

## QUÍMICA

**Calificación:** Cuestiones = 2 puntos cada una; problemas: 2 puntos cada uno; práctica: 2 puntos.

### CUESTIONES (Responda SOLAMENTE a DOS de las siguientes cuestiones)

- Indique **justificando la respuesta**, si las siguientes afirmaciones son ciertas o falsas:
  - El ion  $\text{Ba}^{2+}$  tiene configuración de gas noble.
  - El radio del ion  $\text{I}^-$  es mayor que el del átomo de I.
  - La molécula  $\text{CCl}_4$  es apolar.
- Si queremos impedir la hidrólisis que sufre el  $\text{NH}_4\text{Cl}$  en disolución acuosa indique, razonadamente, cuál de los siguientes métodos será el más eficaz:
  - Añadir  $\text{NaCl}$  a la disolución.
  - Añadir  $\text{NH}_3$  a la disolución.
- Nombre los siguientes compuestos orgánicos, indique los grupos funcionales y señale cuáles son los carbonos asimétricos si los hubiese.
  - $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CONH}_2$ .
  - $\text{CH}_3\text{-CHOH-CH}_2\text{-CH}_3$ .

### PROBLEMAS (Responda SOLAMENTE a DOS de los siguientes problemas)

- En un recipiente de 10,0 L se introducen 0,61 moles de  $\text{CO}_2$  y 0,39 moles de  $\text{H}_2$  calentando hasta  $1250^\circ\text{C}$ . Una vez alcanzado el equilibrio según la reacción:  $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$  se analiza la mezcla de gases, encontrándose 0,35 moles de  $\text{CO}_2$ . (a) Calcule los moles de los demás gases en el equilibrio. (b) Calcule el valor de  $K_c$  a esa temperatura.
- Si se disuelven 0,650 g de un ácido orgánico monoprótico de carácter débil de fórmula  $\text{HC}_9\text{H}_7\text{O}_4$  en un vaso con agua hasta completar 250 mL de disolución, indique: (a) el pH de esta disolución, (b) el grado de disociación del ácido. Dato:  $K_a = 3,27 \times 10^{-4}$ .
- (a) Ajuste por el método del ion-electrón la siguiente ecuación química, indicando las semirreacciones correspondientes, la especie que se oxida y la que se reduce:  
 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7(\text{aq}) + \text{FeSO}_4(\text{aq}) + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq}) \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4(\text{aq}) + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3(\text{aq}) + \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$   
(b) ¿Cuántos gramos de sulfato de cromo(III) podrán obtenerse a partir de 5,0 g de dicromato de potasio si el rendimiento de la reacción es del 60 %?

### PRÁCTICAS (Responda SOLAMENTE a UNA de las siguientes prácticas)

- Vertemos en dos tubos de ensayo disoluciones de  $\text{AgNO}_3$ , en uno, y de  $\text{NaCl}$  en el otro. Al mezclar ambas disoluciones se forma instantáneamente un precipitado, que poco a poco, va sedimentando en el fondo del tubo. (a) Escriba la reacción que tiene lugar. (b) Describa el procedimiento, indicando el material necesario, para separar y recoger el precipitado.
- Indique el material y reactivos necesarios y como procedería para construir en el laboratorio una pila con electrodos de cinc y cobre. Haga el dibujo correspondiente e indique las reacciones que se producen, así como el sentido de circulación de los electrones.  
Datos:  $E^\circ(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = -0,76\text{ V}$ ;  $E^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = +0,34\text{ V}$ .

## Soluciones

### CUESTIONES

C1. Indica justificando la respuesta, si las siguientes afirmaciones son ciertas o falsas:

- a) El ion  $\text{Ba}^{2+}$  tiene configuración de gas noble.
- b) El radio del ion  $\text{I}^-$  es mayor que el del átomo de I.
- c) La molécula  $\text{CCl}_4$  es apolar.

(P.A.U. Jun. 08)

**Rta.:** a) Cierto. La configuración del Ba es  $[\text{Xe}] 6s^2$  y la del ion  $\text{Ba}^{2+}$  es la del Xenón.

b) Cierto. Contiene un electrón más que hace que la fuerza de repulsión aumente y la distancia de equilibrio sea mayor que cuando era neutro.

**Rta.:** c) Cierto. Aunque el enlace C – Cl tiene momento dipolar hacia el cloro, más electronegativo, la simetría de la molécula, tetraédrica, hace que la resultante de los momentos dipolares sea nula.

C2. Si queremos impedir la hidrólisis que sufre el  $\text{NH}_4\text{Cl}$  en disolución acuosa indica, razonadamente, cuál de los siguientes métodos será el más eficaz:

- a) Añadir  $\text{NaCl}$  a la disolución.
- b) Añadir  $\text{NH}_3$  a la disolución.

(P.A.U. Jun. 08)

**Solución:** b

El cloruro de amonio es una sal, electrolito, que está totalmente ionizada disuelta en agua.



El ion amonio es el ácido conjugado del amoníaco, que es una base débil. Por tanto el ion amonio reacciona con el agua según el equilibrio de hidrólisis:



La adición del ion cloruro no afecta a este equilibrio, pero sí la de amoníaco, que desplaza el equilibrio hacia la formación de ion amonio. La constante de acidez del equilibrio solo depende de la temperatura y si esta no varía, es constante:

$$K_a = \frac{[\text{NH}_3]_e \cdot [\text{H}^+]_e}{[\text{NH}_4^+]_e}$$

Si añadimos amoníaco, para que  $K_a$  mantenga su valor, ha de disminuir la concentración de iones hidrógeno y aumentar la de iones amonio. El grado de hidrólisis disminuye.

C3. Nombra los siguientes compuestos orgánicos, indique los grupos funcionales y señala cuáles son los carbonos asimétricos si los hubiese.

- a)  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CONH}_2$ .
- b)  $\text{CH}_3\text{-CHOH-CH}_2\text{-CH}_3$ .

(P.A.U. Jun. 08)

**Solución:**

		Nombre	Función	Grupo funcional	Carbono asimétrico
a)	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CONH}_2$	propanamida	amida	carboxamido (-CONH <sub>2</sub> )	ninguno
b)	$\text{CH}_3\text{-CHOH-CH}_2\text{-CH}_3$	butan-2-ol	alcohol	hidroxilo (-OH)	2

El butan-2-ol tiene el carbono (2) asimétrico: 
$$\text{CH}_3 - \underset{\text{H}}{\overset{\text{OH}}{\text{C}}} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$$

Está unido a cuatro grupos distintos: hidrógeno (-H), etilo (-CH<sub>2</sub>-CH<sub>3</sub>), hidroxilo (-OH), y metilo (-CH<sub>3</sub>). Tiene dos isómeros ópticos.

## PROBLEMAS

P1. En un recipiente de 10,0 dm<sup>3</sup> se introducen 0,61 moles de CO<sub>2</sub> y 0,39 moles de H<sub>2</sub> calentando hasta 1250 °C. Una vez alcanzado el equilibrio según la reacción: CO<sub>2</sub>(g) + H<sub>2</sub>(g) ⇌ CO(g) + H<sub>2</sub>O(g) se analiza la mezcla de gases, encontrándose 0,35 moles de CO<sub>2</sub>.

- Calcula los moles de los demás gases en el equilibrio.
- Calcula el valor de K<sub>c</sub> a esa temperatura.

(P.A.U. Jun. 08)

**Rta.:** a) n<sub>e</sub>(CO<sub>2</sub>) = 0,35 mol; n<sub>e</sub>(H<sub>2</sub>) = 0,13 mol; n<sub>e</sub>(CO) = n<sub>e</sub>(H<sub>2</sub>O) = 0,26 mol; b) K<sub>c</sub> = 1,5.

### Datos

Gas: Volumen

Temperatura

Cantidad inicial de CO<sub>2</sub>

Cantidad inicial de H<sub>2</sub>

Cantidad de CO<sub>2</sub> en el equilibrio

### Incógnitas

Cantidad (moles) de cada componente en el equilibrio

Constante de equilibrio

### Ecuaciones

Concentración de la sustancia X

Constante del equilibrio:  $a A + b B \rightleftharpoons c C + d D$

### Cifras significativas: 2

V = 10,0 dm<sup>3</sup>

T = 1250 °C = 1523 K

n<sub>0</sub>(CO<sub>2</sub>) = 0,61 mol CO<sub>2</sub>

n<sub>0</sub>(H<sub>2</sub>) = 0,39 mol H<sub>2</sub>

n<sub>e</sub>(CO<sub>2</sub>) = 0,35 mol CO<sub>2</sub>

n<sub>e</sub>(H<sub>2</sub>), n<sub>e</sub>(CO), n<sub>e</sub>(H<sub>2</sub>O)

K<sub>c</sub>

$[X] = n(X) / V$

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

### Solución:

a) Si quedan 0,35 mol de los 0,61 mol que había inicialmente, es que han reaccionado:

$$n_r(\text{CO}_2) = 0,61 - 0,35 = 0,26 \text{ mol CO}_2 \text{ que han reaccionado}$$

De la estequiometría de la reacción:



han reaccionado 0,26 mol de H<sub>2</sub> y se han formado los mismos de CO y H<sub>2</sub>O.

Representamos en un cuadro las cantidades (moles) de cada gas en cada fase:

		CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	⇌	H <sub>2</sub> O	CO	
Cantidad inicial	n <sub>0</sub>	0,61	0,39		0,0	0,0	mol
Cantidad que reacciona o se forma	n <sub>r</sub>	0,26	0,26		0,26	0,26	mol
Cantidad en el equilibrio	n <sub>e</sub>	0,35	0,13		0,26	0,26	mol

En el equilibrio habrá:

$$n_e(\text{CO}_2) = 0,35 \text{ mol}; n_e(\text{H}_2) = 0,13 \text{ mol}; n_e(\text{CO}) = n_e(\text{H}_2\text{O}) = 0,26 \text{ mol}$$

b) La expresión de la constante de equilibrio en función de las concentraciones es:

$$K_c = \frac{[\text{H}_2\text{O}]_e \cdot [\text{CO}]_e}{[\text{H}_2]_e \cdot [\text{CO}_2]_e} = \frac{\frac{0,26 \text{ mol H}_2\text{O}}{10 \text{ dm}^3} \cdot \frac{0,26 \text{ mol CO}}{10 \text{ dm}^3}}{\frac{0,35 \text{ mol CO}_2}{10 \text{ dm}^3} \cdot \frac{0,13 \text{ mol CO}_2}{10 \text{ dm}^3}} = 1,5$$

P2. Si se disuelven 0,650 g de un ácido orgánico monoprótico de carácter débil de fórmula  $\text{HC}_9\text{H}_7\text{O}_4$  en un vaso con agua hasta completar 250 mL de disolución, indica:

- a) El pH de esta disolución.  
b) El grado de disociación del ácido.

Dato:  $K_a = 3,27 \times 10^{-4}$ .

**Rta.:** a) pH = 2,70; b)  $\alpha = 14,0 \%$ .

(P.A.U. Jun. 08)



**Datos**

Masa de ácido  $\text{HC}_9\text{H}_7\text{O}_4$

Volume de disolución

Constante de acidez

Masa molar do ácido  $\text{HC}_9\text{H}_7\text{O}_4$

**Cifras significativas: 3**

$m = 0,650 \text{ g}$

$V = 250 \text{ cm}^3 = 0,250 \text{ dm}^3$

$K_a = 3,27 \cdot 10^{-4}$

$M(\text{HC}_9\text{H}_7\text{O}_4) = 180 \text{ g/mol}$

**Incógnitas**

pH da disolución

Grao de disociación

pH

$\alpha$

**Outros símbolos**

Concentración (mol/dm<sup>3</sup>) de ácido débil que se disocia

Cantidade de substancia disociada

Cantidade inicial

Concentración da substancia X

$x$

$n_d$

$n_0$

[X]

**Ecuacións**

Constante de acidez do ácido:  $\text{H}_a\text{A}(\text{aq}) \rightleftharpoons a \text{H}^+(\text{aq}) + \text{A}^{a-}(\text{aq})$

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

pH

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

pOH

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

Grao de disociación

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

**Solución:**

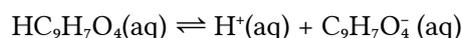
a) A cantidade de ácido que hai en 250 cm<sup>3</sup> de disolución é:

$$n_0(\text{HC}_9\text{H}_7\text{O}_4) = 0,650 \text{ g HC}_9\text{H}_7\text{O}_4 \frac{1 \text{ mol HC}_9\text{H}_7\text{O}_4}{180 \text{ g HC}_9\text{H}_7\text{O}_4} = 3,61 \cdot 10^{-3} \text{ mol HC}_9\text{H}_7\text{O}_4$$

polo que a concentración da disolución é:

$$[\text{HC}_9\text{H}_7\text{O}_4]_0 = \frac{3,61 \cdot 10^{-3} \text{ mol HC}_9\text{H}_7\text{O}_4}{0,250 \text{ dm}^3} = 0,0144 \text{ mol/dm}^3$$

Como é un ácido débil monoprótico, disóciase en auga segundo a ecuación:



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

		$\text{HC}_9\text{H}_7\text{O}_4$	$\rightleftharpoons$	$\text{H}^+$	$\text{C}_9\text{H}_7\text{O}_4^-$	
[X] <sub>0</sub>	Concentración inicial	0,0144		0	0	mol/dm <sup>3</sup>
[X] <sub>d</sub>	Concentración disociada ou formada	$x$	$\rightarrow$	$x$	$x$	mol/dm <sup>3</sup>
[X] <sub>e</sub>	Concentración no equilibrio	$0,0144 - x$		$x$	$x$	mol/dm <sup>3</sup>

A constante de equilibrio  $K_a$  é:

$$K_a = \frac{[C_9H_7O_4]_e \cdot [H^+]_e}{[HC_9H_7O_4]_e}$$

Substituíndo as concentracións no equilibrio

$$3,27 \cdot 10^{-4} = \frac{x \cdot x}{0,014 - x}$$

Nunha primeira aproximación pódese supoñer que  $x$  é desprezable fronte a 0,0144 e resolver a ecuación

$$3,27 \cdot 10^{-4} \approx \frac{x^2}{0,014 - x}$$

que dá:

$$x \approx \sqrt{0,014 - 43,27 \cdot 10^{-4}} = 2,17 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$$

Pero ao calcular o grao de disociación

$$\alpha = \frac{[s]_d}{[s]_0} = \frac{2,17 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3}{0,0144 \text{ mol/dm}^3} = 0,15 = 15 \%$$

vese que non é desprezable polo que hai que resolver a ecuación de segundo grao

$$x^2 + 3,27 \cdot 10^{-4} x - 4,72 \cdot 10^{-6} = 0$$

$$x = 2,02 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$$

Calcúlase o pH:

$$\text{pH} = -\log[H^+] = -\log(2,02 \cdot 10^{-3}) = 2,70$$

b) O grao de disociación, corrixida a concentración, é

$$\alpha = \frac{[s]_d}{[s]_0} = \frac{2,02 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3}{0,144 \text{ mol/dm}^3} = 0,140 = 14,0 \%$$

P3. a) Ajusta por el método del ion-electrón la siguiente ecuación química, indicando las semirreacciones correspondientes, la especie que se oxida y la que se reduce:



b) ¿Cuántos gramos de sulfato de cromo(III) podrán obtenerse a partir de 5,0 g de dicromato de potasio si el rendimiento de la reacción es del 60 %?

(P.A.U. Jun. 08)

**Rta.:** a)  $K_2Cr_2O_7 + 6 FeSO_4 + 7 H_2SO_4 \rightarrow K_2SO_4 + Cr_2(SO_4)_3 + 3 Fe_2(SO_4)_3 + 7 H_2O$ ; b)  $m = 4,00 \text{ g}$ .

#### Datos

Masa de dicromato de potasio

Rendimiento de la reacción

Masa molar: Dicromato de potasio

Sulfato de cromo(III)

#### Cifras significativas: 3

$$m(K_2Cr_2O_7) = 5,00 \text{ g}$$

$$r = 60,0 \%$$

$$M(K_2Cr_2O_7) = 294 \text{ g/mol}$$

$$M(Cr_2(SO_4)_3) = 392 \text{ g/mol}$$

#### Incógnitas

Masa de  $Cr_2(SO_4)_3$  que se obtiene con un rendimiento del 60 %

$m$

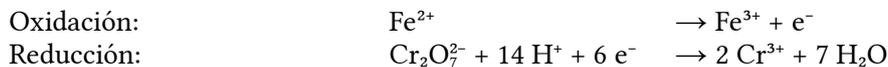
#### Otros símbolos

Cantidad de sustancia (número de moles)

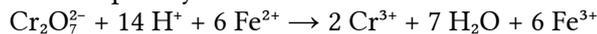
$n$

#### Solución:

a) Las semirreacciones iónicas son:



Multiplicando la primera semirreacción por 6 y sumando se obtiene la reacción iónica ajustada:



Sumando  $2 \text{K}^+$  y  $7 \text{SO}_4^{2-}$  a cada lado de la ecuación y juntando los iones de signos opuestos se obtiene la reacción global:



b) La cantidad de dicromato de potasio que hay en 5,00 g es:

$$n(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = 5,00 \text{ g K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \frac{1 \text{ mol K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7}{294 \text{ g K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7} = 0,017 \text{ mol K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$$

Cada mol de dicromato de potasio produciría un mol de sulfato de cromo(III) si el rendimiento fuese del 100 %. Pero como es del 60,0 %, la cantidad de sulfato de cromo(III) obtenida será:

$$n(\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3) = 0,017 \text{ mol K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \frac{1 \text{ mol Cr}_2(\text{SO}_4)_3}{1 \text{ mol K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7} \frac{60,0 \text{ mol obtenidos}}{100 \text{ mol esperados}} = 0,010 \text{ mol Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \text{ obt.}$$

La masa obtenida es:

$$m(\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3) = 0,010 \text{ mol Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \frac{392 \text{ g Cr}_2(\text{SO}_4)_3}{1 \text{ mol Cr}_2(\text{SO}_4)_3} = 4,00 \text{ g Cr}_2(\text{SO}_4)_3$$

## PRÁCTICAS

L1. Vertemos en dos tubos de ensayo disoluciones de  $\text{AgNO}_3$ , en uno, y de  $\text{NaCl}$  en el otro. Al mezclar ambas disoluciones se forma instantáneamente un precipitado, que poco a poco, va sedimentando en el fondo del tubo.

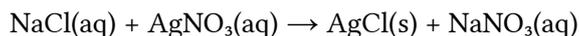
a) Escribe la reacción que tiene lugar.

b) Describe el procedimiento, indicando el material necesario, para separar y recoger el precipitado.

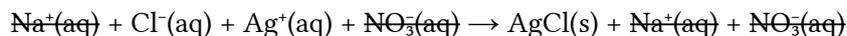
(P.A.U. Jun. 08)

### Solución:

La reacción es:



Si solo escribimos la reacción iónica que tiene lugar, será:



El precipitado es cloruro de plata, compuesto muy poco soluble en agua.

### Procedimiento

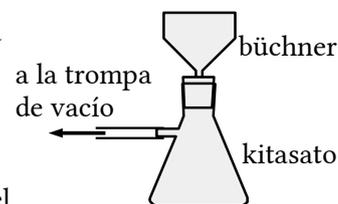
Para separar el precipitado, se coloca un papel de filtro circular en un embudo büchner ajustándolo para no dejar orificios libres y se humedece con agua para que quede adherido.

Se ajusta el embudo büchner sobre uno matraz kitasato y el vástago lateral del kitasato se conecta a una trompa de vacío.

Se abre la llave y se vierte el contenido del vaso (precipitado y líquido sobrenadante) en el embudo. Se echa más agua sobre el precipitado que aún queda en el vaso para llevarlo al embudo.

Cuando ya no gotee más agua en el interior del kitasato, se desencaja el embudo y se cierra la llave.

Se quita el papel de filtro y se deja a secar un día o dos.



L2. Indica el material y reactivos necesarios y como procedería para construir en el laboratorio una pila con electrodos de cinc y cobre. Haz el dibujo correspondiente e indica las reacciones que se producen, así como el sentido de circulación de los electrones.

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

(P.A.U. Jun. 08)

### Solución:

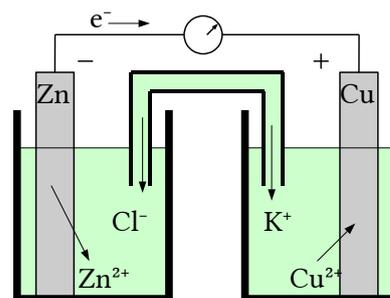
Material: Vasos de precipitados de 100 cm<sup>3</sup> (2), tubo en U, cables con pinzas, voltímetro.

Reactivos: láminas de cobre y cinc pulidas, disoluciones de sulfato de cinc de concentración 1 mol/dm<sup>3</sup> y sulfato de cobre(II) de concentración 1 mol/dm<sup>3</sup>. Disolución de cloruro de potasio para el puente salino.

(Cátodo +) reducción:  $\text{Cu}^{2+} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Cu} \quad E^\circ = 0,34 \text{ V}$

(Ánodo -) oxidación:  $\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2 \text{e}^- \quad E^\circ = 0,76 \text{ V}$

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



Los electrones circulan del polo negativo (ánodo Zn) al polo positivo (cátodo Cu)

Cuestiones y problemas de las [Pruebas de acceso a la Universidad](#) (P.A.U.) en Galicia.

[Respuestas](#) y composición de [Alfonso J. Barbadillo Marán](#).

Algunos cálculos se hicieron con una [hoja de cálculo](#) OpenOffice (o LibreOffice) del mismo autor.

Algunas ecuaciones y las fórmulas orgánicas se construyeron con la extensión [CLC09](#) de Charles Lalanne-Cassou.

La traducción al/desde el gallego se realizó con la ayuda de [traducindote](#), de Óscar Hermida López.

Se procuró seguir las [recomendaciones](#) del Centro Español de Metrología (CEM)

Actualizado: 20/03/22