

## QUÍMICA

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

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

- Justificar, **razonadamente**, si son ciertas las siguientes afirmaciones:  
(a) La molécula de acetileno ( $C_2H_2$ ) presenta hibridación  $sp^2$ .  
(b) El agua tiene un punto de ebullición anormalmente alto comparado con el que presentan los hidruros de los otros elementos de su grupo, por ejemplo el sulfuro de hidrógeno.
- Se dispone de una disolución saturada de cloruro de plata en agua. Indique **razonadamente**, que sucedería si a esta disolución: (a) se le añaden 2 g de NaCl; (b) se le añaden 10 mL de agua.
- (a) De las siguientes fórmulas moleculares, indique la que pueda corresponder a un éster, a una amida, a una cetona y a un éter:  $C_3H_8O$                        $C_3H_6O_2$                        $C_2H_5ON$                        $C_4H_8O$ .  
(b) Indique los átomos de carbono asimétricos que tiene el 2-aminobutano.  
Razone las respuestas.

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

- En un recipiente de 5 L se introducen 1,0 mol de  $SO_2$  y 1,0 mol de  $O_2$  y se calienta a  $727^\circ C$ , produciéndose la siguiente reacción:  $2 SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2 SO_3(g)$ . Una vez alcanzado el equilibrio, se analiza la mezcla encontrando que hay 0,15 moles de  $SO_2$ .  
Calcule: (a) los gramos de  $SO_3$  que se forman; (b) el valor de la constante de equilibrio  $K_c$ .
- El ion antimonio(III) se puede valorar en medio ácido oxidándolo a ion antimonio(V) empleando una disolución de ion bromato que se convierte en ion bromuro. Para valorar 25,0 mL de una disolución de cloruro de antimonio(III) se gastan 30,4 mL de una disolución 0,102 M de bromato de potasio. (a) Ajuste la ecuación iónica redox, indicando las semirreacciones de oxidación y reducción. (b) ¿Cuál es la molaridad de la disolución de cloruro de antimonio(III)?
- Para una disolución acuosa de ácido acético [ácido etanoico] 0,10 M, calcule:  
(a) La concentración de ion acetato [ion etanoato].  
(b) El pH y el grado de disociación.  
Dato:  $K_a = 1,80 \times 10^{-5}$ .

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

- (a) Explique como construiría en el laboratorio una pila empleando un electrodo de cinc y otro de cobre. (b) Indique las reacciones en el cátodo y ánodo y el  $E^\circ$  de la pila.  
Datos:  $E^\circ(Cu^{2+}/Cu) = +0,34 V$ ;  $E^\circ(Zn^{2+}/Zn) = -0,76 V$ .
- Se mezclan 25,0 mL de una disolución 0,02 M de  $CaCl_2$  y 25,0 mL de una disolución 0,03 M de  $Na_2CO_3$ . (a) Indique el precipitado que se obtiene y la reacción química que tiene lugar. (b) Describa el material y el procedimiento empleado para su separación.

## Soluciones

### CUESTIONES

C1. Justifica, razonadamente, si son ciertas las siguientes afirmaciones:

- La molécula de acetileno ( $C_2H_2$ ) presenta hibridación  $sp^2$ .
- El agua tiene un punto de ebullición anormalmente alto comparado con el que presentan los hidruros de los otros elementos de su grupo, por ejemplo el sulfuro de hidrógeno.

(P.A.U. Sep. 08)

**Rta.:** a) Falso. Cada átomo de carbono está unido a solo dos átomos (un C y un H). Para formar dos orbitales híbridos solo se combina el orbital s con un orbital p para dar lugar a dos híbridos sp. Los orbitales p que no se hibridan se usan para formar los dos enlaces  $\pi$  del enlace triple.

**Rta.:** b) Las moléculas de agua están unidas por puentes de hidrógeno que son fuerzas de mayor intensidad que las de dipolo-dipolo (que también están presentes en el agua) y que las de Van der Waals, ya que el agua contiene átomos de hidrógenos unidos a un elemento electronegativo del segundo período (el oxígeno) y la molécula de agua es polar.

C2. Se dispone de una disolución saturada de cloruro de plata en agua. Indica razonadamente, que sucedería si a esta disolución:

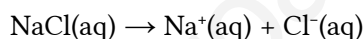
- Se le añaden 2 g de NaCl.
- Se le añaden 10  $cm^3$  de agua.

(P.A.U. Sep. 08)

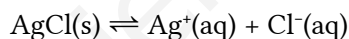
#### Solución:

a) La solubilidad disminuiría por el efecto del ion común.

El cloruro de sodio es un electrolito fuerte que, en disoluciones diluidas, está totalmente disociado.



El cloruro de plata es una sal poco soluble. El sólido se encuentra en equilibrio con los iones disueltos



Al añadir NaCl, que se disuelve totalmente, el equilibrio se desplaza, siguiendo la ley de Le Chatelier, en el sentido de consumir el ion cloruro extra y de formar mayor cantidad de precipitado, dejando menos iones plata en la disolución.

Si no había sólido en equilibrio con la disolución saturada, se formaría un precipitado de cloruro de plata.

b) Si hay sólido en equilibrio con la disolución saturada, parte del sólido se disuelve hasta alcanzar el nuevo equilibrio. La solubilidad se mantendría, pero se disolvería más cantidad del cloruro de plata sólido, ya que al haber más volumen de disolución, habría más cantidad de soluto disuelto.

Si no hay sólido en equilibrio con la disolución saturada, la concentración de la disolución disminuiría.

C3. a) De las siguientes fórmulas moleculares, indique la que pueda corresponder a un éster, a una amida, a una cetona y a un éter:  $C_3H_8O$        $C_3H_6O_2$        $C_2H_5ON$        $C_4H_8O$ .

b) Indica los átomos de carbono asimétricos que tiene el 2-aminobutano.

Razona las respuestas.

(P.A.U. Sep. 08)

#### Solución:

a) Un éster es una función que contiene el grupo acilo ( $-COO-$ ), y tiene, por tanto, dos oxígenos. Solo podría ser el  $C_3H_6O_2$ . Un ejemplo sería:  $CH_3-COO-CH_3$  etanoato de metilo

Una amida contiene el grupo carboxamido ( $-CONH_2$ ), contiene un oxígeno y un nitrógeno. Solo podría ser el  $C_2H_5ON$ . Un ejemplo sería:  $CH_3-CONH_2$  etanamida.

Una cetona contiene un grupo carbonilo ( $-CO-$ ), en el que el oxígeno está unido al carbono por un doble enlace, por lo que tiene dos hidrógenos menos que un compuesto saturado. Para un compuesto con  $n$  C y solo O como heteroátomo, el número de hidrógenos que corresponde a un compuesto lineal saturado sería

$2n + 2$ . Por cada enlace extra (doble o parte de un triple) habría dos hidrógenos menos. El  $C_3H_8O$  tiene el número de hidrógenos de un compuesto saturado, por lo que no puede ser una cetona, pero sí el  $C_4H_8O$ , que sería:

$CH_3-CO-CH_2-CH_3$ : butanona.

Un éter contiene dos cadenas unidas a un oxígeno y es saturado. El  $C_3H_8O$  puede ser el:

$CH_3-O-CH_2-CH_3$ ; etilmetiléter.

b) La fórmula del 2-aminobutano (1-metilpropilamina) es:  $CH_3-\overset{\overset{NH_2}{|}}{C}-CH_2-CH_3$ .

Tiene isomería óptica porque el carbono 2 es asimétrico.

Está unido a cuatro grupos distintos: hidrógeno (-H), etilo ( $-CH_2-CH_3$ ), amino ( $-NH_2$ ) y metilo ( $-CH_3$ ).

## PROBLEMAS

P1. En un recipiente de 5 L se introducen 1,0 mol de  $SO_2$  y 1,0 mol de  $O_2$  y se calienta a  $727^\circ C$ , produciéndose la siguiente reacción:  $2 SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2 SO_3(g)$ . Una vez alcanzado el equilibrio, se analiza la mezcla encontrando que hay 0,15 moles de  $SO_2$ . Calcula:

- Los gramos de  $SO_3$  que se forman.
- El valor de la constante de equilibrio  $K_c$ .

(P.A.U. Sep. 08)

**Rta.:** a)  $m = 68$  g  $SO_3$ ; b)  $K_c = 280$ .

### Datos

Gas: Volumen

Temperatura

Cantidad inicial de  $SO_2$

Cantidad inicial de  $O_2$

Cantidad de  $SO_2$  en el equilibrio

Masa molar del trióxido de azufre

### Incógnitas

Masa de  $SO_3$  que se forma

Constante de equilibrio

### Ecuaciones

Cantidad (número de moles)

Concentración de la sustancia X

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

### Cifras significativas: 3

$V = 5,00$  dm<sup>3</sup>

$T = 727^\circ C = 1000$  K

$n_0(SO_2) = 1,00$  mol  $SO_2$

$n_0(O_2) = 1,00$  mol  $O_2$

$n_e(SO_2) = 0,150$  mol  $SO_2$

$M(SO_3) = 80,0$  g/mol

$m_e(SO_3)$

$K_c$

$n = m / M$

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

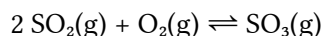
$K_c = \frac{[C]_e^c \cdot [D]_e^d}{[A]_e^a \cdot [B]_e^b}$

### Solución:

a) Si quedan 0,15 mol del 1,00 mol que había inicialmente, es que han reaccionado:

$$n_r(SO_2) = 1,00 - 0,15 = 0,85 \text{ mol } SO_2 \text{ que han reaccionado}$$

De la estequiometría de la reacción:



han reaccionado  $0,85 / 2 = 0,43$  mol de  $O_2$  y se han formado 0,85 mol  $SO_3$

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

		2 SO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	⇌	2 SO <sub>3</sub>	
Cantidad inicial	n <sub>o</sub>	1,00	1,00		0,00	mol
Cantidad que reacciona o se forma	n <sub>r</sub>	0,85	0,43	→	0,85	mol
Cantidad en el equilibrio	n <sub>e</sub>	0,15	0,57		0,85	mol

En el equilibrio habrá:

$$n_e(\text{SO}_2) = 0,15 \text{ mol}; n_e(\text{O}_2) = 0,57 \text{ mol}; n_e(\text{SO}_3) = 0,85 \text{ mol}$$

y la masa de SO<sub>3</sub> será:

$$m_e(\text{SO}_3) = 0,85 \text{ mol} \cdot 80 \text{ g/mol} = 68 \text{ g SO}_3 \text{ en el equilibrio}$$

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

$$K_c = \frac{[\text{SO}_3]_e^2}{[\text{O}_2]_e \cdot [\text{SO}_2]_e^2} = \frac{\left(\frac{0,85 \text{ mol SO}_3}{5,0 \text{ dm}^3}\right)^2}{\frac{0,57 \text{ mol O}_2}{5,0 \text{ dm}^3} \left(\frac{0,15 \text{ mol SO}_2}{5,0 \text{ dm}^3}\right)^2} = 280$$

P2. El ion antimonio(III) se puede valorar en medio ácido oxidándolo a ion antimonio(V) empleando una disolución de ion bromato que se convierte en ion bromuro. Para valorar 25,0 cm<sup>3</sup> de una disolución de cloruro de antimonio(III) se gastan 30,4 mL de una disolución de concentración 0,102 mol/dm<sup>3</sup> de bromato de potasio.

- a) Ajusta la ecuación iónica redox, indicando las semirreacciones de oxidación y reducción.  
b) ¿Cuál es la molaridad de la disolución de cloruro de antimonio(III)?

(P.A.U. Sep. 08)

**Rta.:** a)  $\text{BrO}_3^-(\text{aq}) + 6 \text{H}^+(\text{aq}) + 3 \text{Sb}^{3+}(\text{aq}) \rightarrow 3 \text{Sb}^{5+}(\text{aq}) + \text{Br}^-(\text{aq}) + 3 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ ; b)  $[\text{SbCl}_3] = 0,372 \text{ mol/dm}^3$ .

#### Datos

Volumen de disolución de SbCl<sub>3</sub>

Volumen de disolución de KBrO<sub>3</sub>

Concentración de la disolución de KBrO<sub>3</sub>

#### Incógnitas

Concentración de la disolución de SbCl<sub>3</sub>

#### Cifras significativas: 3

$$V_1 = 25,0 \text{ cm}^3 = 25,0 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3$$

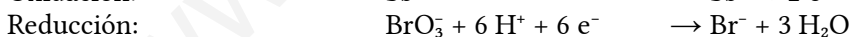
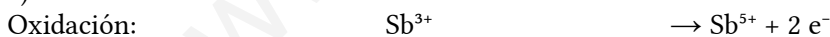
$$V_2 = 30,4 \text{ cm}^3 = 30,4 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3$$

$$[\text{KBrO}_3] = 0,102 \text{ mol/dm}^3$$

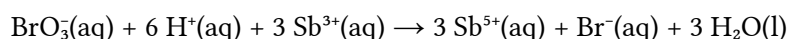
$$[\text{SbCl}_3]$$

#### Solución:

a) Las semirreacciones iónicas son:



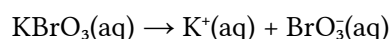
Multiplicando la primera por 3 y sumando, se obtiene la reacción iónica ajustada.



b) La cantidad de bromato de potasio consumida en la valoración es:

$$n(\text{KBrO}_3) = 30,4 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3 \text{ D KBrO}_3 \frac{0,102 \text{ mol KBrO}_3}{1 \text{ dm}^3 \text{ D KBrO}_3} = 3,10 \cdot 10^{-3} \text{ mol KBrO}_3$$

Como el bromato de potasio es un electrolito fuerte, está totalmente disociado:



Por tanto, la cantidad del ion bromato es la misma que la del bromato de potasio.

$$n(\text{BrO}_3^-) = n(\text{KBrO}_3) = 3,10 \cdot 10^{-3} \text{ mol BrO}_3^-$$

La cantidad de ion antimonio(III) consumida en la valoración es:

$$n(\text{Sb}^{3+}) = 3,10 \cdot 10^{-3} \text{ mol BrO}_3^- \frac{3 \text{ mol Sb}^{3+}}{1 \text{ mol BrO}_3^-} = 9,30 \cdot 10^{-3} \text{ mol Sb}^{3+}$$

Suponiendo que el cloruro de antimonio(III) está totalmente disociado, todo el ion antimonio(III) procede de él, y la cantidad de cloruro de antimonio presente en los 25,0 cm<sup>3</sup> de disolución es:

$$n(\text{SbCl}_3) = n(\text{Sb}^{3+}) = 9,30 \cdot 10^{-3} \text{ mol SbCl}_3$$

La concentración de la disolución es:

$$[\text{SbCl}_3] = \frac{9,30 \cdot 10^{-3} \text{ mol SbCl}_3}{25,0 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3 \text{ D SbCl}_3} = 0,372 \text{ mol SbCl}_3/\text{dm}^3 \text{ D}$$

P3. Para una disolución acuosa de ácido acético [ácido etanoico] de concentración 0,10 mol/dm<sup>3</sup>, calcula:

a) La concentración de ion acetato [ion etanoato].

b) El pH y el grado de disociación.

Dato:  $K_a = 1,80 \times 10^{-5}$ .

**Rta.:** a)  $[\text{CH}_3\text{-COO}^-]_e = 0,099 \text{ mol/dm}^3$ ; b) pH = 2,88;  $\alpha = 1,33 \%$ .

(P.A.U. Sep. 08)



#### Datos

Concentración de ácido acético

Constante de acidez

#### Incógnitas

Concentración de ion acetato

pH de la disolución

Grado de disociación

#### Otros símbolos

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

Cantidad de sustancia disociada

Cantidad inicial

Concentración de la sustancia X

#### Ecuaciones

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

pH

pOH

Grado de disociación

#### Cifras significativas: 3

$[\text{CH}_3\text{-COOH}]_o = 0,100 \text{ mol/dm}^3$

$K_a = 1,80 \cdot 10^{-5}$

$[\text{CH}_3\text{-COO}^-]_e$

pH

$\alpha$

$x$

$n_d$

$n_o$

$[\text{X}]$

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

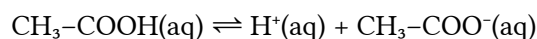
$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$$

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

$$\alpha = \frac{n_d}{n_o} = \frac{[\text{s}]_d}{[\text{s}]_o}$$

#### Solución:

a) El ácido acético es un ácido débil, y se disocia en agua según la ecuación:



Llamando  $x$  a la concentración de ácido que se disocia, se puede escribir:

		$\text{CH}_3\text{-COOH}$	$\rightleftharpoons$	$\text{H}^+$	$\text{CH}_3\text{-COO}^-$	
$[\text{X}]_o$	Concentración inicial	0,100		0	0	mol/dm <sup>3</sup>
$[\text{X}]_d$	Concentración disociada o formada	$x$	$\rightarrow$	$x$	$x$	mol/dm <sup>3</sup>
$[\text{X}]_e$	Concentración en el equilibrio	$0,100 - x$		$x$	$x$	mol/dm <sup>3</sup>

La constante de equilibrio  $K_a$  es:

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{-COO}^-]_e \cdot [\text{H}^+]_e}{[\text{CH}_3\text{-COOH}]_e}$$

Sustituyendo las concentraciones en el equilibrio

$$1,80 \cdot 10^{-5} = \frac{x \cdot x}{0,100 - x}$$

En una primera aproximación se puede suponer que  $x$  es despreciable frente a 0,100 y resolver la ecuación

$$1,80 \cdot 10^{-5} \approx \frac{x^2}{0,100}$$

que da:

$$x \approx \sqrt{0,100 \cdot 1,80 \cdot 10^{-5}} = 1,33 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$$

Al calcular el grado de disociación

$$\alpha = \frac{[s]_d}{[s]_0} = \frac{1,33 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3}{0,100 \text{ mol/dm}^3} = 0,013 \approx 1,33 \%$$

se ve que es despreciable por lo que la solución es aceptable.


$$[\text{H}^+]_e = [\text{CH}_3\text{-COO}^-]_e = x = 0,00133 \text{ mol/dm}^3$$

$$[\text{CH}_3\text{COOH}]_e = 0,100 - 0,00133 = 0,099 \text{ mol/dm}^3$$


b) Se calcula el pH:

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+] = -\log(1,33 \cdot 10^{-3}) = 2,88$$

## PRÁCTICAS

L1. a) Explica como construiría en el laboratorio una pila empleando un electrodo de cinc y otro de cobre. 

b) Indica las reacciones en el cátodo y ánodo y el  $E^\circ$  de la pila. 

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

(P.A.U. Sep. 08)

**Solución:**

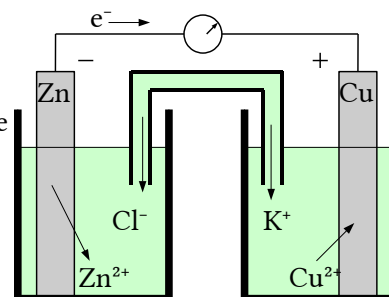
Material: Vasos de precipitados de 100 cm<sup>3</sup> (2), tubo en U, cables con pinzas, voltímetro.

Reactivos: láminas de cobre e cinc puídas, disoluciones de sulfato de cinc de concentración 1 mol/dm<sup>3</sup> e sulfato de cobre(II) de concentración 1 mol/dm<sup>3</sup>. Disolución de cloruro de potasio para a ponte salina.


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


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

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



Os electróns circulan do polo negativo (ánodo Zn) ao polo positivo (cátodo Cu).

L2. Se mezclan 25,0 cm<sup>3</sup> de una disolución de concentración 0,02 mol/dm<sup>3</sup> de CaCl<sub>2</sub> y 25,0 cm<sup>3</sup> de una disolución de concentración 0,03 mol/dm<sup>3</sup> de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. 

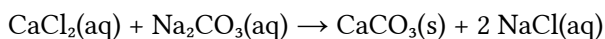
a) Indica el precipitado que se obtiene y la reacción química que tiene lugar. 

b) Describe el material y el procedimiento empleado para su separación.

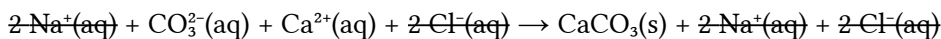
(P.A.U. Sep. 08)

**Solución:**

Se obtiene un precipitado de carbonato de calcio.  
La reacción de precipitación es:



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



#### Procedimiento

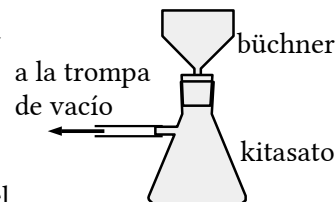
Para separar el precipitado, se coloca un papel de filtro circular en un embudo büchner ajustándolo para no dejar orificios libres y se humedece con agua para que quede adherido.

Se ajusta el embudo büchner sobre uno matraz kitasato y el vástago lateral del kitasato se conecta la 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 desenchaja el embudo y se cierra la llave.

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



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