,200 M?
4. 4.1. Empregando o método do ión-electrón, axuste as ecuacións iónica e molecular que corresponden a seguinte reacción redox: $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq}) + \text{KBr}(\text{aq}) \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4(\text{aq}) + \text{Br}_2(\text{l}) + \text{SO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
4.2. Calcule o volume de bromo líquido (densidade $2,92 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$) que se obterá ao tratar 90,1 g de bromuro de potasio con cantidade suficiente de ácido sulfúrico.
5. 5.1. Xustifique que reacción terá lugar nunha pila galvánica formada por un eléctrodo de cobre e outro de cinc en condicións estándar, a partir das reaccións que teñen lugar no ánodo e o cátodo. Calcule a forza electromotriz da pila nestas condicións.
5.2. Indique como realizaría a montaxe da pila no laboratorio para facer a comprobación experimental, detallando o material e os reactivos necesarios.
Datos: $K_a(\text{HNO}_2) = 4,5 \cdot 10^{-4}$; $K_a(\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}) = 3,2 \cdot 10^{-4}$; $K_a(\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}) = 6,42 \cdot 10^{-5}$
 $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1} = 8,31 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$; constante de Faraday: $F = 96\,500 \text{ C}\cdot\text{mol}^{-1}$;
 $E^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = +0,34 \text{ V}$; $E^\circ(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = -0,76 \text{ V}$.

Solucións

OPCIÓN A

1. a) Razoa en que grupo e en que período se atopa un elemento cuxa configuración electrónica termina en $4f^{14} 5d^5 6s^2$.
b) Xustifica se a disolución obtida ao disolver NaNO_2 en auga será ácida, neutra ou básica.

(A.B.A.U. ord. 17)

Solución:

Grupo 7, período 6. É un elemento de transición.

Ten dous electróns no nivel 6 de enerxía, polo que o elemento atópase no sexto período.

Ten 5 electróns 5d, polo que se atopa na quinta columna do bloque d, é dicir, no grupo 7. É o renio.

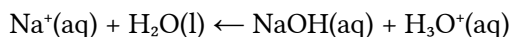
Solución:

b) O nitrito de sodio terá carácter básico.

Ao disolverse o nitrito de sodio (composto iónico), os seus ións solvataranse e separaranse

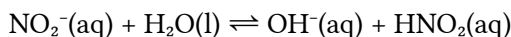


O ión sodio provén dunha base forte (o hidróxido de sodio), e o posible equilibrio.



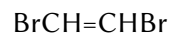
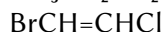
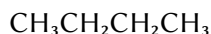
está totalmente desprazado cara á esquerda. Non se hidroliza.

Pero o ión nitrito provén dun ácido débil (o ácido nitroso), e hidrolízase



Este equilibrio produce exceso de ións hidróxido, o que dá á disolución un carácter básico.

2. a) Deduce a xeometría do CCl_4 aplicando a teoría da repulsión de pares electrónicos da capa de valencia.
b) Xustifica cal dos seguintes compostos presenta isomería óptica.



(A.B.A.U. ord. 17)

Solución:

A teoría de repulsión de pares de electróns da capa de valencia (TRPECV) supón que os electróns de valencia, xunto cos dos átomos que forman enlace con el, rodean a un átomo formando parellas, nas que a repulsión entre os electróns de cada parella é pequena, debido a que teñen spin contrario, e só hai que ter en conta a repulsión electrostática clásica entre os pares enlazantes (excepto os π) e entre os pares enlazantes e os pares non enlazantes, de forma que se dispoñan o máis afastados posible.

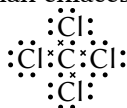
Esta teoría é a que dá unha xustificación máis sinxela dos ángulos de enlace. A repulsión de dous pares dá unha disposición lineal con ángulos de 180° , tres pares dan unha distribución triangular con ángulos de 120° e catro pares diríxense cara aos vértices dun tetraedro con ángulos de $109,5^\circ$.

O átomo central é o carbono, que ten 4 electróns na súa capa de valencia.

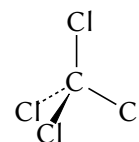
A configuración electrónica do átomo de carbono ($Z = 6$) no estado fundamental é $1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_y^1$, que só ten dous electróns desapareados e só podería formar dous enlaces. Para poder formar catro enlaces, ten que separar («desaparear») os dous electróns $2s^2$, elevando un deles ao orbital 2p baleiro. A configuración electrónica do átomo de carbono excitado é $1s^2 2s^1 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^1$.

O custo de enerxía de excitación compénsase coa enerxía de os enlaces que se van a formar.

Os catro electróns forman enlaces covalentes cos catro átomos de cloro, como se ve no diagrama electrón-punto de Lewis:



Segundo a TRPECV, a xeometría electrónica de 4 pares de electróns é tetraédrica. O átomo de carbono está no centro do tetraedro e os catro átomos de cloro nos vértices. A forma de molécula é tetraédrica, con ángulos Cl–C–Cl de 109,5°.



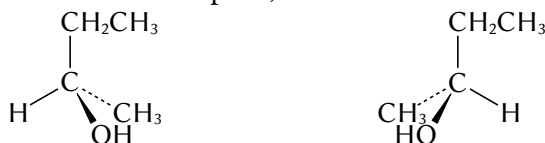
Solución:

b) A isomería óptica preséntana os compostos que teñen algún carbono asimétrico.

O butan-2-ol, $\text{CH}_3-\text{C}(\text{OH})(\text{H})-\text{CH}_2-\text{CH}_3$, ten isomería óptica porque o carbono 2 é asimétrico. Está unido a catro

grupos distintos: hidróxeno (-H), etilo (-CH₂-CH₃), hidroxilo (-OH) e metilo (-CH₃).

Ten dous isómeros ópticos que son imaxes no espello, chamados enantiómeros.



O ácido 2-aminopropanoico, $\text{CH}_3-\text{C}(\text{NH}_2)(\text{H})-\text{COOH}$, ten isomería óptica porque o carbono 2 é asimétrico. Está

unido a catro grupos distintos: hidróxeno (-H), amino (-NH₂), metilo (-CH₃) e carboxilo (-COOH).

Ten dous isómeros ópticos.



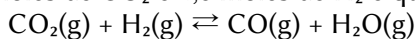
O pentan-2-ol, $\text{CH}_3-\text{C}(\text{OH})(\text{H})-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$, ten isomería óptica porque o carbono 2 é asimétrico. Está unido a

catro grupos distintos: hidróxeno(-H), hidroxilo (-OH), propilo (-CH₂-CH₂-CH₃) e metilo (-CH₃).

Ten dous isómeros ópticos.



3. Nun recipiente de 2,0 L introdúcese 2,1 moles de CO₂ e 1,6 moles de H₂ e quéntase a 1800 °C. Unha vez alcanzado o seguinte equilibrio:



analízase a mestura e atópanse 0,90 moles de CO₂. Calcula:

a) A concentración de cada especie no equilibrio.

b) O valor das constantes K_c e K_p a esa temperatura.

(A.B.A.U. ord. 17)

Rta.: a) $[\text{CO}_2] = 0,45 \text{ mol/dm}^3$; $[\text{H}_2] = 0,20 \text{ mol/dm}^3$; $[\text{CO}] = [\text{H}_2\text{O}] = 0,60 \text{ mol/dm}^3$; b) $K_p = K_c = 4,0$.

Datos

Gas: Volume

Temperatura

Cantidade inicial de CO₂

Cifras significativas: 3

$V = 2,00 \text{ dm}^3$

$T = 1800 \text{ °C} = 2073 \text{ K}$

$n_0(\text{CO}_2) = 2,10 \text{ mol CO}_2$

DatosCantidade inicial de H₂Cantidade de CO₂ no equilibrio**Incógnitas**

Cantidade (moles) de cada compoñente no equilibrio

Constantes de equilibrio

Ecuacións

Concentración da substancia X

Constantes do equilibrio: $a A + b B \rightleftharpoons c C + d D$ **Cifras significativas: 3** $n_0(\text{H}_2) = 1,60 \text{ mol H}_2$ $n_e(\text{CO}_2) = 0,900 \text{ mol CO}_2$ $n_e(\text{H}_2), n_e(\text{CO}), n_e(\text{H}_2\text{O})$ K_c, K_p $[X] = n(X) / V$

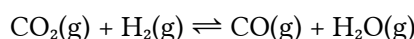
$$K_c = \frac{[C]_e^c \cdot [D]_e^d}{[A]_e^a \cdot [B]_e^b} \quad K_p = \frac{p_e^c(C) \cdot p_e^d(D)}{p_e^a(A) \cdot p_e^b(B)}$$

Solución:

a) Se quedan 0,900 mol dos 2,10 mol que había inicialmente, é que reaccionaron:

$$n_r(\text{CO}_2) = 2,10 - 0,900 = 1,20 \text{ mol CO}_2 \text{ que reaccionaron}$$

Da estequiometría da reacción:

Reaccionaron 1,20 mol de H₂ e formáronse os mesmos de CO e H₂O.

Representamos nun cadro as cantidades (moles) de cada gas en cada fase:

		CO ₂	H ₂	\rightleftharpoons	H ₂ O	CO	
Cantidade inicial	n_0	2,10	1,60		0,0	0,0	mol
Cantidade que reacciona ou se forma	n_r	1,20	1,20		1,20	1,20	mol
Cantidade no equilibrio	n_e	0,90	0,40		1,20	1,20	mol

No equilibrio haberá:

$$n_e(\text{CO}_2) = 0,90 \text{ mol}; n_e(\text{H}_2) = 0,40 \text{ mol}; n_e(\text{CO}) = n_e(\text{H}_2\text{O}) = 1,20 \text{ mol}$$

As concentracións serán:

$$[\text{CO}_2]_e = \frac{n_e(\text{CO}_2)}{V} = \frac{0,90 \text{ mol CO}_2}{2,00 \text{ dm}^3} = 0,45 \text{ mol/dm}^3$$

$$[\text{H}_2]_e = \frac{n_e(\text{H}_2)}{V} = \frac{0,40 \text{ mol H}_2}{2,00 \text{ dm}^3} = 0,20 \text{ mol/dm}^3$$

$$[\text{CO}]_e = [\text{H}_2\text{O}]_e = \frac{n_e(\text{H}_2\text{O})}{V} = \frac{1,20 \text{ mol}}{2,00 \text{ dm}^3} = 0,60 \text{ mol/dm}^3$$

b) A expresión da constante de equilibrio en función das concentracións é:

$$K_c = \frac{[\text{H}_2\text{O}]_e \cdot [\text{CO}]_e}{[\text{H}_2]_e \cdot [\text{CO}_2]_e} = \frac{\frac{1,20 \text{ mol H}_2\text{O}}{2,00 \text{ dm}^3} \cdot \frac{1,20 \text{ mol CO}}{2,00 \text{ dm}^3}}{\frac{0,90 \text{ mol CO}_2}{2,00 \text{ dm}^3} \cdot \frac{0,40 \text{ mol CO}_2}{2,00 \text{ dm}^3}} = 4,0$$

A relación entre K_p e K_c para esta reacción é

$$K_p = \frac{p_e(\text{H}_2\text{O}) \cdot p_e(\text{CO})}{p_e(\text{H}_2) \cdot p_e(\text{CO}_2)} = \frac{\frac{n_e(\text{H}_2\text{O}) \cdot R \cdot T}{V} \cdot \frac{n_e(\text{CO}) \cdot R \cdot T}{V}}{\frac{n_e(\text{H}_2) \cdot R \cdot T}{V} \cdot \frac{n_e(\text{CO}_2) \cdot R \cdot T}{V}} = \frac{[\text{H}_2\text{O}]_e \cdot [\text{CO}]_e}{[\text{H}_2]_e \cdot [\text{CO}_2]_e} = K_c$$

Polo que

$$K_p = K_c = 4,0$$

4. a) Faise pasar durante 2,5 horas unha corrente de 2,0 A a través dunha cela electroquímica que contén unha disolución de SnI_2 . Calcula a masa de estaño metálico depositada no cátodo.
b) Cal é o pH dunha disolución saturada de hidróxido de cinc se a súa K_s a 25 °C é $1,2 \cdot 10^{-17}$?

(A.B.A.U. ord. 17)

Rta.: a) $m(\text{Sn}) = 11 \text{ g}$; b) $\text{pH} = 8,5$.

Datos

Intensidade de corrente eléctrica

Tempo

Faraday (1 mol de electróns)

Masa atómica do estaño

Incógnitas

Masa de estaño depositada

Outros símbolos

Cantidade de sustancia (número de moles)

Cifras significativas: 2

$$I = 2,0 \text{ A}$$

$$t = 2,5 \text{ h} = 9,0 \cdot 10^3 \text{ s}$$

$$F = 9,65 \cdot 10^4 \text{ C}$$

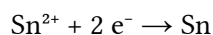
$$M(\text{Sn}) = 119 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{Sn})$$

$$n$$

Solución:

A reacción no cátodo é:



$$n(\text{e}) = 2,0 \text{ A} \cdot 2,5 \text{ h} \cdot 3,6 \cdot 10^3 \text{ s} \frac{1 \text{ mol e}}{9,65 \cdot 10^4 \text{ C}} = 0,19 \text{ mol e}$$

$$m(\text{Sn}) = 0,19 \text{ mol e} \frac{1 \text{ mol Sn}}{2 \text{ mol e}} \frac{119 \text{ g Sn}}{1 \text{ mol Sn}} = 11 \text{ g Sn}$$

b)

Datos

Produto de solubilidade do $\text{Zn}(\text{OH})_2$

Masa molar do hidróxido de cinc

Incógnitas

pH da disolución saturada

Outros símbolos

Concentración (mol/dm^3) de $\text{Zn}(\text{OH})_2$

Ecuacións

Concentración molar (mol/dm^3)

pH

pOH

Produto iónico da auga

Produto de solubilidade do equilibrio: $\text{B}_b\text{A}_a(\text{s}) \rightleftharpoons b \text{ B}^{\beta+}(\text{aq}) + a \text{ A}^{\alpha-}(\text{aq})$

Cifras significativas: 2

$$K_s = 1,2 \cdot 10^{-17}$$

$$M(\text{Zn}(\text{OH})_2) = 99 \text{ g/mol}$$

$$\text{pH}$$

$$s$$

$$s = n / V = s' / M$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$$

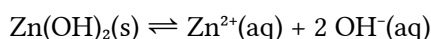
$$\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-]$$

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14$$

$$K_s = [\text{A}^{\alpha-}]^a \cdot [\text{B}^{\beta+}]^b$$

Solución:

a) O equilibrio de solubilidade é



		Zn(OH)_2	\rightleftharpoons	Zn^{2+}	2OH^{-}	
Concentración no equilibrio	$[\text{X}]_e$			s	$2s$	mol/dm^3

A constante de equilibrio K_s é:

$$K_s = [\text{Zn}^{2+}]_e \cdot [\text{OH}^{-}]_e^2 = s (2s)^2 = 4s^3 = 1,2 \cdot 10^{-17}$$

$$s = \sqrt[3]{\frac{K_s}{4}} = \sqrt[3]{\frac{1,2 \cdot 10^{-17}}{4}} = 1,4 \cdot 10^{-6} \text{ mol Zn(OH)}_2/\text{dm}^3 \text{ D}$$

$$\text{pOH} = -\log[\text{OH}^{-}] = -\log[2s] = -\log[2 \cdot 1,4 \cdot 10^{-6}] = 5,5$$

$$\text{pH} = 14,0 - 5,5 = 8,5$$

que é básico.

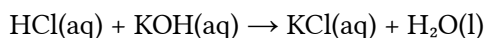
5. Na valoración de 25,0 cm³ dunha disolución de ácido clorhídrico gástanse 22,1 cm³ dunha disolución de hidróxido de potasio de concentración 0,100 mol/dm³.

- Indica a reacción que ten lugar e calcula a concentración molar da disolución do ácido.
- Detalla o material e os reactivos necesarios, así como o procedemento para levar a cabo a valoración no laboratorio.

(A.B.A.U. ord. 17)

Solución:

a) A reacción axustada é



Cálculos: Se se gastaron 22,1 cm³ de disolución de hidróxido de potasio de concentración 0,100 mol/dm³, a cantidade de hidróxido de potasio que reacciona é:

$$n(\text{KOH}) = 22,1 \text{ cm}^3 \text{ D KOH} \frac{0,100 \text{ mol KOH}}{1000 \text{ cm}^3 \text{ D KOH}} = 2,21 \cdot 10^{-3} \text{ mol KOH}$$

A cantidade de ácido clorhídrico que reacciona é:

$$n(\text{HCl}) = 2,21 \cdot 10^{-3} \text{ mol KOH} \frac{1 \text{ mol HCl}}{1 \text{ mol KOH}} = 2,21 \cdot 10^{-3} \text{ mol HCl}$$

E a concentración da disolución de HCl é

$$[\text{HCl}] = \frac{2,21 \cdot 10^{-3} \text{ mol HCl}}{25,0 \text{ cm}^3 \text{ D HCl}} \frac{10^3 \text{ cm}^3}{1,00 \text{ dm}^3} = 0,0884 \text{ mol HCl/dm}^3 \text{ D}$$

Procedemento de valoración: Cunha pipeta de 25 cm³ mídense 25,0 cm³ de disolución de HCl e vértense nun matraz erlenmeyer de 100 cm³. Engádense dúas pingas de azul de bromotimol e a disolución volverase de cor amarela. Énchese unha bureta de 25 cm³ con disolución de KOH de concentración 0,100 mol/dm³ por encima do cero. Ábrese a chave ata que o pico da bureta estea cheo e o nivel en cero. Déixanse caer 20 cm³ sobre o erlenmeyer e axítase. Ábrese a chave da bureta para deixar caer a disolución de KOH en pequenos chorros mentres se imprime un movemento circular ao erlenmeyer ata que a cor do contido do erlenmeyer pase a azul. Anótase o volume de KOH gastado (p. ex. 22,5 cm³) e tírase o contido do erlenmeyer e lávase o matraz. Vólvese a encher a bureta con KOH ata o cero. Mídense outros 25,0 cm³ de HCl coa pipeta, vértense no erlenmeyer (lavado pero non necesariamente seco) e engádense dúas pingas de azul de bromotimol. Colócase o erlenmeyer baixo a bureta e ábrese a chave ata deixar caer case todo o volume medido antes (p. ex. 22,0 cm³). Agora déixase caer o KOH pinga a pinga mentres se fai rotar ao erlenmeyer, ata que o indicador vire de cor. Anótase este valor. Repítese outras dúas veces e tómase como volume correcto o valor medio das medidas que máis se aproximan.

Material: Bureta (1) de 25 cm³ (graduada en 0,1 cm³), pipeta (1) de 25 cm³ con aspirador, matraz erlenmeyer (1) de 100 cm³, disolución de azul de bromotimol.

A bureta é un tubo estreito graduado cunha boca superior algo máis ancha para enchelo e unha chave de paso na parte inferior para poder baleirala.

A pipeta é tamén un tubo estreito que pode ser graduado ou ter unha marca de aforo. Énchese ao aspirar cunha especie de xiringa cando a boca inferior máis estreita está mergullada na disolución.

O matraz erlenmeyer é un recipiente con forma de tronco de cono, coa boca máis estreita que o fondo, para non salpicar ao removelos cun movemento circular.

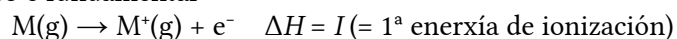
OPCIÓN B

- Ordena de forma crecente a primeira enerxía de ionización de Li, Na e K. Razona a resposta.
 - Identifica o polímero que ten a seguinte estrutura: ...CH₂-(CH₂)_n-CH₂..., indicando ademais o nome e a fórmula do monómero de partida.

(A.B.A.U. ord. 17)

Solución:

A primeira enerxía de ionización é a enerxía necesaria para arrincar o electrón máis externo a un mol de elemento en estado gasoso e fundamental



É unha propiedade periódica. Diminúe a medida que se baixa no grupo, debido ao aumento do raio atómico.

$$I(K) < I(Na) < I(Li)$$

Solución:

- O polímero é o polietileno.

O monómero de partida é o eteno CH₂=CH₂ tamén chamado etileno.

- Explica razoadamente se as seguintes afirmacións son verdadeiras ou falsas:
 - O tetracloruro de carbono é mellor disolvente para o cloruro de potasio que a auga.
 - O cloruro de sodio en estado sólido conduce a electricidade.

(A.B.A.U. ord. 17)

Solución:

a) Falso. O cloruro de potasio é un composto iónico. O mellor disolvente para os compostos iónicos é a auga. As moléculas polares da auga achéganse aos ións da superficie da rede cristalina do KCl arrincándoos da estrutura e rodeándoos de xeito que non poidan volver a ela. Só os compostos iónicos de elevada enerxía de rede son pouco solubles en auga.

b) Falso. Os ións do NaCl ocupan posicións fixas na rede cristalina e non poden desprazarse. Fano só cando a estrutura rompe polos procesos de fusión ou disolución.

- Para unha disolución acuosa de concentración 0,200 mol/dm³ de ácido láctico (ácido 2-hidroxipropoico), calcula:
 - O grao de ionización do ácido en disolución e o pH da mesma.
 - Que concentración debe ter unha disolución de ácido benzoico (C₆H₅COOH) para dar un pH igual ao da disolución de ácido láctico de concentración 0,200 mol/dm³?

$$K_a(\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}) = 3,2 \cdot 10^{-4}; K_a(\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}) = 6,42 \cdot 10^{-5}.$$

(A.B.A.U. ord. 17)

Rta.: a) $\alpha = 3,92 \%$; pH = 2,11; b) [C₆H₅COOH]₀ = 0,965 mol/dm³.

Datos

Concentración de ácido láctico

Constante de acidez do ácido láctico

Constante de acidez do ácido benzoico

Incógnitas

pH da disolución de ácido láctico

Grao de disociación do ácido láctico

Concentración da disolución de ácido benzoico do mesmo pH

Outros símbolosConcentración (mol/dm³) de ácido débil que se disocia

Cantidade de substancia disociada

Cantidade inicial

Concentración da substancia X

Concentración inicial de ácido benzoico

EcuaciónsConstante de acidez do ácido: $H_aA(aq) \rightleftharpoons a H^+(aq) + A^{a-}(aq)$

pH

pOH

Grao de disociación

Cifras significativas: 3 $[C_3H_6O_3]_0 = 0,200 \text{ mol/dm}^3$ $K_a(C_3H_6O_3) = 3,20 \cdot 10^{-4}$ $K_a(C_7H_6O_2) = 6,42 \cdot 10^{-5}$

pH

 α $[C_6H_5COOH]$ x n_d n_0 $[X]$ c_0

$$K_a = \frac{[A^-]_e \cdot [H^+]_e}{[HA]_e}$$

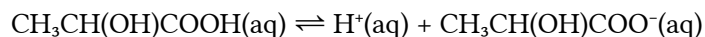
$$pH = -\log[H^+]$$

$$pOH = -\log[OH^-]$$

$$\alpha = \frac{n_d}{n_0} = \frac{[s]_d}{[s]_0}$$

Solución:

a) O ácido láctico é un ácido débil, e disóciase en auga segundo a ecuación:

Chamando x á concentración de ácido que se disocia, pódese escribir:

		$CH_3CH(OH)COOH$	\rightleftharpoons	H^+	$CH_3CH(OH)COO^-$	
$[X]_0$	Concentración inicial	0,200		0	0	mol/dm ³
$[X]_d$	Concentración disociada ou formada	x	\rightarrow	x	x	mol/dm ³
$[X]_e$	Concentración no equilibrio	$0,200 - x$		x	x	mol/dm ³

A constante de equilibrio K_a é:

$$K_a = \frac{[CH_3-CH(OH)-COO^-]_e \cdot [H^+]_e}{[CH_3-CH(OH)-COOH]_e}$$

Substituíndo as concentracións no equilibrio

$$3,20 \cdot 10^{-4} = \frac{x \cdot x}{0,200 - x}$$

Nunha primeira aproximación pódese supoñer que x é desprezable fronte a 0,200 e resolver a ecuación

$$3,20 \cdot 10^{-4} \approx \frac{x^2}{0,200}$$

que dá:

$$x \approx \sqrt{0,200 \cdot 3,20 \cdot 10^{-4}} = 0,00800 \text{ mol/dm}^3$$

Ao calcular o grao de ionización

$$\alpha = \frac{[s]_d}{[s]_0} = \frac{0,00800 \text{ mol/dm}^3}{0,200 \text{ mol/dm}^3} = 0,0400 = 4,00 \%$$

Non é desprezable, polo que habería que resolver a ecuación

$$x^2 + 3,20 \cdot 10^{-4} \cdot x - 6,4 \cdot 10^{-5} = 0$$

$$x = \frac{-3,20 \cdot 10^{-4} \pm \sqrt{(3,20 \cdot 10^{-4})^2 - 4 \cdot 6,40 \cdot 10^{-5}}}{2}$$

A solución positiva é:

$$x = 0,00784$$

O grao de ionización vale:

$$\alpha = \frac{[s]_d}{[s]_0} = \frac{0,00784 \text{ mol/dm}^3}{0,200 \text{ mol/dm}^3} = 0,0392 = 3,92 \%$$

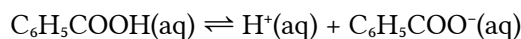
A concentración de ións hidróxeno é:

$$[H^+]_e = x = 0,00784 \text{ mol/dm}^3$$

O pH:

$$\text{pH} = -\log[H^+] = -\log(0,00784) = 2,11$$

b) A disolución de ácido benzoico que ten o mesmo pH terá a mesma concentración de ión hidróxeno, e tamén de ión benzoato, por ser un ácido monoprótico.



$$[\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-]_e = [H^+]_e = 0,00784 \text{ mol/dm}^3$$

Chamando c_0 á concentración inicial de ácido benzoico, pódese escribir:

		$\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$	\rightleftharpoons	H^+	$\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-$	
$[X]_0$	Concentración inicial	c_0		0	0	mol/dm ³
$[X]_d$	Concentración dissociada ou formada	x	\rightarrow	x	x	mol/dm ³
$[X]_e$	Concentración no equilibrio	$c_0 - x$		0,00784	0,00784	mol/dm ³

Vese que

$$x = 0,00784 \text{ mol/dm}^3$$

A constante de equilibrio K_a é:

$$K_a = \frac{[\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-]_e \cdot [H^+]_e}{[\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}]_e}$$

Substituíndo o valor da constante e as concentracións no equilibrio, queda

$$6,42 \cdot 10^{-5} = \frac{0,00784 \cdot 0,00784}{c_0 - 0,00784}$$

Despexando

$$[\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}]_0 = c_0 = 0,965 \text{ mol/dm}^3$$

Análise: O resultado ten sentido, porque como o ácido benzoico é máis débil que o ácido láctico ($K_a(\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}) = 6,42 \cdot 10^{-5} < 3,2 \cdot 10^{-4} = K_a(\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH})$), a súa concentración ten que ser maior que 0,200 mol/dm³ para dar o mesmo pH.

4. a) Empregando o método do ión-electrón, axusta as ecuacións iónica e molecular que corresponden a seguinte reacción redox: $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq}) + \text{KBr}(\text{aq}) \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4(\text{aq}) + \text{Br}_2(\text{l}) + \text{SO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$.
 b) Calcula o volume de bromo líquido (densidade $2,92 \text{ g/cm}^3$) que se obterá ao tratar $90,1 \text{ g}$ de bromuro de potasio con cantidade suficiente de ácido sulfúrico.

(A.B.A.U. ord. 17)

Rta.: a) $(\text{SO}_4)^{2-} + 2 \text{Br}^- + 4 \text{H}^+ \rightarrow \text{SO}_2 + \text{Br}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$; $2 \text{H}_2\text{SO}_4 + 2 \text{KBr} \rightarrow \text{Br}_2 + \text{SO}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 2 \text{H}_2\text{O}$
 b) $V = 20,7 \text{ cm}^3$.

Datos

Masa de bromuro de potasio

Densidade do bromo líquido

Masa molar do bromuro de potasio

Incógnitas

Volume de bromo líquido que se obtén.

Cifras significativas: 3

$m(\text{KBr}) = 90,1 \text{ g}$

$\rho = 2,92 \text{ g/cm}^3$

$M(\text{KBr}) = 119 \text{ g/mol}$

$V(\text{Br}_2)$

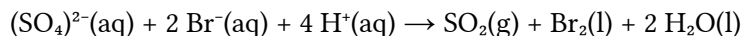
Solución:

a) As semirreaccións iónicas son:

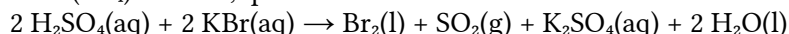
Oxidación: $2 \text{Br}^- \rightarrow \text{Br}_2 + 2 \text{e}^-$

Redución: $(\text{SO}_4)^{2-} + 4 \text{H}^+ + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{SO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$

Sumando, obtense a reacción iónica axustada:



Sumando a cada membro: $(\text{SO}_4)^{2-} + 2 \text{K}^+$, queda:



b)

$$V = 90,1 \text{ g KBr} \frac{1 \text{ mol KBr}}{119 \text{ g KBr}} \frac{1 \text{ mol Br}_2}{2 \text{ mol KBr}} \frac{160 \text{ g Br}_2}{1 \text{ mol Br}_2} \frac{1 \text{ cm}^3 \text{ Br}_2}{2,92 \text{ g Br}_2} = 20,7 \text{ cm}^3 \text{ Br}_2$$

5. a) Xustifica que reacción terá lugar nunha pila galvánica formada por un eléctrodo de cobre e outro de cinc en condicións estándar, a partir das reaccións que teñen lugar no ánodo e o cátodo. Calcula a forza electromotriz da pila nestas condicións.

b) Indica como realizaría a montaxe da pila no laboratorio para facer a comprobación experimental, detallando o material e os reactivos necesarios.

Datos: $E^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = +0,34 \text{ V}$; $E^\circ(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = -0,76 \text{ V}$.

(A.B.A.U. ord. 17)

Solución:

a) Nunha pila galvánica formada por un eléctrodo de cinc e outro de cobre en condicións estándar, a reacción que terá lugar é a oxidación do cinc e a redución do ión cobre(II).

Oxidación: $\text{Zn}(\text{s}) \rightarrow \text{Zn}^{2+}(\text{ac}) + 2 \text{e}^-$ $E^\circ = +0,34 \text{ V}$ (Ánodo -)

Redución: $\text{Cu}^{2+}(\text{ac}) + 2 \text{e}^- \rightarrow 2 \text{Cu}(\text{s})$ $E^\circ = +0,76 \text{ V}$ (Cátodo +)

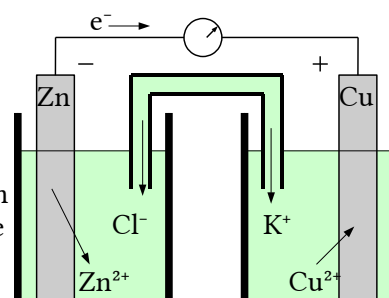
Reacción global: $\text{Zn}(\text{s}) + \text{Cu}^{2+}(\text{ac}) \rightarrow \text{Zn}^{2+}(\text{ac}) + \text{Cu}(\text{s})$ $E^\circ = +1,10 \text{ V}$

O criterio para indicar se unha reacción é espontánea é que a variación de enerxía libre de Gibbs sexa negativa. A reacción é espontánea porque a relación entre a enerxía libre de Gibbs e o potencial de reacción é:

$$\Delta G = -z F E = -2 \cdot F \cdot (+1,10) < 0$$

b) Material: Dous vasos de precipitados de 100 cm^3 , un tubo de vidro en forma de U, un voltímetro de corrente continua, cables e pinzas metálicas. Reactivos: láminas de aluminio e cobre puídas, disolucións de cloruro de cobre(II) de concentración 1 mol/dm^3 e cloruro de cinc de concentración 1 mol/dm^3 . Disolución de cloruro de potasio para a ponte salina.

A montaxe da pila no laboratorio consistiría en dous recipientes, por exemplo dous vasos de precipitados, conectados por unha ponte salina. Un recipiente contería unha solución de cloruro de cobre(II) e un eléctrodo de



cobre metálico, mentres que o outro contería unha solución de cloruro de cinc e un eléctrodo de cinc metálico.

Os dous eléctrodos estarían conectados, mediante cables, a un voltímetro para medir a f.e.m. da pila.

O sentido de circulación dos electróns será desde o polo negativo (ánodo Zn) cara ao polo positivo (cátodo Cu) mentres que os ións fluirán pola ponte salina para manter a neutralidade eléctrica.

Cuestións e problemas das [probos de avaliación do Bacharelato para o acceso á Universidade](#) (A.B.A.U. e P.A.U.) en Galiza.

[Respostas](#) e composición de [Alfonso J. Barbadillo Marán](#).

Algúns cálculos fixéronse cunha [folla de cálculo](#) de [LibreOffice](#) ou [OpenOffice](#) do mesmo autor.

Algunhas ecuacións e as fórmulas orgánicas construíronse coa extensión [CLC09](#) de Charles Lalanne-Cassou.

A tradución ao/desde o galego realizouse coa axuda de [traducindote](#), de Óscar Hermida López.

Procurouse seguir as [recomendacións](#) do *Centro Español de Metrología* (CEM)

Consultouse o chat de BING e y empregáronse algunhas respostas nas cuestións.

Actualizado: 19/07/23

