

ABAU 2024
CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA
CRITERIOS DE AVALIACIÓN
QUÍMICA
(Cód. 24)

CRITERIOS XERAIS DE CORRECCIÓN DO EXAME DE QUÍMICA

- a. As respostas deben axustarse ao enunciado da pregunta.
- b. Unha cuestión teórica deberá razoarse. Non facelo anula a cuestión.
- c. Nas respostas ás cuestións, valorarase a utilización adecuada da linguaxe química, a claridade e orde lóxica na exposición dos conceptos, procesos, pasos a seguir e hipóteses.
- d. Un erro grave de concepto anula o apartado correspondente, pola contra, unha solución errada pero cun razoamento correcto valorarase.
- e. As cuestións que esixen a solución dunha anterior cualifícanse independentemente do resultado da devandita cuestión. Non obstante, a segunda cuestión anularase cando a solución da primeira estea baseada nun erro grave de concepto ou na invención de resultados.
- f. A formulación incorrecta ou a igualación incorrecta dunha ecuación química nun apartado levará a que o referido apartado puntúe, como máximo, o 25% da nota do mesmo.
- g. Os erros nas unidades, ou ben o non poñelas, descontan un 25% da nota do apartado.
- h. Un erro no cálculo considérase leve e desconta un 10% da nota do apartado. Pero o apartado anularase, se o resultado carece de lóxica e o alumnado non fai unha discusión acerca da falsidade de dito resultado ou se o corrector non é capaz de ver de onde saíu dito resultado.

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

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 fío de Cu, un cristal de LiF e unha disolución acuosa de NaCl.

1.1. Podemos definir a primeira enerxía ou potencial de ionización (PI) como a enerxía que fai falla subministrar a un átomo neutro dun elemento X no estado fundamental e gasoso, para arrancarlle un electrón do seu nivel externo, e convertelo nun ión positivo ou catión: $X_{(g)} \rightarrow X^+_{(g)} + 1e^-$.

Nun período o potencial de ionización aumenta ó desprazarnos cara a dereita: os electróns atópanse na mesma capa, e a carga nuclear efectiva vai aumentando, de modo que os electróns están atraídos con maior forza e costa máis arrancalos. Dentro do mesmo grupo prodúcese unha diminución do potencial ó descender, debido a que a pesar do lixeiro aumento da carga nuclear efectiva, aumenta o número de capas electrónicas, e os electróns vanse situando en niveis electrónicos máis externos, polo que senten menos atracción polo núcleo e resulta máis fácil arrancalo.

En conclusión, a orde crecente segundo o radio atómico sería $K < Be < C < N < F$

1.2. O fío de cobre conduce a corrente eléctrica: é un condutor metálico, no que os electróns de valencia poden moverse libremente a través do sólido ó aplicar un campo eléctrico externo.

O cristal de LiF non é condutor: é unha especie iónica na que en estado sólido os ións F^- e Li^+ ocupan posicións fixas na rede cristalina que forman, e non poden desprazarse.

Na disolución de NaCl, temos os ións Na^+ e Cl^- solvatados, e posúen a suficiente mobilidade para desprazarse ao aplicar un campo eléctrico, conducindo a corrente.

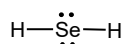
1 punto por apartado. Total 2 puntos.

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 H_2Se , e discuta razoadamente se ten ou non momento dipolar.

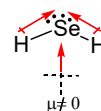
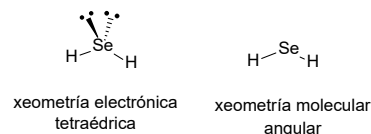
2.2. Sabendo que a molécula de H_2O ten xeometría electrónica tetraédrica e molecular angular: prediga razoadamente o valor do ángulo de enlace, indique que orbitais híbridos empregará o átomo de osíxeno para formar os enlaces na molécula, indicando como se forman ditos orbitais.

2.1. A estrutura de Lewis para a molécula é a seguinte:



Partindo da estrutura de Lewis e segundo a TRPECV a molécula ten 4 grupos de electróns arredor do Se. Destes catro grupos de electróns, dous grupos son de enlace e dous grupos de non enlace, polo que a xeometría electrónica é tetraédrica e a xeometría molecular angular.

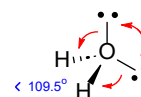
Debido a diferenza de electronegatividade dos átomos que os forman, os enlaces están polarizados. Pódense debuxar os vectores dos momentos dipolares de cada enlace H-Se, observando que debido a xeometría angular da molécula, a suma dos momentos dipolares non é nula, podendo calcular unha resultante de ditos vectores, e a molécula é polar.



2.2. Partindo da estrutura de Lewis para a molécula: $\text{H}-\ddot{\text{O}}-\text{H}$

Podemos ver que arredor do osíxeno hai catro pares de electróns, que segundo a teoría de repulsión dos pares de electróns da capa de valencia, distribúense tetraédricamente de modo que a repulsión electrónica sexa mínima: pero como dous pares son non enlazantes, estes producirán repulsións electrónicas sobre os pares enlazantes, e pechan o ángulo de enlace, que será menor que os ángulos dun tetraedro, $\alpha < 109,5^\circ$

Para xustificar a formación dos dous enlaces do osíxeno cos átomos de hidróxeno a ese ángulo debemos recorrer ó emprego de híbridos sp^3 no átomo de osíxeno. Estes híbridos fórmanse pola combinación lineal do orbital de valencia 2s e dos tres orbitais 2p, obtendo así 4 orbitais híbridos sp^3 equivalentes situados no espazo dirixíndose cara os vértices dun tetraedro.



1 punto por apartado. Total 2 puntos.

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

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

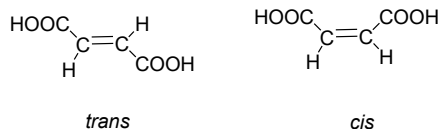


3.2. Explique razoadamente que sucederá se introducimos unha vara de Zn nunha disolución 1,0 M de nitrato de cobre (II).

3.1 (i) etanamida ou acetamida (ii) ácido butenodioico (iii) *N*-metiletanamina, *N*-metiletilamina, etilmetilamina (iv) 2-cloropropan-1-ol

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

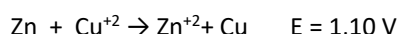
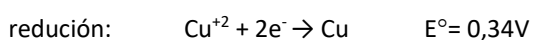
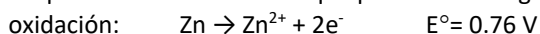
Soamente o ácido 2-butenodioico presenta un dobre enlace e cada carbono está unido a dous grupos diferentes, un hidróxeno (-H) e un grupo carboxilo (-COOH), polo que pode existir en forma de dous isómeros denominados *cis* e *trans*, que se diferencian na disposición dos seus átomos no espazo, sendo o isómero *cis* o que ten os átomos ou grupos atómicos iguais próximos espacialmente, e o *trans* afastados.



3.2. A reacción que podería suceder e que o Zn se oxide a Zn^{2+} , ó mesmo tempo que o ión Cu^{+2} da disolución de nitrato de cobre(II) se reduza a cobre elemental Cu^0 . Para que a reacción suceda, sexa espontánea, a variación de enerxía libre de Gibbs (ΔG) debe ser negativa e o potencial da reacción global (E) positivo, xa que a relación entre ambos ven dado pola expresión: $\Delta G = -nFE$, onde; n: nº de e^- intercambiados por cada mol de especie reducida ou oxidada

F: constante de Faraday

Combinando as dúas posibles semirreaccións que poderían ter lugar:



O E da reacción global é positivo, entón $\Delta G < 0$, o proceso será espontáneo e haberá reacción entre o Zn e o Cu^{+2} .

1 punto por apartado. Total 2 puntos.

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:

4.2. O valor da constante do ácido (K_a) e o valor da constante da sua base conjugada (K_b).

$$0,67 \text{ g} \times \frac{1 \text{ mol de HCN}}{27 \text{ g de HCN}} = 0,025 \text{ mol HCN}$$

	$\text{HCN}_{(\text{ac})}$	$+ \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$	$\rightleftharpoons \text{CN}^{-}_{(\text{ac})}$	$+ \text{H}_3\text{O}^{+}_{(\text{ac})}$
Moles iniciales	0,025		-	-
Moles reaccionan	- x		x	x
Moles en equilibrio	0,025- x		x	x

Como o volume da disolución son 500 mL, podemos calcular os moles que reaccionan:

Polo tanto o grao de disociación será:

4.2. As concentracións no equilibrio serán:

Para calcular a K_b da súa base conxugada sabemos que $K_a \cdot K_b = K_w$:

1 punto por apartado. Total 2 puntos.

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

5.2. Determine o valor do produto de solubilidade e discuta razoadamente como afectará á solubilidade do hidróxido de bario a adición de BaCl_2 , considerando que este sal está completamente dissociado.

$$\text{Ba(OH)}_2(s) \rightleftharpoons \underset{s}{\text{Ba}^{+2}(\text{ac})} + \underset{2s}{2\text{OH}^{-}(\text{ac})}$$

$\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-] \Rightarrow$ polo tanto a concentración $[\text{OH}^-] = 0,001 = 2\text{s}$ e despregando o valor de s:

Expresando a solubilidade em g/L, tendo em conta que o peso molecular do $\text{Ba}(\text{OH})_2$ é 171,3 g/mol.

Podemos agora determinar a quantidade máxima em g, de hidróxido de bário que se pode dissolver em 2 L de auga.

3

5.2. O produto de solubilidade virá dado pola expresión:

$$K_{ps} = [\text{Ba}^{+2}] \cdot [\text{OH}^{-}]^2 = s \cdot (2s)^2 = 4 \cdot s^3 = 4 \cdot (5 \cdot 10^{-4})^3 = 5 \cdot 10^{-10}$$

Ao engadir o sal soluble BaCl_2 , que estará totalmente dissociado, $\text{BaCl}_2(s) \rightarrow \text{Ba}^{+2}(\text{ac}) + 2\text{Cl}^{-}(\text{ac})$, aumenta a concentración de ións $[\text{Ba}^{+2}]$, a cal será a suma da concentración dos ións bario procedentes da disociación do BaCl_2 e dos ións bario procedentes do $\text{Ba}(\text{OH})_2$ disolto, e como consecuencia da lei de Le Chatelier, o equilibrio vaise desprazar cara a esquerda, diminuindo polo tanto a súa solubilidade.

1 punto por apartado. Total 2 puntos.

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

Introdúcese nun reactor 0,5 moles de $\text{SbCl}_{5(g)}$ a 25°C , e tras alcanzar o seguinte equilibrio, $\text{SbCl}_{5(g)} \rightleftharpoons \text{SbCl}_{3(g)} + \text{Cl}_{2(g)}$, obtéñense 0,15 moles de $\text{Cl}_{2(g)}$, 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 .

6.1.

	$\text{SbCl}_{5(g)} \rightleftharpoons$	$\text{SbCl}_{3(g)}$	$+ \text{Cl}_{2(g)}$
Moles iniciais	0,50		
Moles reaccionan	-x	x	x
Moles equilibrio	0,50-x	x	x
Moles equilibrio	0,35	0,15	x= 0,15

Os moles totais no equilibrio son $n_t = 0,35 + 0,15 + 0,15 = 0,65$ moles; sabendo que a $P_t = 3$ atm, podemos calcular a presión parcial de cada gas no equilibrio.

$$P_{\text{SbCl}_5} = X_{\text{SbCl}_5} \cdot P_t = \frac{n_{\text{SbCl}_5}}{n_t} \cdot P_t = \frac{0,35}{0,65} \cdot 3 = 1,61 \text{ atm}$$

$$P_{\text{SbCl}_3} = X_{\text{SbCl}_3} \cdot P_t = \frac{n_{\text{SbCl}_3}}{n_t} \cdot P_t = \frac{0,15}{0,65} \cdot 3 = 0,69 \text{ atm}$$

$$P_{\text{Cl}_2} = X_{\text{Cl}_2} \cdot P_t = \frac{n_{\text{Cl}_2}}{n_t} \cdot P_t = \frac{0,15}{0,65} \cdot 3 = 0,69 \text{ atm}$$

6.2. O valor de K_p será:

$$K_p = \frac{(P_{\text{SbCl}_3}) \cdot (P_{\text{Cl}_2})}{(P_{\text{SbCl}_5})} = \frac{(0,69) \times (0,69)}{(1,61)} = 0,29$$

Sabendo a relación entre as constantes $K_p = K_c(R \cdot T)^{\Delta n_{\text{gasosos}}}$, e como $\Delta n_{\text{gasosos}} = (1+1)-1 = 1$;

$$K_c = \frac{K_p}{(R \cdot T)^{\Delta n_{\text{gasosos}}}} = \frac{0,29}{(0,082 \times 298)^1} = 0,012$$

(Podería determinarse tamén K_c a partir das concentracións, xa que se pode calcular o volume do reactor e coñecemos os moles de cada especie no equilibrio. O volume do reactor pódese determinar a partir da ecuación dos gases: $P_t \cdot V = n_t \cdot R \cdot T$; $3 \text{ atm} \cdot V = 0,65 \text{ moles} \cdot 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 298 \text{ K}$; $V = 5,3 \text{ L}$)

1 punto por apartado. Total 2 puntos.

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 depreciable a capacidade calorífica do calorímetro: calor específico(mestura) = calor específico(auga) = $4,18 \text{ J/g}^\circ\text{C}$; densidades das disolucións do ácido e da base = $1,0 \text{ g/mL}$.

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

7.1. O calor cedido na reacción de neutralización é absorbido pola disolución, que aumenta de temperatura, e polo calorímetro, pero como nos indican nos datos, debemos considerar o equivalente calorimétrico $m_0 = 0$.

$$Q_{\text{calorímetro}} + Q_{\text{disolución}} = -Q_{\text{reacción}}$$

$$0 + (m_{\text{ácido}} + m_{\text{base}}) \cdot c_e \cdot \Delta t = -Q_{\text{reacción}}$$

O incremento de temperatura que se levou a cabo foi de: $\Delta t = t_2 - t_1 = 12^\circ\text{C}$

A masa das disolucións será: $m_{\text{ácido}} = m_{\text{base}} = d \cdot V = 1 \text{ g/mL} \cdot 100 \text{ mL} = 100 \text{ g}$

Tendo en conta, como se indica no enunciado, o valor do equivalente en auga do calorímetro é desprezable: $m_0 = 0$ g.

$$Q_{\text{reacción}} = Q_{\text{neutralización}} = -4,18 \text{ J/g} \cdot ^\circ\text{C} \cdot (100 \text{ g} + 100 \text{ g} + 0 \text{ g}) \cdot 12^\circ\text{C} = -10.032 \text{ J}$$

Os moles que reaccionan de ácido e de base son os mesmos:

$$n_{\text{HCl}} = n_{\text{NaOH}} = [\text{M}] \cdot V = 2,0 \text{ M} \cdot 0,100 \text{ L} = 0,2 \text{ moles}$$

Polo tanto, a entalpía de neutralización será:

$$\Delta H_{\text{neutralización}} = \frac{Q_{\text{neutralización}}}{n} = \frac{-10.032 \text{ J}}{0,2 \text{ moles}} = -5,02 \cdot 10^4 \text{ J/mol} = -50,2 \text{ kJ/mol}$$

7.2. Collemos un calorímetro e miramos o valor do seu equivalente en auga; como neste caso é depreciable supoñemos $m_0 = 0$ g. Collemos cunha probeta 100 mL da disolución de NaOH de concentración 2,0 M e vértense nun calorímetro, medindo a continuación cun termómetro a temperatura desta disolución que chamamos t_1 . Lavamos a probeta e collemos agora 100 mL da disolución de HCl de concentración 2,0 M, comprobando que a súa temperatura sexa a mesma ca da disolución de base, verténdoa no calorímetro. A continuación, pechamos o calorímetro e removemos lixeiramente cun axitador, anotando a temperatura máxima que se alcanza no termómetro, e que chamamos t_2 .

1 punto por apartado. Total 2 puntos.

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 branco.

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.

8.1. A reacción que ten lugar é: $2\text{KCl}_{(\text{ac})} + \text{Pb}(\text{NO}_3)_{2(\text{ac})} \rightarrow \text{PbCl}_{2(\text{s})} \downarrow + 2\text{KNO}_{3(\text{ac})}$

En primeiro lugar debemos calcular o reactivo limitante, tendo en conta a estequiometría da reacción, e a continuación a cantidade teórica de PbCl_2 que se debería obter.

Moles iniciais de cada un dos reactivos:

$$n_{\text{KCl}} = 40 \cdot 10^{-3} \text{ L} \times 0,1 \text{ mol/L} = 0,004 \text{ moles de KCl} \Rightarrow \text{necesitaríanse } 0,002 \text{ moles de Pb}(\text{NO}_3)_2$$

$$n_{\text{Pb}(\text{NO}_3)_2} = 30 \cdot 10^{-3} \text{ L} \times 0,1 \text{ mol/L} = 0,003 \text{ moles de Pb}(\text{NO}_3)_2 \Rightarrow \text{necesitaríanse } 0,006 \text{ moles de KCl}$$

O reactivo limitante é o KCl.

De modo que, a cantidade teórica de PbCl_2 que se debería obter será:

$$0,004 \text{ moles de KCl} \cdot \frac{1 \text{ mol PbCl}_2}{2 \text{ mol KCl}} \cdot \frac{278,1 \text{ g PbCl}_2}{1 \text{ mol PbCl}_2} = 0,56 \text{ g PbCl}_2$$

Polo tanto o rendemento en porcentaxe da reacción será:

$$\text{Rendemento (\%)} = \frac{\text{cantidade obtida}}{\text{cantidade teórica}} = \frac{0,48 \text{ g}}{0,56 \text{ g}} \times 100 = 85,7\%$$

8.2. Para separar o precipitado formado preparamos unha montaxe para a filtración a baleiro: en primeiro lugar colocamos o funil Büchner encaixado no matraz Kitasato, suxeitando esta montaxe coas pinzas do soporte. A continuación, recortamos papel de filtro circular e colocámolo no funil Büchner, humedecéndose cunha pouca auga para que quede adherido. Conectamos a oliva lateral do Kitasato a trompa de baleiro, e de seguido vertemos o precipitado de PbCl_2 a separar sobre o Büchner, quedando sobre o papel de filtro. Unha vez depositado todo o precipitado sobre o papel de filtro, desconectamos a trompa de baleiro, retiramos o papel de filtro e deixamos secar o tempo necesario o precipitado.

1 punto por apartado. Total 2 puntos.

