

SETEMBRO 2017

## QUÍMICA

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

### OPCIÓN A

- 1.1. A velocidade dunha reacción exprésase como:  $v = k \cdot [A] \cdot [B]^2$ . Razoe como se modifica a velocidade se se duplica soamente a concentración de B.  
1.2. Indique razoadamente para o par de átomos: Mg e S, cal é o elemento de maior raio e cal posúe maior afinidade electrónica.  
1.3. Xustifique o carácter ácido, básico ou neutro dunha disolución acuosa de KCN.
- 2.1. Escriba a estrutura de Lewis e xustifique a xeometría da molécula de  $\text{BeH}_2$  mediante a teoría de repulsión dos pares de electróns da capa de valencia.  
2.2. O 2-metil-1-buteno reacciona co ácido bromhídrico (HBr) para dar dous haloxenuros de alquilo. Escriba a reacción que ten lugar indicando que tipo de reacción orgánica é e nomeando os compostos que se producen.
3. A valoración en medio ácido de 50,0 mL dunha disolución de  $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$  require 24,0 mL de permanganato de potasio 0,023 M. Sabendo que a reacción que se produce é:  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-} + \text{MnO}_4^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{Mn}^{2+} + \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}$   
3.1. Axuste a reacción iónica polo método do ión-electrón.  
3.2. Calcule os gramos de  $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$  que hai nun litro da disolución.
- 4.1. Faise pasar unha corrente eléctrica de 0,2 A a través dunha disolución acuosa de sulfato de cobre(II) durante 10 minutos. Calcule os gramos de cobre depositados.  
4.2. Para preparar 250 mL dunha disolución saturada de bromato de prata ( $\text{AgBrO}_3$ ) empréganse 1,75 g do sal. Calcule o produto de solubilidade do sal.
5. No laboratorio constrúese unha pila que ten a seguinte notación:  $\text{Cd}(\text{s}) | \text{Cd}^{2+}(\text{aq } 1 \text{ M}) || \text{Ag}^+(\text{aq } 1 \text{ M}) | \text{Ag}(\text{s})$   
5.1. Indique as reaccións que teñen lugar en cada eléctrodo, o proceso total e calcule a forza electromotriz.  
5.2. Detalle o material, reactivos necesarios e debuxe a montaxe indicando cada unha das partes.

### OPCIÓN B

- Tendo en conta a estrutura e o tipo de enlace, xustifique:  
1.1. O cloruro de sodio ten punto de fusión maior que o bromuro de sodio.  
1.2. O amoníaco é unha molécula polar.  
1.3. O  $\text{SO}_2$  é unha molécula angular pero o  $\text{CO}_2$  é lineal.
- 2.1. Escriba a fórmula semidesenvolvida dos seguintes compostos:  
3-metil-2,3-butanodiol    5-hepten-2-ona etilmetiléter    etanamida  
2.2. Indique se o ácido 2-hidroxiopropanoico presenta carbono asimétrico e represente os posibles isómeros ópticos.
- Introdúcense 0,2 moles de  $\text{Br}_2$  nun recipiente de 0,5 L de capacidade a 600 °C. Unha vez establecido o equilibrio  $\text{Br}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{Br}(\text{g})$  nestas condicións, o grao de disociación é 0,8.  
3.1. Calcule  $K_c$  e  $K_p$ .  
3.2. Determine as presións parciais exercidas por cada compoñente da mestura no equilibrio.
- Ao disolver 0,23 g de HCOOH en 50 mL de auga obtense unha disolución de pH igual a 2,3. Calcule:  
4.1. A constante de acidez ( $K_a$ ) do ácido.  
4.2. O grao de ionización do mesmo.
- Mestúranse 10 mL dunha disolución de  $\text{BaCl}_2$  0,01 M con 40 mL dunha disolución de sulfato de sodio 0,01 M obténdose cloruro de sodio e un precipitado de sulfato de bario.  
5.1. Escriba a reacción que ten lugar e indique a cantidade de precipitado que se obtén.  
5.2. Indique o material e o procedemento que empregaría para separar o 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:  $F = 96\,500 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$   
 $E^\circ(\text{Ag}^+/\text{Ag}) = 0,80 \text{ V}$ ;  $E^\circ(\text{Cd}^{2+}/\text{Cd}) = -0,40 \text{ V}$ .

# Solucións

## OPCIÓN A

- A velocidade dunha reacción exprésase como:  $v = k \cdot [A] \cdot [B]^2$ .  
Razoa como se modifica a velocidade se se duplica soamente a concentración de B.
  - Indica razoadamente para o par de átomos: Mg e S, cal é o elemento de maior raio e cal posúe maior afinidade electrónica.
  - Xustifica o carácter ácido, básico ou neutro dunha disolución acuosa de KCN.

(A.B.A.U. extr. 17)

### **Solución:**

a) Cuadruplicase.

Se a velocidade para unha concentración inicial  $[B]_0$  é:  $v = k_0 \cdot [A] \cdot [B]_0^2$

A velocidade para unha concentración dobre  $[B] = 2 \cdot [B]_0$  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:**

O magnesio ten maior raio que o xofre.

O raio atómico dun elemento defínese como a metade da distancia internuclear na molécula diatómica (se forma moléculas diatómicas) ou da distancia entre dous átomos na estrutura cristalina.

As predicións da variación de raio atómico ao longo dun período baséanse no efecto da forza de atracción que exerce a carga nuclear sobre os electróns externos facendo que se aproximen ao núcleo e dean un tamaño menor.

Como regra sinxela, dise que o raio atómico aumenta nun período da táboa periódica cara á esquerda.

O xofre ten maior afinidade electrónica.

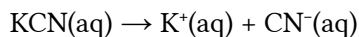
A afinidade electrónica é a enerxía que se desprende cando un mol de átomos en fase gasosa e en estado fundamental captan un mol de electróns para dar ións mononegativos gasosos. É tanto maior canto máis próxima á estrutura electrónica de gas nobre sexa a estrutura electrónica do átomo. Ambos os átomos están no mesmo período.

O magnesio está tan lonxe dos gases nobres que non ten sentido pensar que puidera captar os electróns necesarios para alcanzar a estrutura dun gas nobre.

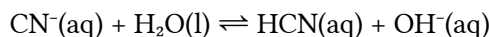
### **Solución:**

c) Básico

O cianuro de potasio é un sal que procede dunha base forte (KOH) e un ácido débil (HCN). Disóciase totalmente en auga,



pero o ión cianuro (base conxugada do ácido cianhídrico) é o suficientemente forte como para romper as moléculas de auga.



- Escrebe a estrutura de Lewis e xustifica a xeometría da molécula de  $\text{BeH}_2$  mediante a teoría de repulsión dos pares de electróns da capa de valencia.
  - O 2-metil-1-buteno reacciona co ácido bromhídrico (HBr) para dar dous haloxenuros de alquilo. Escrebe a reacción que ten lugar indicando que tipo de reacción orgánica é, e nomeando os compostos que se producen.

(A.B.A.U. extr. 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  $\pi$ ) 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  $180^\circ$ , tres pares dan unha distribución triangular con ángulos de  $120^\circ$  e catro pares diríxense cara aos vértices dun tetraedro con ángulos de  $109,5^\circ$ .

A configuración electrónica do átomo de berilio ( $Z = 4$ ) no estado fundamental é  $1s^2 2s^2$ , pero para poder enlazarse ten que separar, («desaparear») os dous electróns, elevando un deles ao orbital  $2p$ . O custo de enerxía de excitación compénsase coa enerxía dos enlaces que se van formar.

A configuración electrónica do átomo de berilio excitado é  $1s^2 2s^1 2p^1$

Ao ter dous electróns desapareados, pode formar dous enlaces. Para iso, os orbitais  $s$  e  $p_x$  híbrídanse, dando lugar a dous orbitais híbridos  $sp$  que se dispoñen linealmente en sentidos opostos.

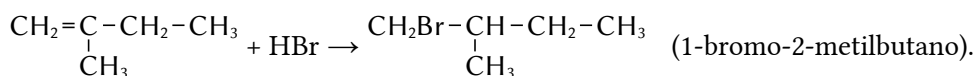
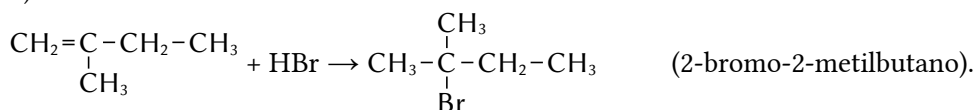
Os dous electróns desapareados que ocupan estes orbitais híbridos forman dous enlaces, cada un deles co electrón dun átomo de hidróxeno, como se ve no diagrama electrón-punto de Lewis:  $H:\text{Be}:\text{H}$

Fórmase a molécula de  $\text{BeF}_2$  que é lineal, cun ángulo  $H-\text{Be}-H$  de  $180^\circ$ .

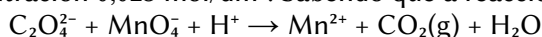
(A molécula de  $\text{BeF}_2$  é unha excepción á regra do octete, que afirma que os átomos tenden a formar enlaces de tal xeito que cada átomo ten oito electróns na súa capa de valencia. No átomo de berilio só hai catro (dous pares de) electróns).

### Solución:

b) Son reaccións de adición



3. A valoración en medio ácido de 50,0 mL dunha disolución de  $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$  require 24,0 mL de permanganato de potasio de concentración  $0,023 \text{ mol/dm}^3$ . Sabendo que a reacción que se produce é:



a) Axusta a reacción iónica polo método do ión-electrón.

b) Calcula os gramos de  $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$  que hai nun litro da disolución.

(A.B.A.U. extr. 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)  $[\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4] = 3,70 \text{ g/L}$ .

### Datos

Concentración de permanganato de potasio

Volumen de disolución de permanganato de potasio

Volumen de disolución oxalato de sodio

Masa molar do oxalato de sodio

### Cifras significativas: 3

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

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

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

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

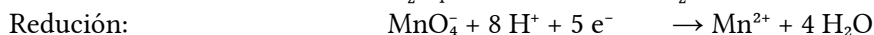
### Incógnitas

Masa de  $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$  que hai nun litro da disolución.

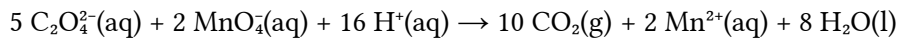
$m(\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4)$

### Solución:

a) Escríbense as semirreaccións iónicas:



Obtense a ecuación iónica axustada multiplicando a primeira semirreacción por 5, a segunda por 2 e sumando.

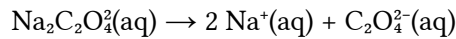


b) A cantidade de ión permanganato é a mesma que a de permanganato de potasio:



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



Calcúlase a cantidade de oxalato de sodio, que é a mesma que a de ión oxalato, mirando a ecuación axustada da reacción:




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

Esta cantidade está contida en  $50,0 \text{ cm}^3$  de disolución. Polo tanto, nun litro haberá:

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

4. a) Faise pasar unha corrente eléctrica de  $0,2 \text{ A}$  a través dunha disolución acuosa de sulfato de cobre(II) durante 10 minutos. Calcula os gramos de cobre depositados. 
- b) Para preparar  $250 \text{ mL}$  dunha disolución saturada de bromato de prata ( $\text{AgBrO}_3$ ) empréganse  $1,75 \text{ g}$  do sal. Calcula o produto de solubilidade do sal. 

(A.B.A.U. extr. 17) 

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

a)

**Datos**

Intensidade de corrente eléctrica

**Cifras significativas: 2**

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

Tempo

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

Faraday (1 mol de electróns)

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

Masa atómica do cobre

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

**Incógnitas**

Masa de cobre depositada

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

**Outros símbolos**

Cantidade de sustancia (número de moles)

$$n$$

**Solución:**

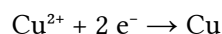
Calcúlase a carga eléctrica coa expresión da intensidade:

$$Q = I \cdot t = 0,20 \text{ A} \cdot 6,0 \cdot 10^2 \text{ s} = 1,20 \cdot 10^2 \text{ C}$$

Calcúlase a cantidade de electróns equivalente:

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

A reacción no cátodo é:



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

Calcúlase a masa de cobre depositada, mirando a ecuación axustada da reacción:

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

b)

**Datos**

Volume de disolución

Masa disolta de bromato de prata

Masa molar do bromato de prata

**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**

Produto de solubilidade do bromato de prata

$K_s$

**Outros símbolos**

Concentración (mol/dm<sup>3</sup>) de Zn(OH)<sub>2</sub>

$s$

**Ecuacións**

Concentración molar (mol/dm<sup>3</sup>)

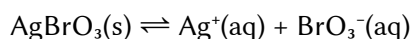
$$s = n / V = s' / M$$

Produto de solubilidade do 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) O equilibrio de solubilidade é:



Chámase  $s$  á solubilidade, que é a concentración de sólido que se dissolve, e dedúcese a concentración dos ións formados, de acordo coa estequiometría da reacción.

		AgBrO <sub>3</sub>	⇌	Ag <sup>+</sup>	BrO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	
Concentración no equilibrio	[X] <sub>e</sub>			$s$	$s$	mol/dm <sup>3</sup>

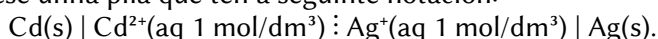
Calcúlase a solubilidade do bromato de prata:

$$s = [\text{AgBrO}_3] = \frac{1,75 \text{ g AgBrO}_3}{250 \text{ cm}^3 \text{ D}} \cdot \frac{1 \text{ mol AgBrO}_3}{235 \text{ g AgBrO}_3} \cdot \frac{10^3 \text{ cm}^3}{1,00 \text{ dm}^3} = 0,0297 \text{ mol AgBrO}_3/\text{dm}^3 \text{ D}$$

Calcúlase o produto de solubilidade:

$$K_s = [\text{Ag}^+]_e \cdot [\text{BrO}_3^-]_e = s \cdot s = s^2 = (0,0297)^2 = 8,81 \cdot 10^{-4}$$

5. No laboratorio constrúese unha pila que ten a seguinte notación:



a) Indica as reaccións que teñen lugar en cada eléctrodo, o proceso total e calcula a forza electromotriz.

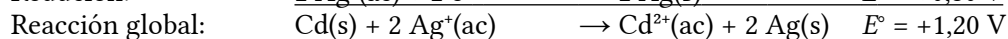
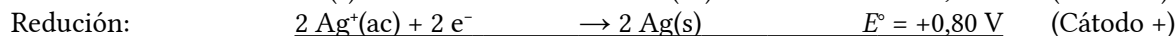
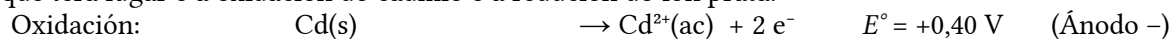
b) Detalla o material, reactivos necesarios e debuxa a montaxe indicando cada unha das partes.

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

(A.B.A.U. extr. 17)

**Solución:**

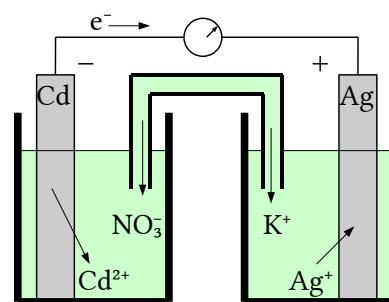
a) Nunha pila galvánica formada por un eléctrodo de prata e outro de cadmio en condicións estándar, a reacción que terá lugar é a oxidación do cadmio e a redución do ión prata.



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:

$$\Delta G = -z F E = -2 \cdot F \cdot (+1,20) < 0$$

b) Material: Dous vasos de precipitados de 100 cm<sup>3</sup>, 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 nitrato de prata de concentración 1 mol/dm<sup>3</sup> e nitrato de cadmio de concentración 1 mol/dm<sup>3</sup>. Disolución de nitrato 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 nitrato de prata e un eléctrodo de prata metálica, mentres que o outro contería unha solución de nitrato de cadmio e un eléctrodo de cadmio 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 Cd) cara ao polo positivo (cátodo Ag) mentres que os ións fluirán pola ponte salina para manter a neutralidade eléctrica.

### OPCIÓN B

1. Tendo en conta a estrutura e o tipo de enlace, xustifica:
  - a) O cloruro de sodio ten punto de fusión maior que o bromuro de sodio.
  - b) O amoníaco é unha molécula polar.
  - c) O  $\text{SO}_2$  é unha molécula angular pero o  $\text{CO}_2$  é lineal.

(A.B.A.U. extr. 17)

#### Solución:

O punto de fusión é unha propiedade que depende directamente da forza do enlace iónico, que á súa vez depende da enerxía reticular do enlace. Esta enerxía reticular é basicamente unha enerxía electrostática, de expresión:

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

$K$  é a constante de Coulomb,  $Z^+$  e  $Z^-$  son os números de oxidación dos ións positivo e negativo, « $e$ » é a carga do electrón e  $d$  é a distancia entre as cargas. Esta distancia está relacionada coa estrutura cristalina e os raios iónicos  $r^+$  e  $r^-$ . Ao non coñecer a estrutura cristalina, teremos que supoñer que:

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

Supoñendo que o cloruro de sodio e o bromuro de sodio teñan o mesmo tipo de rede, ao ser en ambos os casos as mesmas cargas positiva (+1) e negativa (-1), o factor determinante é o raio iónico.

Posto que o raio iónico do ión cloruro é menor que o do bromuro (ten menos niveis enerxéticos) e o ión sodio é o mesmo dedúcese que:

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

Polo tanto, o cloruro de sodio terá maior punto de fusión.

#### 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  $\pi$ ) 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  $180^\circ$ , tres pares dan unha distribución triangular con ángulos de  $120^\circ$  e catro pares diríxense cara aos vértices dun tetraedro con ángulos de  $109,5^\circ$ .

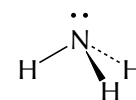
b) Molécula de amoníaco:  $\text{NH}_3$ .

O átomo central é o nitróxeno, que ten 5 electróns na súa capa de valencia. A configuración electrónica do átomo de nitróxeno ( $Z = 7$ ) no estado fundamental é:  $1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^1$ . Tres destes electróns forman enlaces covalentes cos tres átomos de cloro, mentres que os outros dous permanecen como un par solitario non enlazante, como se ve no diagrama electrón-punto de Lewis:

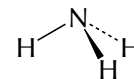


Segundo a TRPECV, a xeometría electrónica de 4 pares de electróns é tetraédrica.

A forma da molécula determínase da posición dos átomos (sen ter en conta os pares non enlazantes). O átomo de nitróxeno está no centro do tetraedro e os tres átomos de hidróxeno dispóñense en tres vértices, pero no cuarto está un par non enlazante que non «se ve». A forma da molécula é piramidal achatada.

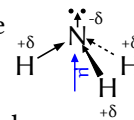


Dado que o par non enlazante está máis preto do átomo de nitróxeno que os pares de enlace, a repulsión entre o par non enlazante e os pares de enlace é maior que entre os pares de enlace e entre si, e fará que os átomos de hidróxeno se acheguen un pouco máis. O ángulo de enlace H-N-H será algo inferior a  $109,5^\circ$ .



A electronegatividade mide a tendencia que ten un átomo a atraer cara á si o par de electróns do enlace e a resistencia a deixalos marchar.

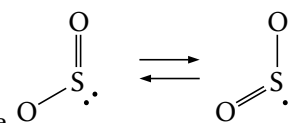
Como o nitróxeno é máis electronegativo que o hidróxeno, existe un momento dipolar de enlace  $H^{\delta+} \rightarrow N^{\delta-}$ , que se representa por un vector. Os vectores momento dipolar  $H^{\delta+} \rightarrow N^{\delta-}$  dan unha resultante cara ao átomo de hidróxeno. Ademais, o par non enlazante produce outro vector momento dipolar na mesma dirección e sentido que a resultante dos tres vectores momento dipolar  $H^{\delta+} \rightarrow N^{\delta-}$ , polo que a molécula é polar.



c) A molécula de  $SO_2$  é angular.

O átomo central é o de xofre, que ten 6 electróns na súa capa de valencia. A configuración electrónica do átomo de xofre ( $Z = 16$ ) no estado fundamental é:  $[Ne] 3s^2 3p_x^2 3p_y^1 3p_z^1$ . Dous destes electróns forman enlaces covalentes  $\sigma$  cos dous átomos de osíxeno, outro par de electróns compártese cun dos osíxenos formando un enlace  $\pi$ , mentres que os outros dous permanecen como un par solitario non enlazante, como se ve no diagrama electrón-punto de Lewis:  $:\ddot{O}:\ddot{S}:\ddot{O}:$

O átomo de xofre ten tres pares de electróns, dous  $\sigma$  e un non enlazante, que se repelen. (O cuarto par  $\pi$  non se ten en conta). Segundo a TRPECV, a xeometría electrónica de 3 pares de electróns é triangular con ángulos de  $120^\circ$ . (En realidade a estrutura do  $SO_2$  é resonante entre dúas formas nas que o dobre enlace «oscila» entre os dous átomos de osíxeno). Como un dos tres pares non ten un átomo enlazado, está máis preto do átomo do xofre e repele con máis forza aos outros dous, facendo que o ángulo O-S-O sexa menor que  $120^\circ$ .



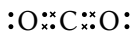
A molécula de dióxido de carbono,  $CO_2$ , é lineal.

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.

Dous destes electróns forman enlaces covalentes  $\sigma$  cos dous átomos de osíxeno, mentres que os outros dous forman enlaces  $\pi$  con eses mesmos átomos, como se ve no diagrama electrón-punto de Lewis:  $:\ddot{O}::C::\ddot{O}:$



Segundo a TRPECV, os enlaces  $\pi$  non se teñen en conta e a xeometría electrónica de 2 pares de electróns é lineal. A molécula de  $CO_2$  é lineal,  $O=C=O$ , cun ángulo O-C-O de  $180^\circ$ .

2. a) Escribe a formula semidesenvolvida dos seguintes compostos:

a.1) 3-Metil-2,3-butanodiol.    a.2) 5-Hepten-2-ona.    a.3) Etilmetiléter.    a.4) Etanamida.

b) Indica se o ácido 2-hidroxipropanoico presenta carbono asimétrico e representa os posibles isómeros ópticos.

(A.B.A.U. extr. 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:

$$\text{CH}_3 - \text{O} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$$

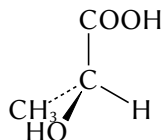
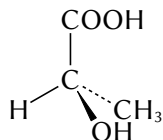
a.4) Etanamida:

$$\text{CH}_3 - \text{CO} - \text{NH}_2$$

b) O ácido 2-hidroxipropanoico,  $\text{CH}_3 - \underset{\text{H}}{\overset{\text{OH}}{\text{C}}} - \text{COOH}$ , ten un carbono asimétrico. O carbono 2 está unido a ca-

tro grupos distintos: metilo ( $-\text{CH}_3$ ), hidróxeno ( $-\text{H}$ ), hidroxilo ( $-\text{OH}$ ) e carboxilo ( $-\text{COOH}$ ).

Os isómeros ópticos son:



3. Introdúcense 0,2 moles de  $\text{Br}_2$  nun recipiente de 0,5 L de capacidade a 600 °C. Unha vez establecido o equilibrio  $\text{Br}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{Br}(\text{g})$  nestas condicións, o grao de disociación é 0,8.

a) Calcula  $K_c$  e  $K_p$ .

b) Determina as presións parciais exercidas por cada compoñente da mestura no 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. extr. 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: volume

temperatura

Cantidade inicial de  $\text{Br}_2$

Grao de disociación

Constante dos gases ideais

### Incógnitas

Constantes do equilibrio  $K_c$  e  $K_p$

Presións parciais exercida por cada compoñente

### Outros símbolos

Cantidade de  $\text{Br}_2$  que se ha dissociado

### Ecuacións

Concentración da substancia X

Grao de disociación

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

### Cifras significativas: 3

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

$T = 600 \text{ °C} = 873 \text{ K}$

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

$\alpha = 0,800$

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

$K_c, K_p$

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

$n_d(\text{Br}_2)$

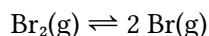
$[\text{X}] = n(\text{X}) / V$

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

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

### Solución:

A ecuación de disociación química do bromo é:



Disociáronse:

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

Pola estequiometría da reacción, as cantidades de bromo atómico formado e en equilibrio son:

		$\text{Br}_2$	$\rightleftharpoons$	2 Br	
Cantidade inicial	$n_0$	0,200		0	mol
Cantidade que reacciona ou se forma	$n_r$	0,160	$\rightarrow$	0,320	mol
Cantidade no equilibrio	$n_e$	$0,200 - 0,160 = 0,040$		0,320	mol
Concentración no equilibrio	$[\text{X}]_e$	$0,040 / 0,500 = 0,080$		0,640	mol/dm <sup>3</sup>

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



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

Se consideramos comportamiento ideal para os gases, podemos escribir:

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

b) A presión parcial de cada un dos gases, suposto comportamento ideal, é a que exercería se se atopase só no recipiente.

$$p(\text{Br}) = \frac{n(\text{Br}) \cdot R \cdot T}{V_T} = \frac{0,640 \text{ mol} \cdot 8,31 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 873 \text{ K}}{0,500 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3} = 4,65 \cdot 10^6 \text{ Pa} = 4650 \text{ kPa} \cdot \frac{1 \text{ atm}}{101,3 \text{ kPa}} = 45,9 \text{ atm}$$

$$p(\text{Br}_2) = \frac{n(\text{Br}_2) \cdot R \cdot T}{V_T} = \frac{0,080 \text{ mol} \cdot 8,31 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 873 \text{ K}}{0,500 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3} = 5,8 \cdot 10^5 \text{ Pa} = 580 \text{ kPa} \cdot \frac{1 \text{ atm}}{101,3 \text{ kPa}} = 5,7 \text{ atm}$$

4. Ao disolver 0,23 g de HCOOH en 50 mL de auga obtense unha disolución de pH igual a 2,3. Calcula:

- A constante de acidez ( $K_a$ ) do ácido.
- O grao de ionización do mesmo.

(A.B.A.U. extr. 17)

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

### Datos

Masa de ácido metanoico

Volumen de disolución

pH da disolución

Masa molar do ácido metanoico

### Incógnitas

Constante de acidez do ácido metanoico

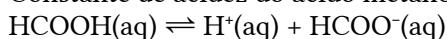
Grao de disociación

### Outros símbolos

Concentración da substancia X

### Ecuacións

Constante de acidez do ácido metanoico:



pH

Grao de disociación

### Cifras significativas: 3

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

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

$$\text{pH} = 2,30$$

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

$$K_a$$

$$\alpha$$

$$[X]$$

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

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

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

### Solución:

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

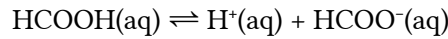
$$2,30 = -\log[\text{H}^+]$$

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

A concentración inicial (antes de disociarse) de ácido metanoico é:

$$[\text{HCOOH}]_0 = \frac{n(\text{HCOOH})}{V} = \frac{0,230 \text{ g HCOOH}}{0,050 \text{ dm}^3 \text{ D}} \cdot \frac{1 \text{ mol HCOOH}}{46,0 \text{ g HCOOH}} = 0,100 \text{ mol HCOOH/dm}^3 \text{ D}$$

Da estequiometría da reacción de disociación



dedúcese que a concentración de ácido metanoico dissociado  $[\text{HCOOH}]_d$  é a mesma que a dos ións hidróxeno producidos  $[\text{H}^+]_e$  e a dos ións metanoato  $[\text{HCOO}^-]_e$

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

Escribindo nunha táboa as concentracións de cada especie:

		HCOOH	$\rightleftharpoons$	H <sup>+</sup>	HCOO <sup>-</sup>	
$[\text{X}]_0$	Concentración inicial	0,100		$\approx 0$	0	mol/dm <sup>3</sup>
$[\text{X}]_d$	Concentración dissociada ou formada	$5,00 \cdot 10^{-3}$	$\rightarrow$	$5,00 \cdot 10^{-3}$	$5,00 \cdot 10^{-3}$	mol/dm <sup>3</sup>
$[\text{X}]_e$	Concentración no equilibrio	$0,100 - 5,00 \cdot 10^{-3} = 0,095$		$5,00 \cdot 10^{-3}$	$5,00 \cdot 10^{-3}$	mol/dm <sup>3</sup>

A constante de equilibrio  $K_a$  é:

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

b) O grao de disociación é

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

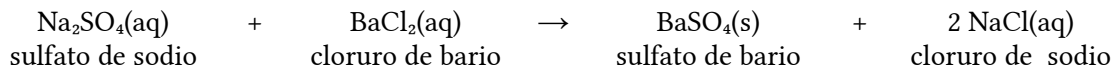
5. Mestúranse 10 cm<sup>3</sup> dunha disolución de BaCl<sub>2</sub> de concentración 0,01 mol/dm<sup>3</sup> con 40 cm<sup>3</sup> dunha disolución de sulfato de sodio de concentración 0,01 mol/dm<sup>3</sup> obténdose cloruro de sodio e un precipitado de sulfato de bario.

- Escribe a reacción que ten lugar e indica a cantidade de precipitado que se obtén.
- Indica o material e o procedemento que empregarías para separar o precipitado formado.

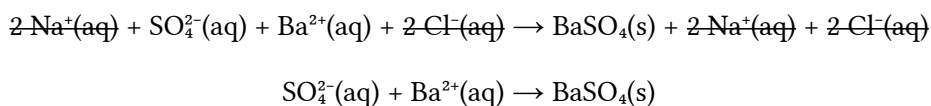
(A.B.A.U. extr. 17)

**Solución:**

a) Escríbese a reacción da reacción química axustada:



Ionízanse os compostos solubles e escríbese a reacción iónica de precipitación do carbonato de calcio:



Cálculo da cantidade de precipitado (supoñendo 2 cifras significativas).

Calcúlase a masa de sulfato de bario que debería obterse a partir dos datos das disolucións de cloruro de bario e sulfato de sodio.

Para a determinación do reactivo limitante, calcúlanse as cantidades iniciais dos reactivos.

Calcúlase a cantidade dun deles necesaria para reaccionar completamente co outro, mirando a ecuación axustada da reacción.

Identifícase ao reactivo limitante, comprobando se a cantidade necesaria é maior ou menor que a que hai. Calcúlanse as cantidades iniciais dos reactivos:

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

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

Calcúlase a cantidade de sulfato de sodio necesaria para reaccionar co cloruro de bario, mirando a ecuación axustada da reacción:

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

Como a cantidade necesaria,  $1,0 \cdot 10^{-4}$  mol, é menor que a inicial,  $4,0 \cdot 10^{-4}$  mol, o reactivo limitante non é o sulfato de sodio senón o cloruro de bario.

Calcúlase a masa de sulfato de bario que se espera obter, mirando a ecuación axustada da reacción:

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

### Procedemento

Para separar o precipitado, colócase un papel de filtro circular nun funil büchner, axustándoo para non deixar orificios libres, e humedécese con auga para que quede adherido.

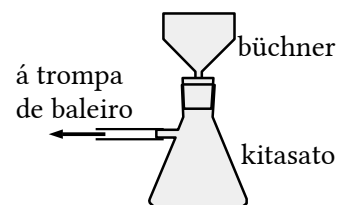
Axústase o funil büchner sobre un matraz kitasato e conéctase a rama lateral do kitasato a unha trompa de baleiro.

Ábrese a billa e vértese o contido do vaso (precipitado e líquido) no funil.

Bótase máis auga sobre o precipitado que aínda queda no vaso para levalo ao funil.

Cando xa non gotee máis auga no interior do kitasato, desencáixase o funil e péchase a billa.

Quítase o papel de filtro e déixase a secar un día ou dous.



### Material

Vasos de precipitados (2), variña de vidro, funil büchner, matraz kitasato, papel de filtro.

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

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

Alguns cálculos fixéronse cunha [folia de cálculo](#) de [LibreOffice](#) 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](#), e de o [tradutor da CIXUG](#).

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

Consultouse ao Copilot de Microsoft Edge e tivéronse en conta algunhas das súas respostas nas cuestións.

Actualizado: 17/07/24