

**Convocatoria extraordinaria 2024
QUÍMICA**

O exame consta de 8 preguntas, das que poderá responder un **MÁXIMO DE 5**, combinadas como queira. Cada pregunta **vale 2 puntos**. Se responde máis preguntas das permitidas, **só se corruxirán as 5 primeiras respondidas**.

PREGUNTA 1. [2 puntos (1 punto por apartado)].

1.1. Ordene os seguintes elementos razoadamente en orde crecente do potencial de ionización: C, Be, K, N e F.

1.2. Indique razoadamente cales das seguintes especies conducen a corrente eléctrica: un fio de Cu, un cristal de LiF e unha disolución acuosa de NaCl.

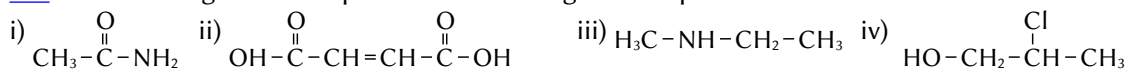
PREGUNTA 2. [2 puntos (1 punto por apartado)].

2.1. En base á teoría de repulsión dos pares de electróns da capa de valencia xustifique a xeometría electrónica e molecular do H₂Se, e discuta razoadamente se ten ou non momento dipolar.

2.2. Sabendo que a molécula de H₂O ten xeometría electrónica tetraédrica e molecular angular: prediga razoadamente o valor do ángulo de enlace, indique que orbitais híbridos empregará o átomo de osíxeno para formar os enlaces na molécula, indicando como se forman os ditos orbitais.

PREGUNTA 3. [2 puntos (1 punto por apartado)].

3.1. Nomee os seguintes compostos e razoe se algún deles presenta isomería xeométrica.



3.2. Explique razoadamente que sucederá se introducimos unha vara de Zn nunha disolución 1,0 M de nitrato de cobre (II).

PREGUNTA 4. [2 puntos (1 punto por apartado)].

Prepárase unha disolución acuosa de ácido cianhídrico, HCN, disolvendo 0,67 g do ácido nun volume final de disolución de 500 mL. Se o pH da disolución resultante é de 4,9, calcule:

4.1. O valor do grao de ionización do ácido.

4.2. O valor da constante do ácido (K_a) e o valor da constante da súa base conxugada (K_b).

PREGUNTA 5. [2 puntos (1 punto por apartado)].

Prepárase unha disolución saturada de hidróxido de bario en auga a 25 °C, alcanzándose un valor de pH = 11.

5.1. Calcule a cantidade máxima en g de hidróxido de bario que se pode disolver en 2 L de auga.

5.2. Determine o valor do produto de solubilidade e discuta razoadamente como afectará á solubilidade do hidróxido de bario a adición de BaCl₂, considerando que este sal está completamente dissociado.

PREGUNTA 6. [2 puntos (1 punto por apartado)].

Introdúcese nun reactor 0,5 moles de SbCl₅(g) a 25 °C, e tras alcanzar o seguinte equilibrio, SbCl₅(g) ⇌ SbCl₃(g) + Cl₂(g), obtéñense 0,15 moles de Cl₂(g), sendo a presión total de 3 atm. Calcule:

6.1. A presión parcial de cada gas no equilibrio.

6.2. O valor de K_p e K_c .

PREGUNTA 7. [2 puntos (1 punto por apartado)].

Nun laboratorio dispónse dunha disolución acuosa de 100 mL de HCl 2,0 M e outra de 100 mL de NaOH 2,0 M.

7.1. Calcule o valor da entalpía de neutralización expresado en kJ/mol, cando se mesturan ambas disolucións, sabendo que o incremento de temperatura que se produce é de 12 °C. Datos: considere despreziable a capacidade calorífica do calorímetro: calor específico(mestura) = calor específico(auga) = 4,18 J/g °C; densidades das disolucións do ácido e da base = 1,0 g/mL.

7.2. Describa o procedemento que se debe levar a cabo indicando o material necesario para determinar a entalpía de neutralización.

PREGUNTA 8. [2 puntos (1 punto por apartado)].

Mestúranse 40 mL dunha disolución 0,1 M de cloruro potásico con 30 mL doutra disolución 0,1 M de nitrato de chumbo(II), e obtéñense 0,48 g dun precipitado de cloruro de chumbo(II) de cor branca.

8.1. Escriba a reacción completa que ten lugar e calcule a porcentaxe de rendemento da reacción.

8.2. Explique o procedemento que empregaría para separar o precipitado formado mediante unha filtración a baleiro, indicando o material a empregar e debuxando a montaxe a utilizar.

Datos: $R = 8,31 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1} = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$; $1 \text{ atm} = 101,3 \text{ kPa}$; $K_w = 1,0\cdot 10^{-14}$;
 $E^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = +0,34 \text{ V}$; $E^\circ(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = -0,76 \text{ V}$.

Solucións

1.1 Ordena os seguintes elementos razoadamente en orde crecente do potencial de ionización: C, Be, K, N e F.

(A.B.A.U. extr. 24)



Solución:

a) As configuracións electrónicas dos elementos son:

C ($Z = 6$): $1s^2 2s^2 2p^2$

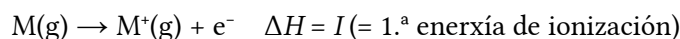
Be ($Z = 4$): $1s^2 2s^2$

K ($Z = 19$): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$

N ($Z = 7$): $1s^2 2s^2 2p^3$

F ($Z = 9$): $1s^2 2s^2 2p^5$

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



É unha propiedade periódica. Na táboa periódica aumenta, nun período, cara á dereita, e nun grupo, cara arriba, debido á diminución do raio atómico.

C, Be, N e F atópanse no segundo período, estando situados na orde Be, C, N e F. Polo tanto, as súas enerxías de ionización estarán ordenadas:

$$I(\text{Be}) < I(\text{C}) < I(\text{N}) < I(\text{F})$$

O potasio atópase no terceiro período, polo que a súa enerxía de ionización será máis baixa que a do Be. A orde crecente sería:

$$I(\text{K}) < I(\text{Be}) < I(\text{C}) < I(\text{N}) < I(\text{F})$$

1.2 Indica razoadamente cales das seguintes especies conducen a corrente eléctrica:

a) Un fío de Cu.

b) Un cristal de LiF.

c) Unha disolución acuosa de NaCl.

(A.B.A.U. extr. 24)



Solución:

Conducen a corrente eléctrica: a) un fío de cobre, e c) unha disolución acuosa de cloruro de sodio.

O cobre é un metal e un bo condutor porque os seus electróns poden moverse libremente cando son sometidos a unha diferenza de potencial.

Cando o cloruro de sodio se dissolve en auga, os ións Na^+ e Cl^- se separan da estrutura cristalina e quedan libres na disolución, permitindo que a corrente eléctrica pase a través dela.

Un cristal de fluoruro de litio non conduce corrente eléctrica porque os cristais iónicos, como o LiF, están formados por ións que están, dentro dunha rede cristalina, en posicións fixas que precisan dunha enerxía moi alta para poder abandonala.

2.1 En base á teoría de repulsión dos pares de electróns da capa de valencia xustifica a xeometría electrónica e molecular do H_2Se , e discute razoadamente se ten ou non momento dipolar.

(A.B.A.U. extr. 24)



Solución:

A teoría de repulsión de pares de electróns da capa de valencia (TRPECV) supón que os electróns de valencia, xunto cos dos átomos que forman enlace con el, rodean a un átomo formando parellas, nas que a repulsión entre os electróns de cada parella é pequena, debido a que teñen spin contrario, e só hai que ter en

conta a repulsión electrostática clásica entre os pares enlazantes (excepto os π) e entre os pares enlazantes e os pares non enlazantes, de forma que se dispoñan o máis afastados posible.

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

Molécula de seleniuro de hidróxeno: H_2Se .

O átomo central é o de xofre, que ten seis electróns na capa de valencia. A configuración electrónica do átomo de xofre ($Z = 16$) no estado fundamental é $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$. Os electróns no orbital $3p$ están distribuídos en: $3p_x^2 3p_y^1 3p_z^1$.

Os dous electróns desapareados forman dous enlaces, cada un co electrón dun átomo de hidróxeno, como se ve no diagrama electrón-punto de Lewis: $\text{H}:\ddot{\text{Se}}:\text{H}$

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

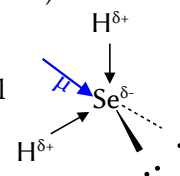
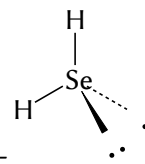
A molécula é triangular plana, cun ángulo $\text{H}-\text{Se}-\text{H}$ menor que o de $109,5^\circ$ dun tetraedro, porque a repulsión entre os pares non enlazantes, que están máis cerca do átomo de selenio, é maior que a que hai entre os pares de enlace.

(A [consulta na wikipedia](#) do ángulo dá 91° , que é bastante máis baixo do que se podería supoñer).

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.

O átomo de selenio é máis electronegativo que o átomo de hidróxeno porque é un non metal con tendencia a gañar electróns. En cada enlace $\text{H}-\text{Se}$ existe un momento dipolar de enlace $\text{H}^{\delta+} \rightarrow \text{Se}^{\delta-}$, que se representa por un vector. A resultante dos dous vectores momento dipolar está dirixida cara ao átomo de selenio.

(A [consulta por internet](#) di que o momento dipolar é moi pequeno e que, dado que o criterio par dicir que unha substancia é apolar é que a diferenza de electronegatividade sexa menor que 0,5, neste caso $\chi(\text{H}) = 2,2$ e $\chi(\text{Se}) = 2,55$, o enlace $\text{H}-\text{Se}$ podería considerarse apolar. Ao non dispoñer destes datos, non se pode prever esta solución).



2.2 Sabendo que a molécula de H_2O ten xeometría electrónica tetraédrica e molecular angular:

- Predí razoadamente o valor do ángulo de enlace
- Indica que orbitais híbridos empregará o átomo de osíxeno para formar os enlaces na molécula, indicando como se forman os ditos orbitais.

(A.B.A.U. extr. 24)

Solución:

b)

Na teoría da hibridación, os orbitais s , p_x , p_y e p_z , solucións da ecuación de onda para certas condicións rexidas polos números cuánticos n , l e m , poden substituírse por certas combinacións lineais deles chamadas orbitais híbridos.

Combinando os orbitais s e p pódense formar tres tipos de orbitais híbridos:

- 2 orbitais sp , formados pola hibridación do orbital s e un orbital p . Están dirixidos en sentidos opostos dunha liña recta, formando un ángulo de 180° .

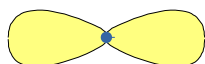
(Quedan dous orbitais p sen hibridar, que poderían formar parte de enlaces π).

- 3 orbitais sp^2 , formados pola hibridación do orbital s e dous orbitais p . Están dirixidos cara aos vértices dun triángulo equilátero, formando ángulos de 120° .

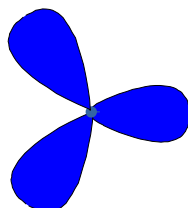
(Queda un orbital p sen hibridar que podería ser parte dun enlace π).

- 4 orbitais sp^3 , formados pola hibridación do orbital s e os tres orbitais p . Están dirixidos cara aos vértices dun tetraedro, formando ángulos de $109,5^\circ$.

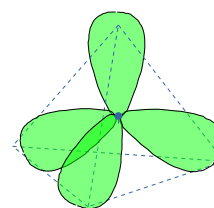
2 híbridos sp



3 híbridos sp^2



4 híbridos sp^3



Molécula de auga: H₂O.

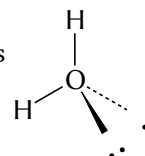
A configuración electrónica do átomo de osíxeno ($Z = 8$) no estado fundamental é $1s^2 2s^2 2p^4$. Os electróns no orbital 2p están distribuídos en: $2p_x^2 2p_y^1 2p_z^1$.

Ao ter dous electróns desapareados, pode formar dous enlaces. Para iso, o orbital 2s híbrídase cos orbitais 2p, dando lugar a catro orbitais híbridos sp^3 , que se dispoñen cara aos vértices dun tetraedro.

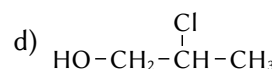
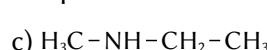
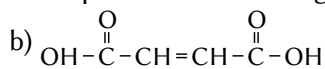
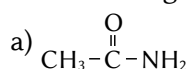
Ao compartir cada un dos dous electróns desapareados que ocupan dous destes orbitais híbridos, cun electrón desapareado dun átomo de hidróxeno, fórmase a molécula de H₂O. Aínda que a distribución de pares de electróns é tetraédrica, como os pares non enlazantes «non se ven», a disposición dos átomos H-O-H é triangular plana.

a) O ángulo H-O-H é menor que o de 109,5° dun tetraedro, porque a repulsión entre os pares non enlazantes, que están máis cerca do átomo de osíxeno, é maior que a que hai entre os pares de enlace, o que fai que os átomos de hidróxeno achéguese entre si.

Os libros de texto din que o ángulo é de 104,5°.

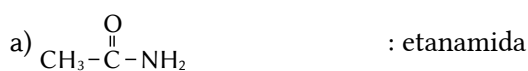


3.1 Nomea os seguintes compostos e razoa se algún deles presenta isomería xeométrica.



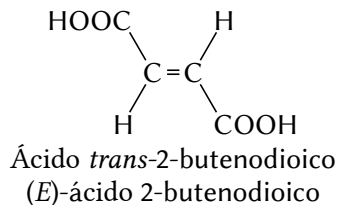
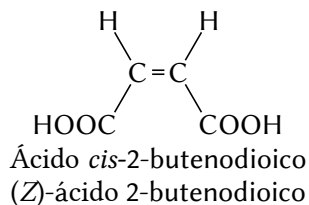
(A.B.A.U. extr. 24)

Solución:



Un composto terá isomería xeométrica (cis-trans), se ten polo menos un dobre enlace no que os grupos unidos a cada carbono do dobre enlace sexan distintos.

O único composto que ten isomería xeométrica é o ácido 2-butenodioico:



3.2 Explica razoadamente que sucederá se introducimos unha vara de Zn nunha disolución de nitrato de cobre(II) de concentración 1,0 mol/dm³.

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

(A.B.A.U. extr. 24)

Solución:

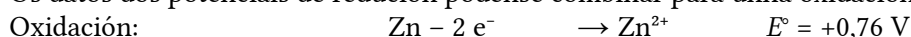
A condición para que unha reacción química sexa espontánea é que a variación de enerxía libre de Gibbs sexa negativa. A relación matemática entre a enerxía libre de Gibbs e o potencial electroquímico é:

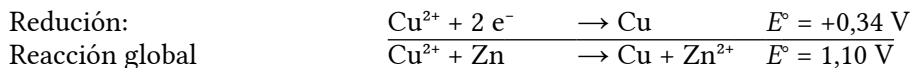
$$\Delta G = -n \cdot F \cdot E$$

ΔG é a variación de enerxía libre de Gibbs, n é o número de electróns intercambiados por cada mol de especie reducida ou oxidada, F (1 Faraday) é a carga dun mol de electróns e E é o potencial electroquímico do proceso.

Como ΔG e E son de signos opostos, a condición para que unha reacción sexa espontánea é que o potencial electroquímico sexa positivo: $E > 0$.

Os datos dos potenciais de redución pódense combinar para unha oxidación-redución:





O potencial da reacción global sae positivo, por tanto, o proceso será espontáneo. O cinc oxidárase a ión Zn^{2+} e o ión Cu^{2+} depositárase como cobre metálico.

Nun principio o cobre metálico depositárase sobre a barra de cinc, mentres o cinc vaise disolvendo. A disolución irá aumentando en ións cinc e diminuindo en ións cobre(II). Se o tempo e as cantidades o permiten, a barra de cinc desaparecerá e quedará no fondo do recipiente un depósito de po de cobre.

4. Prepárase unha disolución acuosa de ácido cianhídrico, HCN, disolvendo 0,67 g do ácido nun volume final de disolución de 500 cm³. Se o pH da disolución resultante é de 4,9, calcula:
- O valor do grao de ionización do ácido.
 - O valor da constante do ácido (K_a) e o valor da constante da súa base conxugada (K_b).
- Dato: $K_w = 1,0 \cdot 10^{-14}$. (A.B.A.U. extr. 24)
- Rta.:** a) $\alpha = 0,0254 \%$; b) $K_a = 3,20 \cdot 10^{-9}$; $K_b = 3,13 \cdot 10^{-6}$.

Datos

Masa de ácido cianhídrico

Volume de disolución

pH da disolución

Masa molar do ácido cianhídrico

Cifras significativas: 3

$$m(\text{HCN}) = 0,670 \text{ g}$$

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

$$\text{pH} = 4,90$$

$$M(\text{HCN}) = 27,0 \text{ g/mol}$$

Incógnitas

Grao de disociación

α

Constante de acidez do ácido cianhídrico

K_a

Constante de basicidade da súa base conxugada.

K_b

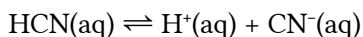
Outros símbolos

Concentración da substancia X

[X]

Ecuacións

Constante de acidez do ácido cianhídrico:



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

pH

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

Grao de disociación

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

Relación entre a constante de acidez e a de basicidade

$$K_a \cdot K_b = K_w$$

Solución:

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

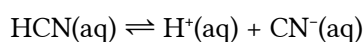
$$4,90 = -\log[\text{H}^+]$$

$$[\text{H}^+]_e = 10^{-4,90} = 1,3 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$$

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

$$[\text{HCN}]_0 = \frac{n(\text{HCN})}{V} = \frac{0,670 \text{ g HCN}}{0,500 \text{ dm}^3 \text{ D}} \cdot \frac{1 \text{ mol HCN}}{27,0 \text{ g HCN}} = 0,049 \text{ mol HCN/dm}^3 \text{ D}$$

Da estequiometría da reacción de disociación:



dedúcese que a concentración de ácido cianhídrico disociado $[\text{HCN}]_a$ é a mesma que a dos ións hidróxeno producidos $[\text{H}^+]_e$ e a dos ións cianuro $[\text{CN}^-]_e$.

$$[\text{HCN}]_d = [\text{H}^+]_e = [\text{CN}^-]_e = 1,26 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$$

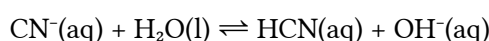
Escribindo nunha táboa as concentracións de cada especie:

		HCN	\rightleftharpoons	H^+	CN^-	
$[\text{X}]_0$	Concentración inicial	0,0496		≈ 0	0	mol/dm^3
$[\text{X}]_d$	Concentración dissociada ou formada	$1,3 \cdot 10^{-5}$	\rightarrow	$1,3 \cdot 10^{-5}$	$1,3 \cdot 10^{-5}$	mol/dm^3
$[\text{X}]_e$	Concentración no equilibrio	$0,0496 - 1,3 \cdot 10^{-5} = 0,0496$		$1,3 \cdot 10^{-5}$	$1,3 \cdot 10^{-5}$	mol/dm^3

A constante de acidez K_a é:

$$K_a = \frac{[\text{CN}^-]_e \cdot [\text{H}^+]_e}{[\text{HCN}]_e} = \frac{1,3 \cdot 10^{-5} \cdot 1,3 \cdot 10^{-5}}{0,0496} = 3,2 \cdot 10^{-9}$$

A súa base conxugada reacciona coa auga segundo o seguinte equilibrio:



A constante de basicidade da súa base conxugada é:

$$K_b = \frac{[\text{HCN}]_e \cdot [\text{OH}^-]_e}{[\text{CN}^-]_e}$$

que pode calcularse a partir da constante de acidez porque:

$$K_a \cdot K_b = \frac{[\text{CN}^-]_e \cdot [\text{H}^+]_e}{[\text{HCN}]_e} \cdot \frac{[\text{HCN}]_e \cdot [\text{OH}^-]_e}{[\text{CN}^-]_e} = [\text{H}^+]_e \cdot [\text{OH}^-]_e = K_w$$

$$K_b = \frac{K_w}{K_a} = \frac{1,00 \cdot 10^{-14}}{3,2 \cdot 10^{-9}} = 3,1 \cdot 10^{-6}$$

b) O grao de disociación é:

$$\alpha = \frac{[s]_d}{[s]_0} = \frac{1,3 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3}{0,0496 \text{ mol/dm}^3} = 2,5 \cdot 10^{-4} = 0,025 \%$$

5. Prepárase unha disolución saturada de hidróxido de bario en auga a 25 °C, alcanzándose un valor de pH = 11.

- Calcula a cantidade máxima en g de hidróxido de bario que se pode disolver en 2 dm³ de auga.
- Determina o valor do produto de solubilidade e discuta razoadamente como afectará á solubilidade do hidróxido de bario a adición de BaCl₂, considerando que este sal está completamente dissociado.

(A.B.A.U. extr. 24)

Rta.: a) $m = 0,171 \text{ g}$; b) $K_s = 5,00 \cdot 10^{-10}$.

Datos

pH da disolución de hidróxido de bario

Volume de auga

Masa molar do hidróxido de bario

Incógnitas

Masa de hidróxido de bario que se pode disolver en 2 dm³ de auga.

Produto de solubilidade do Ba(OH)₂

Ecuacións

Cantidade (número de moles)

Concentración molar (mol/dm³)

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

Cifras significativas: 3

pH = 11,0

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

$M(\text{Ba}(\text{OH})_2) = 171 \text{ g/mol}$

m

K_s

$n = m / M$

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

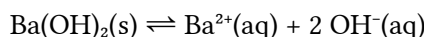
$K_s = [A^{\alpha-}]^a \cdot [B^{\beta+}]^b$

Solución:

a) Cando o pH = 11,0, o pOH = 14,0 – 11,0 = 3,0, e a concentración de ións hidróxido vale:

$$[\text{OH}^-]_b = 10^{-\text{pOH}} = 10^{-3,0} = 0,0010 \text{ mol/dm}^3$$

O equilibrio de solubilidade é:



Calcúlase a concentración de hidróxido de bario que produciu ese pH:

$$[\text{Ba(OH)}_2] = [\text{OH}^-] / 2 = 5,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$$

Calcúlase a cantidade de hidróxido de bario que hai en 2,00 dm³ de disolución:

$$n(\text{Ba(OH)}_2) = 2,00 \text{ [dm}^3] \cdot 5,0 \cdot 10^{-4} \text{ [mol/dm}^3] = 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol Ba(OH)}_2$$

Calcúlase a masa de hidróxido de bario:

$$m(\text{Ba(OH)}_2) = 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol Ba(OH)}_2 \cdot 171 \text{ g/mol} = 0,171 \text{ g Ba(OH)}_2$$

b) A concentración de ións bario é a metade da de ións hidróxido.

$$[\text{Ba}^{2+}] = [\text{OH}^-] / 2 = 5,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$$

Calcúlase a constante de equilibrio K_s :

$$K_s = [\text{Ba}^{2+}]_e \cdot [\text{OH}^-]_e^2 = 0,00050 \cdot (0,0010)^2 = 5,0 \cdot 10^{-10}$$

Análise: Buscando contrastar este resultado co real, atopo que o hidróxido de bario é un composto relativamente soluble cun produto de solubilidade da orde de $3 \cdot 10^{-4}$. Parece que o dato do problema é un erro, aínda que foi proposto un exercicio co mesmo dato na proba de EVAU de Madrid en 2020.

Dando por suposto que o resultado obtido é o correcto, a adición de BaCl₂, considerando que este sal está completamente dissociado, diminúe a solubilidade do hidróxido de bario, polo efecto do ión común.

Ao engadir a unha disolución de hidróxido de bario en equilibrio unha cantidade de cloruro de bario, que se dissolve totalmente, o equilibrio desprázase, seguindo a lei de Le Chatelier, no sentido de consumir o ión bario extra e de formar maior cantidade de precipitado de hidróxido de bario, deixando menos ións bario na disolución.

6. Introdúcese nun reactor 0,5 moles de SbCl₅(g) a 25 °C, e tras alcanzar o seguinte equilibrio: SbCl₅(g) ⇌ SbCl₃(g) + Cl₂(g), obtéñense 0,15 moles de Cl₂(g), sendo a presión total de 3 atm. Calcula:

a) A presión parcial de cada gas no equilibrio.

b) O valor de K_p e K_c .

Datos: $R = 8,31 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$; $1 \text{ atm} = 101,3 \text{ kPa}$.

(A.B.A.U. extr. 24)

Rta.: a) $p(\text{SbCl}_5)_e = 1,62 \text{ atm}$; $p(\text{SbCl}_3)_e = p(\text{Cl}_2)_e = 0,692 \text{ atm}$; b) $K_c = 0,0121$; $K_p = 0,297$.



Datos

Cantidade inicial de PCl₅

Temperatura

Cantidade de Cl₂ no equilibrio

Presión total no equilibrio

Constante dos gases ideais

Cifras significativas: 3

$n_0(\text{SbCl}_5) = 0,500 \text{ mol}$

$t = 25 \text{ °C} = 298 \text{ K}$

$n_e(\text{Cl}_2) = 0,150 \text{ mol}$

$p = 3,00 \text{ atm}$

$R = 0,0820 \text{ atm} \cdot \text{dm}^3 \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$

Incógnitas

Presións parciais de cada especie no equilibrio

Constantes de equilibrio

$p(\text{SbCl}_5)$, $p(\text{SbCl}_3)$, $p(\text{Cl}_2)$

K_c , K_p

Outros símbolos

Cantidade da substancia A no equilibrio

$n_e(A)$

Ecuacións

Fracción molar da substancia A

$$x(A) = n(A) / n_t$$

Presión parcial da substancia A

$$p(A) = x(A) \cdot p_t$$

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

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

Solución:

a) A ecuación de disociación é:



Chámase x á cantidade de PCl_5 disociada. Pola estequiometría da reacción,

		SbCl_5	\rightleftharpoons	SbCl_3	Cl_2	
Cantidade inicial	n_0	0,500		0	0	mol
Cantidade que reacciona ou se forma	n_r	x	\rightarrow	x	x	mol
Cantidade no equilibrio	n_e				0,150	mol

A cantidade de gas cloro que hai no equilibrio é a que se formou: $x = 0,150$ mol disociados. Polo tanto, as cantidades no equilibrio serán:

$$n_e(\text{SbCl}_5) = 0,500 - x = 0,500 - 0,150 = 0,350 \text{ mol SbCl}_5 \text{ no equilibrio}$$

$$n_e(\text{Cl}_2) = n_e(\text{SbCl}_3) = x = 0,150 \text{ mol}$$

A cantidade total de gas no equilibrio é a suma:

$$n_{e \text{ t}} = 0,350 + 0,150 + 0,150 = 0,650 \text{ mol}$$

Para calcular as presións parciais no equilibrio calcúlanse primeiro as fraccións molares:

$$x(\text{Cl}_2) = \frac{n(\text{Cl}_2)}{n_t} = \frac{0,150 \text{ [mol Cl}_2\text{]}}{0,650 \text{ [mol total]}} = 0,231$$

$$x_e(\text{SbCl}_3) = x_e(\text{Cl}_2) = 0,231$$

$$x_e(\text{SbCl}_5) = 1 - x_e(\text{Cl}_2) - x_e(\text{SbCl}_3) = 1 - 0,231 - 0,231 = 0,538$$

As presións parciais no equilibrio serán:

$$p(\text{SbCl}_5)_e = 0,538 \cdot 3,00 \text{ [atm]} = 1,62 \text{ atm}$$

$$, p(\text{SbCl}_3)_e = p(\text{Cl}_2)_e = 0,231 \cdot 3,00 \text{ [atm]} = 0,692 \text{ atm}$$

b) A constante de equilibrio en función das concentracións é

$$K_p = \frac{p_e(\text{SbCl}_3) \cdot p_e(\text{Cl}_2)}{p_e(\text{SbCl}_5)} = \frac{0,692 \cdot 0,692}{1,62} = 0,297 \text{ (presións en atm)}$$

A constante de equilibrio en función das presións pódese escribir en relación co constante de equilibrio en función das concentracións:

$$K_p = \frac{p_e(\text{SbCl}_3) \cdot p_e(\text{Cl}_2)}{p_e(\text{SbCl}_5)} = \frac{[\text{SbCl}_3]_e \cdot R \cdot T [\text{Cl}_2]_e \cdot R \cdot T}{[\text{SbCl}_5]_e \cdot R \cdot T} = \frac{[\text{SbCl}_3]_e \cdot [\text{Cl}_2]_e}{[\text{SbCl}_5]_e} \cdot R \cdot T = K_c \cdot R \cdot T$$

$$K_c = \frac{K_p}{R \cdot T} = \frac{0,297}{0,082 \cdot 298} = 0,012 \text{ (concentracións en mol/dm}^3\text{)}$$

7. Nun laboratorio dispónse dunha disolución acuosa de 100 cm³ de HCl de concentración 2,0 mol/dm³ e outra de 100 mL de NaOH de concentración 2,0 mol/dm³.

a) Calcula o valor da entalpía de neutralización expresado en kJ/mol, cando se mesturan ambas as disolucións, sabendo que o incremento de temperatura que se produce é de 12 °C.

b) Describa o procedemento que se debe levar a cabo indicando o material necesario para determinar

a entalpía de neutralización.

Datos: considere depreciable a capacidade calorífica do calorímetro: calor específica(mestura) = calor específica(auga) = 4,18 J/(g °C); densidades das disolucións do ácido e da base = 1,0 g/cm³.

(A.B.A.U. extr. 24)

Rta.: a) $\Delta H_n^\circ = -50$ kJ/mol

Solución:

Material:

Calorímetro de 250 cm³: recipiente illado (como un termo)

Probeta de 100 cm³. Tubo cilíndrico graduado con base de apoio.

Termómetro

Axitador. Vareta de vidro.

Procedemento:

Nunha probeta de 100 cm³, mídense 100 cm³ de disolución de HCl de concentración 2,0 mol/dm³ e vértense nun calorímetro. Mídese a temperatura cun termómetro.

Lávase a probeta e mídense 100 cm³ de disolución de NaOH de concentración 2,0 mol/dm³. Mídese a súa temperatura que debería ser a mesma que a da disolución de HCl xa que están ambas as á temperatura do laboratorio.

Bótase a disolución de hidróxido de sodio no calorímetro e axítase cunha vareta, comprobando a temperatura. Anótase o valor máximo.

Baléirase o calorímetro e lávase.

Cálculos: (Suporei que os datos teñen polo menos dúas cifras significativas).

A calor específica da mestura é igual á calor específica da auga. $c = 4,18$ J·g⁻¹·°C⁻¹

As densidades das disolucións do ácido e da base son iguais á densidade da auga. $\rho = 1,0$ g/cm³.

A calor gañada polo calorímetro é desprezable. $Q_c = 0$

A masa da disolución do ácido é:

$$m(\text{disolución ácido}) = V(\text{disolución ácido}) \cdot \rho = 100 \text{ cm}^3 \cdot 1,0 \text{ g/cm}^3 = 100 \text{ g}$$

A masa de l a disolución da base dá o mesmo resultado que a do ácido:

$$m(\text{disolución base}) = V(\text{disolución base}) \cdot \rho = 100 \text{ cm}^3 \cdot 1,0 \text{ g/cm}^3 = 100 \text{ g}$$

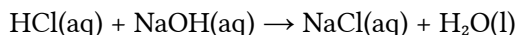
A masa da disolución final é a suma das masas das disolucións do ácido e da base:

$$m(\text{disolución}) = m(\text{disolución ácido}) + m(\text{disolución base}) = 100 \text{ g} + 100 \text{ g} = 200 \text{ g}$$

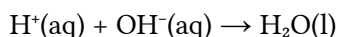
A calor gañada pola disolución é:

$$Q_d = m(\text{disolución}) \cdot c_e(\text{disolución}) \cdot \Delta t = 200 \text{ g} \cdot 4,18 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{°C}^{-1} \cdot 12 \text{ °C} = 1,0 \cdot 10^4 \text{ J}$$
$$Q(\text{cedida na neutralización}) + Q_d(\text{gañada pola disolución}) + Q_c(\text{gañada polo calorímetro}) = 0$$
$$Q(\text{cedida na neutralización}) = -1,0 \cdot 10^4 \text{ J}$$

Na reacción:



Pódese escribir en forma iónica:



Reaccionan 0,20 mol de HCl con 0,20 mol de NaOH:

$$n(\text{HCl}) = 0,100 \text{ dm}^3 \cdot 2,0 \text{ mol HCl} / \text{dm}^3 = 0,20 \text{ mol HCl}$$
$$n(\text{NaOH}) = 0,100 \text{ dm}^3 \cdot 2,0 \text{ mol HCl} / \text{dm}^3 = 0,20 \text{ mol NaOH}$$

Non hai reactivo limitante, polo que a entalpía da reacción é:

$$\Delta H_n^\circ = \frac{-1,0 \cdot 10^4 \text{ J}}{0,20 \text{ mol}} \frac{1 \text{ kJ}}{10^3 \text{ J}} = -50 \text{ kJ/mol}$$

Análise: Este resultado difire bastante do tabulado, -57,9 kJ/mol, aínda que se atopa dentro da orde de magnitude.

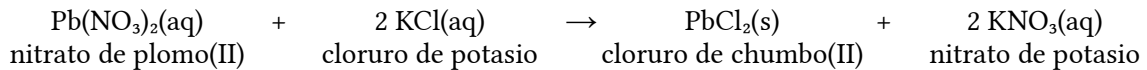
8. Mestúranse 40 cm³ dunha disolución de concentración 0,1 mol/dm³ de cloruro potásico con 30 cm³ doutra disolución de concentración 0,1 mol/dm³ de nitrato de chumbo(II), e obtéñense 0,48 g dun precipitado de cloruro de chumbo(II) de cor branca.
- Escrebe a reacción completa que ten lugar e calcula a porcentaxe de rendemento da reacción.
 - Explica o procedemento que empregaría para separar o precipitado formado mediante unha filtración a baleiro, indicando o material a empregar e debuxando a montaxe a utilizar.

(A.B.A.U. extr. 24)

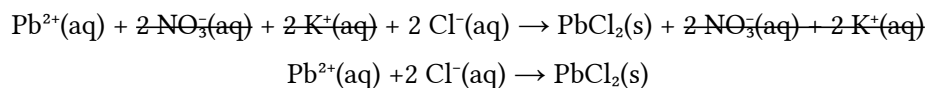
Rta.: Rendemento: 86 %

Solución:

a) Escríbese a reacción da reacción química axustada:



Ionízanse os compostos solubles e escríbese a reacción iónica de precipitación do ioduro de chumbo(II):



Cálculo do rendemento (supoñendo 2 cifras significativas).

Calcúlase a masa de cloruro de chumbo(II) que debería obterse a partir dos datos das disolucións de cloruro de potasio e nitrato de chumbo(II).

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:

$$n_0(\text{KCl}) = 40 \text{ cm}^3 \frac{1 \text{ dm}^3}{10^3 \text{ cm}^3} \frac{0,10 \text{ mol KCl}}{1 \text{ dm}^3} = 4,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol KCl}$$

$$n_0(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) = 30 \text{ cm}^3 \frac{1 \text{ dm}^3}{10^3 \text{ cm}^3} \frac{0,10 \text{ mol Pb}(\text{NO}_3)_2}{1 \text{ dm}^3} = 3,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol Pb}(\text{NO}_3)_2$$

Calcúlase a cantidade de nitrato de chumbo(II) necesaria para reaccionar co cloruro de potasio, mirando a ecuación axustada da reacción:

$$n(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) = 4,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol KCl} \frac{1 \text{ mol Pb}(\text{NO}_3)_2}{2 \text{ mol KCl}} = 2,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol Pb}(\text{NO}_3)_2$$

Como a cantidade necesaria, 2,0·10⁻³ mol, é menor que a inicial, 3,0·10⁻³ mol, o reactivo limitante non é o nitrato de chumbo(II) senón o cloruro de potasio.

Calcúlase a cantidade de cloruro de chumbo(II) que se espera obter, mirando a ecuación axustada da reacción:

$$n = 4,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol KCl} \frac{1 \text{ mol PbCl}_2}{2 \text{ mol KCl}} = 2,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol PbCl}_2$$

A masa que se pode obter é:

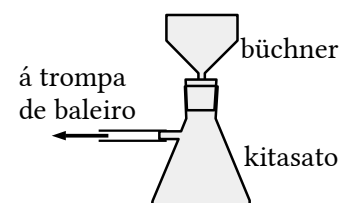
$$m = 2,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol PbCl}_2 \frac{278 \text{ g PbCl}_2}{1 \text{ mol PbCl}_2} = 0,56 \text{ g PbCl}_2$$

Calcúlase o rendemento da reacción dividindo a masa obtida, 0,48 g, entre a calculada, e exprésase o resultado en tanto por cento.

$$Rto. = \frac{0,48 \text{ g obtidos}}{0,56 \text{ g máximo}} = 0,86 = 86 \%$$

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.

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 [folla 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