

SETEMBRO 2017

QUÍMICA

Calificación: El alumno elegirá UNA de las dos opciones. Cada pregunta se calificará con 2 puntos.

OPCIÓN A

1. 1.1. La velocidad de una reacción se expresa como: $v = k \cdot [A] \cdot [B]^2$. Razone cómo se modifica la velocidad si se duplica solamente la concentración de B.
1.2. Indique razonadamente para el par de átomos: Mg y S, cuál es el elemento de mayor radio y cuál posee mayor afinidad electrónica.
1.3. Justifique el carácter ácido, básico o neutro de una disolución acuosa de KCN.
2. 2.1. Escriba la estructura de Lewis y justifique la geometría de la molécula de BeH_2 mediante la teoría de repulsión de los pares de electrones de la capa de valencia.
2.2. El 2-metil-1-buteno reacciona con el ácido bromhídrico (HBr) para dar dos halogenuros de alquilo. Escriba la reacción que tiene lugar indicando qué tipo de reacción orgánica es y nombrando los compuestos que se producen.
3. La valoración en medio ácido de 50,0 mL de una disolución de $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ requiere 24,0 mL de permanganato de potasio 0,023 M. Sabiendo que la reacción que se produce es: $\text{C}_2\text{O}_4^{2-} + \text{MnO}_4^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{Mn}^{2+} + \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}$
3.1. Ajuste la reacción iónica por el método del ion-electrón.
3.2. Calcule los gramos de $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ que hay en un litro de la disolución.
4. 4.1. Se hace pasar una corriente eléctrica de 0,2 A a través de una disolución acuosa de sulfato de cobre(II) durante 10 minutos. Calcule los gramos de cobre depositados.
4.2. Para preparar 250 mL de una disolución saturada de bromato de plata (AgBrO_3) se emplean 1,75 g de la sal. Calcule el producto de solubilidad de la sal.
5. En el laboratorio se construye una pila que tiene la siguiente notación: $\text{Cd}(\text{s}) \mid \text{Cd}^{2+}(\text{aq } 1 \text{ M}) \parallel \text{Ag}^+(\text{aq } 1 \text{ M}) \mid \text{Ag}(\text{s})$
5.1. Indique las reacciones que tienen lugar en cada electrodo, el proceso total y calcule la f.e.m.
5.2. Detalle el material, reactivos necesarios y dibuje el montaje indicando cada una de las partes.

OPCIÓN B

1. Teniendo en cuenta la estructura y el tipo de enlace, justifique:
1.1. El cloruro de sodio tiene punto de fusión mayor que el bromuro de sodio.
1.2. El amoníaco es una molécula polar.
1.3. El SO_2 es una molécula angular, pero el CO_2 es lineal.
2. 2.1. Escriba la fórmula semidesarrollada de los siguientes compuestos:
3-metil-2,3-butanodiol 5-hepten-2-ona etilmetiléter etanamida
2.2. Indique si el ácido 2-hidroxipropanoico presenta carbono asimétrico y represente los posibles isómeros ópticos.
3. Se introducen 0,2 moles de Br_2 en un recipiente de 0,5 L de capacidad a 600 °C. Una vez establecido el equilibrio $\text{Br}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{Br}(\text{g})$ en estas condiciones, el grado de disociación es 0,8.
3.1. Calcule K_c y K_p .
3.2. Determine las presiones parciales ejercidas por cada componente de la mezcla en el equilibrio.
4. Al disolver 0,23 g de HCOOH en 50 mL de agua se obtiene una disolución de pH igual a 2,3. Calcule:
4.1. La constante de acidez (K_a) del ácido.
4.2. El grado de ionización del mismo.
5. Se mezclan 10 mL de una disolución de BaCl_2 0,01 M con 40 mL de una disolución de sulfato de sodio 0,01 M obteniéndose cloruro de sodio y un precipitado de sulfato de bario.
5.1. Escriba la reacción que tiene lugar e indique la cantidad de precipitado que se obtiene.
5.2. Indique el material y el procedimiento que emplearía para separar el precipitado formado.

Datos: $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} = 8,31 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$; constante de Faraday: $F = 96\,500 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$;
 $E^\circ(\text{Ag}^+/\text{Ag}) = 0,80 \text{ V}$; $E^\circ(\text{Cd}^{2+}/\text{Cd}) = -0,40 \text{ V}$.

Soluciones

OPCIÓN A

1. a) La velocidad de una reacción se expresa como: $v = k \cdot [A] \cdot [B]^2$. Razona cómo se modifica la velocidad si se duplica solamente la concentración de B.
- b) Indica razonadamente para el par de átomos: Mg y S, cuál es el elemento de mayor radio y cuál posee mayor afinidad electrónica.
- c) Justifica el carácter ácido, básico o neutro de una disolución acuosa de KCN.

(A.B.A.U. Sep. 17)

Solución:

a) Se cuadriplica.

Si la velocidad para una concentración inicial $[B]_0$ es: $v = k_0 \cdot [A] \cdot [B]_0^2$

La velocidad para una concentración doble $[B] = 2 \cdot [B]_0$ será:

$$v = k \cdot [A] \cdot (2 \cdot [B]_0)^2 = k \cdot [A] \cdot 4 \cdot [B]_0^2 = 4 k \cdot [A] \cdot [B]_0^2 = 4 \cdot v_0$$

Solución:

b) El magnesio tiene mayor radio que el azufre.

El radio atómico de un elemento se define como la mitad de la distancia internuclear en la molécula diatómica (si forma moléculas diatómicas) o de la distancia entre dos átomos en la estructura cristalina.

Las predicciones de la variación de radio atómico al largo de un período se basan en el efecto de la fuerza de atracción que ejerce la carga nuclear sobre los electrones externos haciendo que se aproximen al núcleo y den un tamaño menor.

Como regla sencilla, se dice que el radio atómico aumenta en un período de la tabla periódica hacia la izquierda.

El azufre tiene mayor afinidad electrónica.

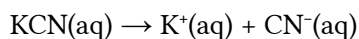
La afinidad electrónica es la energía que se desprende cuando un mol de átomos en fase gaseosa y en estado fundamental captan un mol de electrones para dar iones mononegativos gaseosos. Es tanto mayor cuanto más próxima a la estructura electrónica de gas noble sea la estructura electrónica del átomo. Los dos átomos están en el mismo período.

El magnesio está tan lejos de los gases nobles que no tiene sentido pensar que habría podido captar los electrones necesarios para alcanzar la estructura de un gas noble.

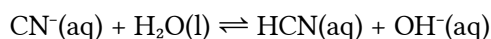
Solución:

c) Básico

El cianuro de potasio es una sal que procede de una base fuerte (KOH) y un ácido débil (HCN). Se disocia totalmente en agua.



Pero el ion cianuro (base conjugada del ácido cianhídrico) es lo suficientemente fuerte como para romper las moléculas de agua.



2. a) Escribe la estructura de Lewis y justifica la geometría de la molécula de BeH_2 mediante la teoría de repulsión de los pares de electrones de la capa de valencia.
- b) El 2-metil-1-buteno reacciona con el ácido bromhídrico (HBr) para dar dos halogenuros de alquilo. Escribe la reacción que tiene lugar indicando qué tipo de reacción orgánica es y nombrando los compuestos que se producen.

Solución:

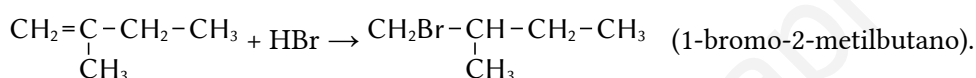
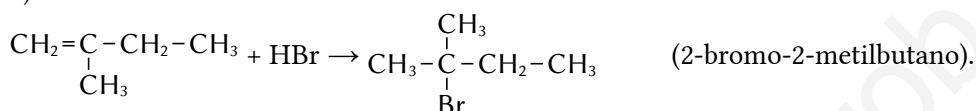
a) La teoría de repulsión de pares de electrones de la capa de valencia es la que da una justificación más sencilla de los ángulos de enlace. Supone que los electrones de valencia, junto con los de los átomos que forman enlace con él, rodean a un átomo formando parejas, en las que la repulsión entre los electrones de cada pareja es pequeña, debido a que tienen spin contrario, y solo hay que tener en cuenta la repulsión electrostática clásica entre los pares enlazantes (excepto los π) y entre los pares enlazantes y los pares no enlazantes, de forma que se dispongan lo más lejos posible. Una repulsión de dos pares da una disposición lineal con ángulos de 180° , tres pares dan una distribución triangular con ángulos de 120° y cuatro pares se dirigen hacia los vértices de un tetraedro con ángulos de $109,5^\circ$.

El diagrama de Lewis para la molécula de BeH_2 es: $\text{H}:\text{Be}:\text{H}$ y su representación $\text{H}-\text{Be}-\text{H}$, con un ángulo de 180° entre los enlaces.

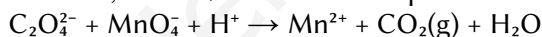
Es una excepción a la regla del octete, ya que el átomo de berilio solo tiene dos pares de electrones en el cuanto de los cuatro pares que exige la regla del octete.

Solución:

b) Son reacciones de adición



3. La valoración en medio ácido de 50,0 mL de una disolución de $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ requiere 24,0 mL de permanganato de potasio de concentración $0,023 \text{ mol/dm}^3$. Sabiendo que la reacción que se produce es:



a) Ajusta la reacción iónica por el método del ion-electrón.

b) Calcula los gramos de $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ que hay en un litro de la disolución.

(A.B.A.U. Sep. 17)

Rta.: a) $5 \text{ C}_2\text{O}_4^{2-} + 2 \text{ MnO}_4^- + 16 \text{ H}^+ \rightarrow 10 \text{ CO}_2(\text{g}) + 2 \text{ Mn}^{2+} + 8 \text{ H}_2\text{O}(\text{l})$; b) $[\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4] = 3,70 \text{ g / dm}^3$.

Datos

Concentración de permanganato de potasio

Volumen de disolución de permanganato de potasio

Volumen de disolución oxalato de sodio

Masa molar del oxalato de sodio

Cifras significativas: 3

$$[\text{KMnO}_4] = 0,0230 \text{ mol/dm}^3$$

$$V_1 = 24,0 \text{ mL} = 0,0240 \text{ dm}^3$$

$$V_2 = 50,0 \text{ mL} = 0,0500 \text{ dm}^3$$

$$M(\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4) = 134 \text{ g/mol}$$

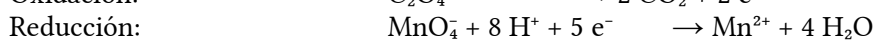
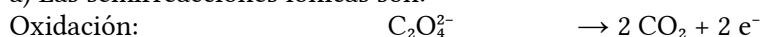
Incógnitas

Masa de $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ que hay en un litro de la disolución.

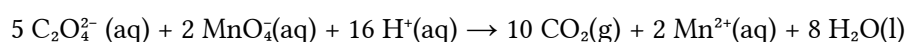
$$m(\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4)$$

Solución:

a) Las semirreacciones iónicas son:



Multiplicando la primera por 5, la segunda por 2 y sumando, se obtiene la reacción iónica ajustada:

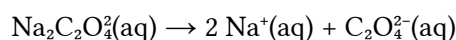


b) La disolución de KMnO_4 se disocia:



$$n = 0,0240 \text{ dm}^3 \text{ D KMnO}_4 \frac{0,0230 \text{ mol KMnO}_4}{1 \text{ dm}^3 \text{ D KMnO}_4} \frac{1 \text{ mol MnO}_4^-}{1 \text{ mol KMnO}_4} = 5,52 \cdot 10^{-4} \text{ mol MnO}_4^-$$

Se calcula la cantidad de oxalato de sodio de la estequiometría de la reacción iónica y de la disociación:



$$n = 5,52 \cdot 10^{-4} \text{ mol MnO}_4^- \frac{5 \text{ mol C}_2\text{O}_4^{2-}}{2 \text{ mol MnO}_4^-} \frac{1 \text{ mol Na}_2\text{C}_2\text{O}_4}{1 \text{ mol C}_2\text{O}_4^{2-}} = 0,00138 \text{ mol Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$$

Esta cantidad contenida en 50,0 mL de disolución. Por tanto, en un litro habrá:

$$m(\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4) = 0,00138 \text{ mol Na}_2\text{C}_2\text{O}_4 \frac{134 \text{ g Na}_2\text{C}_2\text{O}_4}{1 \text{ mol Na}_2\text{C}_2\text{O}_4} \frac{1000 \text{ cm}^3 \text{ D Na}_2\text{C}_2\text{O}_4}{50,0 \text{ cm}^3 \text{ D Na}_2\text{C}_2\text{O}_4} = 3,70 \text{ g Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$$

4. a) Se hace pasar una corriente eléctrica de 0,2 A a través de una disolución acuosa de sulfato de cobre(II) durante 10 minutos. Calcula los gramos de cobre depositados.
 b) Para preparar 250 cm³ de una disolución saturada de bromato de plata (AgBrO₃) se emplean 1,75 g de la sal. Calcula el producto de solubilidad de la sal.

(A.B.A.U. Sep. 17)

Rta.: a) $m = 0,040 \text{ g Cu}$; b) $K_s = 8,81 \cdot 10^{-4}$.

Datos

Intensidad de corriente eléctrica

Tiempo

Faraday (1 mol de electrones)

Masa atómica del cobre

Cifras significativas: 2

$$I = 0,20 \text{ A}$$

$$t = 10 \text{ min.} = 6,0 \cdot 10^2 \text{ s}$$

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

$$M(\text{Cu}) = 64 \text{ g/mol}$$

Incógnitas

Masa de cobre depositada

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

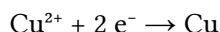
Otros símbolos

Cantidad de sustancia (número de moles)

$$n$$

Solución:

La reacción en el cátodo es:



$$n(\text{e}) = 0,20 \text{ A} \cdot 6,0 \cdot 10^2 \text{ s} \frac{1 \text{ mol e}}{9,65 \cdot 10^4 \text{ C}} = 1,2 \cdot 10^{-3} \text{ mol e}$$

$$m(\text{Cu}) = 1,2 \cdot 10^{-3} \text{ mol e} \frac{1 \text{ mol Cu}}{2 \text{ mol e}} \frac{64 \text{ g Cu}}{1 \text{ mol Cu}} = 0,040 \text{ g Cu}$$

b)

Datos

Volumen de disolución

Masa disuelta de bromato de plata

Masa molar del bromato de plata

Cifras significativas: 3

$$V = 250 \text{ cm}^3$$

$$m(\text{AgBrO}_3) = 1,75 \text{ g}$$

$$M(\text{AgBrO}_3) = 236 \text{ g/mol}$$

Incógnitas

Producto de solubilidad del bromato de plata

$$K_s$$

Otros símbolos

Concentración (mol/dm³) de Zn (OH)₂

s

Ecuaciones

Concentración molar (mol/dm³)

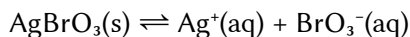
$$s = n / V = s' / M$$

Producto de solubilidad del equilibrio: $B_b A_a(s) \rightleftharpoons b B^{\beta+}(aq) + a A^{\alpha-}(aq)$

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

Solución:

a) El equilibrio de solubilidad es



		AgBrO ₃	⇌	Ag ⁺	BrO ₃ ⁻	
Concentración en el equilibrio	[X] _e			s	s	mol/dm ³

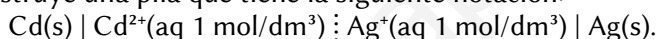
La solubilidad del bromato de plata es:

$$s = [AgBrO_3] = \frac{1,75 \text{ g } AgBrO_3}{250 \text{ cm}^3 \text{ D}} \cdot \frac{1 \text{ mol } AgBrO_3}{235 \text{ g } AgBrO_3} \cdot \frac{10^3 \text{ cm}^3}{1,00 \text{ dm}^3} = 0,0297 \text{ mol } AgBrO_3 / \text{dm}^3 \text{ D}$$

Por lo que el producto de solubilidad valdrá:

$$K_s = [Ag^+]_e \cdot [BrO_3^-]_e = s \cdot s = s^2 = (0,0297)^2 = 8,81 \cdot 10^{-4}$$

5. En el laboratorio se construye una pila que tiene la siguiente notación:



a) Indica las reacciones que tienen lugar en cada electrodo, el proceso total y calcula la fuerza electromotriz.

b) Detalla el material, reactivos necesarios y dibuja el montaje indicando cada una de las partes.

$$E^\circ(Ag^+/Ag) = 0,80 \text{ V}; E^\circ(Cd^{2+}/Cd) = -0,40 \text{ V}.$$

(A.B.A.U. Sep. 17)

Solución:

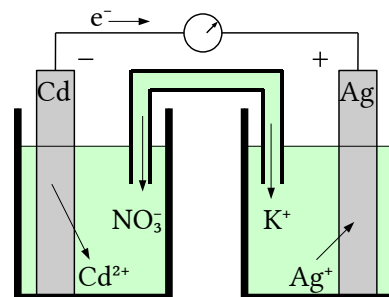
(Cátodo +) reducción: $2 Ag^+ + 2 e^- \rightarrow 2 Ag$ $E^\circ = 0,80 \text{ V}$

(Ánodo -) oxidación: $Cd \rightarrow Cd^{2+} + 2 e^-$ $E^\circ = 0,40 \text{ V}$

Reacción global: $Cd + 2 Ag^+ \rightarrow Cd^{2+} + 2 Ag$ $E^\circ = 1,20 \text{ V}$

Material: Vasos de precipitados de 100 cm³ (2), tubo en U, cables con pinzas, voltímetro.

Reactivos: láminas de plata y cadmio pulidas, disoluciones de sulfato de cadmio de concentración 1 mol/dm³ y nitrato de plata de concentración 1 mol/dm³. Disolución de nitrato de potasio de concentración 1 mol/dm³ para el puente salino.



OPCIÓN B

1. Teniendo en cuenta la estructura y el tipo de enlace, justifique:

a) El cloruro de sodio tiene punto de fusión mayor que el bromuro de sodio.

b) El amoníaco es una molécula polar.

c) El SO₂ es una molécula angular, pero el CO₂ es lineal.

(A.B.A.U. Sep. 17)

Solución:

a) El punto de fusión es una propiedad que depende directamente de la fuerza del enlace iónico, que a su vez depende de la energía reticular del enlace. Esta energía reticular es básicamente una energía electrostática, de expresión

$$U = K \frac{Z^+ Z^- e^2}{d}$$

en la que K es la constante de Coulomb, Z^+ y Z^- son los números de oxidación de los iones positivo y negativo, « e » es la carga del electrón y d es la distancia entre las cargas. Esta distancia está relacionada con la estructura cristalina y los radios iónicos r^+ y r^- . Al no conocer la estructura cristalina tendremos que suponer que

$$d \approx r^+ + r^-$$

Suponiendo que el cloruro de sodio y el bromuro de sodio tengan el mismo tipo de red, al ser en ambos casos las mismas cargas positiva (+1) y negativa (-1), el factor determinante es el radio iónico.

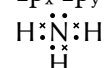
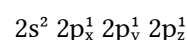
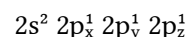
Puesto que el radio iónico del ion cloruro es menor que lo del bromuro (tiene menos niveles energéticos) y el ion sodio es el mismo se deduce que

$$d(\text{NaCl}) < d(\text{NaBr}) \Rightarrow U(\text{NaCl}) > U(\text{NaBr})$$

por lo que el cloruro de sodio tendrá mayor punto de fusión.

Solución:

b) La teoría de repulsión de pares de electrones de la capa de valencia es la que da una justificación más sencilla de los ángulos de enlace. Supone que los electrones de valencia, junto con los de los átomos que forman enlace con él, rodean a un átomo formando parejas, en las que la repulsión entre los electrones de cada pareja es pequeña, debido a que tienen spin contrario, y solo hay que tener en cuenta la repulsión electrostática clásica entre los pares enlazantes (excepto los π) y entre los pares enlazantes y los pares no enlazantes, de forma que se dispongan lo más lejos posible. Una repulsión de dos pares da una disposición lineal con ángulos de 180° , tres pares dan una distribución triangular con ángulos de 120° y cuatro pares se dirigen hacia los vértices de un tetraedro con ángulos de $109,5^\circ$.

Molécula**Átomo central****Configuración electrónica fundamental****Configuración electrónica excitada****Diagrama de Lewis****Pares σ** **Pares π** **Pares no enlazantes****Pares que se repelen****Disposición de los pares****Ángulo de enlace****Forma de la molécula****Momento dipolar de enlace****Momento dipolar de la molécula**

3

0

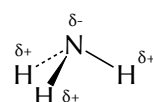
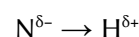
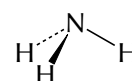
1

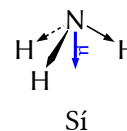
4

tetraédrica

107°

piramidal achatada





La forma de la molécula se determina a partir de la posición de los átomos (sin tener en cuenta los pares no enlazantes). En la molécula de amoníaco, está el átomo de nitrógeno en el centro del tetraedro y tres hidrógenos en tres vértices, pero en el cuarto está un par no enlazante que no «se ve».

El nitrógeno es más electronegativo que el hidrógeno y el enlace $N^{\delta-} \rightarrow H^{\delta+}$ es polar. Además el par no enlazante produce otro vector momento dipolar en la misma dirección y sentido que la resultante de los tres vectores momento dipolar $N \rightarrow H$, por lo que la molécula es polar.

c) Aplicando la teoría de repulsión de los pares electrónicos de la capa de valencia

Molécula	CO_2	SO_2
Átomo central	C	S
Configuración electrónica fundamental	$2s^2 2p_x^1 2p_y^1$	$3s^2 3p_x^2 3p_y^1 3p_z^1$
Configuración electrónica excitada	$2s^1 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^1$	
Diagrama de Lewis	$:\ddot{O}::C::\ddot{O}:$	$:\ddot{O}::\ddot{S}::\ddot{O}$
Pares σ	2	2
Pares π	2	1
Pares no enlazantes	0	1
Pares que se repelen	2	3
Disposición de los pares	lineal	triangular
Ángulo de enlace	180°	$<120^\circ$
Forma de la molécula	lineal	angular plana
	$O=C=O$	$\begin{array}{c} O \\ \diagdown \\ S=O \end{array}$

La diferencia es que el átomo de azufre tiene un par no enlazante que repele a los pares enlazantes con el oxígeno, mientras que el carbono no tiene ninguno.

2. a) Escribe la fórmula semidesarrollada de los siguientes compuestos:

a.1) 3-metil-2,3-butanodiol a.2) 5-hepten-2-ona a.3) etilmetiléter a.4) etanamida

b) Indique si el ácido 2-hidroxipropanoico presenta carbono asimétrico y represente los posibles isómeros ópticos.

(A.B.A.U. Sep. 17)

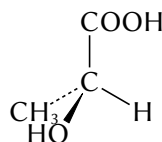
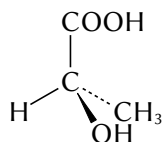
Solución:

- a.1) 3-Metil-2,3-butanodiol (2-metilbutano-2,3-diol):
- $$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{C} - \text{CH}_3 \\ | \quad | \\ \text{OH} \quad \text{OH} \end{array}$$
- a.2) 5-Hepten-2-ona (hept-5-en-2-ona):
- $$\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CO} - \text{CH}_3$$
- a.3) Etilmetiléter:
- $$\text{CH}_3 - \text{O} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$$
- a.4) Etanamida:
- $$\text{CH}_3 - \text{CO} - \text{NH}_2$$

b) El ácido 2-hidroxipropanoico, $\begin{array}{c} \text{OH} \\ | \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{COOH} \\ | \\ \text{H} \end{array}$, tiene un carbono asimétrico. El carbono 2 está unido a

cuatro grupos distintos: metilo ($-\text{CH}_3$), hidrógeno ($-\text{H}$), hidroxilo ($-\text{OH}$) y carboxilo ($-\text{COOH}$).

Los isómeros ópticos son:



3. Se introducen 0,2 moles de Br_2 en un recipiente de 0,5 L de capacidad a 600°C . Una vez establecido el equilibrio $\text{Br}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{Br}(\text{g})$ en estas condiciones, el grado de disociación es 0,8.
- a) Calcula K_c y K_p .
- b) Determina las presiones parciales ejercidas por cada componente de la mezcla en el equilibrio.
- Datos: $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1} = 8,31 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$. (A.B.A.U. Sep. 17)
- Rta.:** a) $K_c = 5,12$; $K_p = 367$; b) $p(\text{Br}_2) = 5,7 \text{ atm}$; $p(\text{Br}) = 45,9 \text{ atm}$.

Datos

Gas: Volumen

Temperatura

Cantidad inicial de Br_2

Grado de disociación

Constante de los gases ideales

Incógnitas

Constantes del equilibrio K_c y K_p

Presión parcial ejercida por cada componente

Otros símbolos

Cantidad de Br_2 que se ha disociado

Ecuaciones

Concentración de la sustancia X

Grado de disociación

Constantes del equilibrio: $a \text{ A} + b \text{ B} \rightleftharpoons c \text{ C} + d \text{ D}$

Cifras significativas: 3

$V = 0,500 \text{ dm}^3$

$T = 600^\circ\text{C} = 873 \text{ K}$

$n_0(\text{Br}_2) = 0,200 \text{ mol Br}_2$

$\alpha = 0,800$

$R = 0,0820 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1} = 8,31 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$

K_c, K_p

$p(\text{Br}_2), p(\text{Br})$

$n_d(\text{Br}_2)$

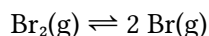
$[\text{X}] = n(\text{X}) / V$

$\alpha = \frac{n_d}{n_0}$

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

Solución:

La ecuación de disociación química del bromo es:



Se han disociado:

$$n_d(\text{Br}_2) = \alpha \cdot n_0(\text{Br}_2) = 0,800 \cdot 0,200 [\text{mol Br}_2] = 0,160 \text{ mol Br}_2 \text{ disociados}$$

Por la estequiometría de la reacción, las cantidades de bromo atómico formado y en equilibrio son:

		Br_2	$\rightleftharpoons$	2 Br	
Cantidad inicial	n_0	0,200		0	mol
Cantidad que reacciona o se forma	n_r	0,160	$\rightarrow$	0,320	mol
Cantidad en el equilibrio	n_e	$0,200 - 0,160 = 0,040$		0,320	mol
Concentración en el equilibrio	$[\text{X}]_e$	$0,040 / 0,500 = 0,080$		0,640	mol/dm^3

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

$$K_c = \frac{[\text{Br}]_e^2}{[\text{Br}_2]_e} = \frac{(0,640)^2}{0,080} = 5,12 \text{ (concentraciones en mol/dm}^3\text{)}$$

Si consideramos comportamiento ideal para los gases, podemos escribir:

$$K_p = \frac{p_e^2(\text{Br})}{p_e(\text{Br}_2)} = \frac{([\text{Br}]_e \cdot R \cdot T)^2}{[\text{Br}_2]_e \cdot R \cdot T} = \frac{[\text{Br}]_e^2}{[\text{Br}_2]_e} = K_c = \cdot R \cdot T = 5,12 \cdot 0,0820 \cdot 873 = 367 \text{ (presiones en atm)}$$

b) La presión parcial de cada uno de los gases, supuesto comportamiento ideal, es la que ejercería si se encontrase solo en el recipiente.

$$p(\text{Br}) = \frac{n(\text{Br}) \cdot R \cdot T}{V_T} = \frac{0,640 \text{ mol} \cdot 8,31 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 873 \text{ K}}{0,500 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3} = 4,65 \cdot 10^6 \text{ Pa} = 45,9 \text{ atm}$$

$$p(\text{Br}_2) = \frac{n(\text{Br}_2) \cdot R \cdot T}{V_T} = \frac{0,080 \text{ mol} \cdot 8,31 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 873 \text{ K}}{0,500 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3} = 5,8 \cdot 10^5 \text{ Pa} = 5,7 \text{ atm}$$

4. Al disolver 0,23 g de HCOOH en 50 cm³ de agua se obtiene una disolución de pH igual a 2,3. Calcula:

- La constante de acidez (K_a) del ácido.
- El grado de ionización del mismo.

(A.B.A.U. Sep. 17)

Rta.: a) $K_a = 2,6 \cdot 10^{-4}$; b) $\alpha = 5,0 \%$.

Datos

Masa de ácido metanoico

Volumen de disolución

pH de la disolución

Masa molar del ácido metanoico

Cifras significativas: 3

$m(\text{HCOOH}) = 0,230 \text{ g}$

$V = 50 \text{ cm}^3 = 0,0500 \text{ dm}^3$

$\text{pH} = 2,30$

$M(\text{HCOOH}) = 46,0 \text{ g/mol}$

Incógnitas

Constante de acidez del ácido metanoico

K_a

Grado de disociación

α

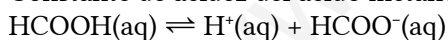
Otros símbolos

Concentración de la sustancia X

$[X]$

Ecuaciones

Constante de acidez del ácido metanoico:



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

pH

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

Grado de disociación

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

Solución:

a) Como $\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$,

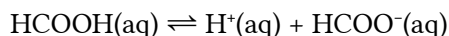
$$2,30 = -\log[\text{H}^+]$$

$$[\text{H}^+]_e = 10^{-2,30} = 5,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$$

La concentración inicial (antes de disociarse) de ácido metanoico es:

$$[\text{HCOOH}]_0 = \frac{n(\text{HCOOH})}{V} = \frac{0,230 \text{ g HCOOH}}{0,0500 \text{ dm}^3 \text{ D}} \cdot \frac{1 \text{ mol HCOOH}}{46,0 \text{ g HCOOH}} = 0,100 \text{ mol HCOOH/dm}^3 \text{ D}$$

De la estequiometría de la reacción de disociación



se deduce que la concentración de ácido metanoico disociado $[\text{HCOOH}]_d$ es la misma que la de los iones hidrógeno producidos $[\text{H}^+]_e$ y la de los iones metanoato $[\text{HCOO}^-]_e$

$$[\text{HCOOH}]_d = [\text{H}^+]_e = [\text{HCOO}^-]_e = 5,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$$

Escribiendo en una tabla las concentraciones de cada especie:

		HCOOH	$\rightleftharpoons$	H^+	HCOO^-	
$[\text{X}]_0$	Concentración inicial	0,100		≈ 0	0	mol/dm ³
$[\text{X}]_d$	Concentración disociada o formada	$5,00 \cdot 10^{-3}$	$\rightarrow$	$5,00 \cdot 10^{-3}$	$5,00 \cdot 10^{-3}$	mol/dm ³
$[\text{X}]_e$	Concentración en el equilibrio	$0,100 - 5,00 \cdot 10^{-3} = 0,095$		$5,00 \cdot 10^{-3}$	$5,00 \cdot 10^{-3}$	mol/dm ³

La constante de equilibrio K_a es:

$$K_a = \frac{[\text{HCOO}^-]_e \cdot [\text{H}^+]_e}{[\text{HCOOH}]_e} = \frac{5,00 \cdot 10^{-3} \cdot 5,00 \cdot 10^{-3}}{0,095} = 2,6 \cdot 10^{-4}$$

b) El grado de disociación es

$$\alpha = \frac{[s]_d}{[s]_0} = \frac{5,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3}{0,100 \text{ mol/dm}^3} = 0,050 = 5,0 \%$$

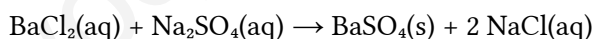
5. Se mezclan 10 cm³ de una disolución de BaCl₂ de concentración 0,01 mol/dm³ con 40 cm³ de una disolución de sulfato de sodio de concentración 0,01 mol/dm³ obteniéndose cloruro de sodio y un precipitado de sulfato de bario.

- a) Escribe la reacción que tiene lugar e indica la cantidad de precipitado que se obtiene.
b) Indica el material y el procedimiento que emplearías para separar el precipitado formado.

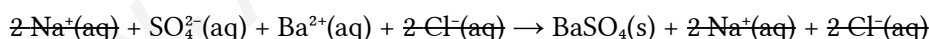
(A.B.A.U. Sep. 17)

Solución:

a) La reacción de precipitación es:



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



Cálculo de la cantidad de precipitado (suponiendo 2 cifras significativas)

Se calcula la masa de sulfato de bario que debería obtenerse a partir de los datos de las disoluciones de cloruro de bario y sulfato de sodio.

Cantidades iniciales de los reactivos:

$$n_0(\text{BaCl}_2) = 10 \text{ cm}^3 \cdot \frac{1 \text{ dm}^3}{10^3 \text{ cm}^3} \cdot \frac{0,010 \text{ mol}}{1 \text{ dm}^3} = 1,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol BaCl}_2$$

$$n_0(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 40 \text{ cm}^3 \cdot \frac{1 \text{ dm}^3}{10^3 \text{ cm}^3} \cdot \frac{0,010 \text{ mol}}{1 \text{ dm}^3} = 4,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol Na}_2\text{SO}_4$$

Como reaccionan mol a mol, la cantidad de sulfato de sodio necesaria para reaccionar con el cloruro de bario es

$$n(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 1,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol Na}_2\text{SO}_4$$

Como hay $4,0 \cdot 10^{-4}$ mol, más que lo necesario, el reactivo limitante es el cloruro de bario.

Se obtiene de precipitado:

$$m = 1,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol BaCl}_2 \cdot \frac{1 \text{ mol BaSO}_4}{1 \text{ mol BaCl}_2} \cdot \frac{233 \text{ g BaSO}_4}{1 \text{ mol BaSO}_4} = 0,023 \text{ g BaSO}_4$$

Procedimiento

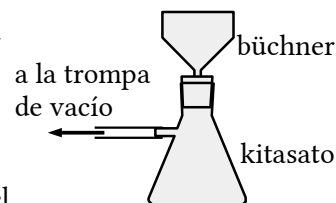
Para separar el precipitado, se coloca un papel de filtro circular en un embudo büchner ajustándolo para no dejar orificios libres y se humedece con agua para que quede adherido.

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 desencaja el embudo y se cierra la llave.

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



Material

Vasos de precipitados (2), varilla de vidrio, embudo büchner, matraz kitasato, papel de filtro.

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

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

Algunos cálculos se hicieron con una [hoja de cálculo](#) de [LibreOffice](#) u [OpenOffice](#) 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