

ABAU 2023
CONVOCATORIA ORDINARIA
CRITERIOS DE AVALIACIÓN
QUÍMICA
(Cód. 24)

CRITERIOS XERAIS DE CORRECIÓN DO EXAME DE QUÍMICA

- As respostas deben axustarse ao enunciado da pregunta.
- Unha cuestión teórica deberá razoarse. Non facelo anula a cuestión.
- 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.
- Un erro grave de concepto anula o apartado correspondente, pola contra, unha solución errada pero cun razoamento correcto valorarase.
- 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.
- 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.
- Os erros nas unidades, ou ben o non poñelas, descontan un 25% da nota do apartado.
- 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 $0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$; $1 \text{ atm} = 101,3 \text{ kPa}$; $K_w = 1,0 \cdot 10^{-14}$;
 $E^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = +0,34\text{V}$ e $E^\circ(\text{Cd}^{2+}/\text{Cd}) = -0,40\text{V}$

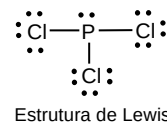
PREGUNTA 1.

1.1. Aplicando a teoría de repulsión dos pares de electróns da capa de valencia (TRPECV) deduza razoadamente a xeometría electrónica e molecular da molécula de tricloruro de fósforo, indicando cal sería o valor aproximado do ángulo de enlace.

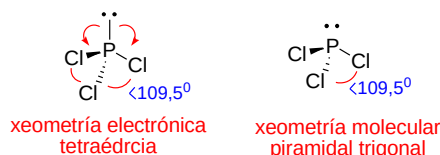
1.2. Sabendo que a xeometría electrónica na molécula de SiF_4 é tetraédrica, discuta razoadamente que tipo de orbitais híbridos empregaría o átomo de silicio para formar os enlaces correspondentes, como se forman ditos orbitais híbridos e a distribución de electróns nestes.

1.1. A estrutura de Lewis para a molécula de tricloruro de fósforo é a seguinte:

A TRPECV indica que a xeometría dunha especie química é aquela que permita minimizar as repulsións dos pares de electróns (enlazantes e non enlazantes) da capa de valencia do átomo central, orientándose no espazo de tal modo que a súa separación sexa máxima e a repulsión mínima.



No caso do PCl_3 , segundo a TRPECV, a molécula ten 4 grupos de electróns arredor do átomo central de P: dos catro grupos de electróns tres grupos son de enlace e un grupo de non enlace, polo que a xeometría electrónica é tetraédrica e a xeometría molecular piramidal trigonal. O ángulo de enlace nunha disposición tetraédrica sería de $109,5^\circ$, pero debido a presenza do par de electróns de non enlace sobre o átomo de P, o ángulo de enlace será lixeiramente menor có esperado para o tetraedro regular, $<109,5^\circ$, xa que dito par de electróns libre exerce unha maior repulsión sobre os pares electrónicos enlazantes, cerrando un pouco o ángulo.



1.2. A configuración electrónica do Si ($Z=14$) é: $[\text{Ne}]3s^23p_x^13p_y^13p_z^0$

Sabemos que na molécula de SiF_4 o silicio forma catro enlaces covalentes cunha xeometría electrónica tetraédrica, onde os ángulos de enlace serán os dun tetraedro regular, que son de $109,5^\circ$. Tendo en conta que a configuración electrónica do Si ten 2 electróns desapareados, precisa da promoción dun electrón para formar os catro enlaces, e para xustificar estes enlaces debemos recorrer ó emprego de **híbridos sp^3** . Estes orbitais híbridos se forman pola combinación lineal do orbital de valencia $3s$ e dos tres orbitais $3p$, dando lugar a **4 orbitais híbridos sp^3** equivalentes e dirixidos cara os vértices dun tetraedro.

Si: $3s^2 3p_x^1 3p_y^1 3p_z^0 \Rightarrow$ promoción de $1 e^- \Rightarrow$ Si: $3s^1 3p_x^1 3p_y^1 3p_z^1 \Rightarrow$ híbrida Si: $(sp^3)^1 (sp^3)^1 (sp^3)^1 (sp^3)^1$

Cada un dos **híbridos sp^3** do Si albergará un e^- desapareado cos que formará o enlace covalente cos catro átomos de flúor.

1 punto por apartado. Total 2 puntos.

PREGUNTA 2.

2.1. Razoe se a seguinte afirmación é verdadeira ou falsa: “o cloruro de potasio en estado sólido non conduce a electricidade, pero si é un bo condutor cando está disolto en auga”

2.2. A ecuación da velocidade dunha reacción é $v = k \cdot [A]^2 \cdot [B]$: indique a orde de reacción con respecto a cada reactivo e xustifique se ó duplicar as concentracións de A e de B, en igualdade de condicións, a velocidade de reacción será oito veces maior.

2.1. Verdadeira: O cloruro de potasio é un composto iónico, e os compostos iónicos en estado sólido forman unha rede cristalina na que os ións positivos (cacións) e negativos (anións), neste caso K^+ e Cl^- respectivamente, atópanse unidos mediante forzas de atracción Coulombianas, forzas electrostáticas, ocupando posicións fixas na estrutura cristalina, polo que non hai mobilidade destes ións. No momento en que se dissolve o composto en auga, os ións xa teñen mobilidade, e poden conducir a electricidade.

2.2. A reacción é de segundo orde con respecto ó reactivo A e de primeiro orde con respecto ó reactivo B.

Se a velocidade para unha concentración inicial $[A]_0$ e $[B]_0$ é: $v_0 = k \cdot [A]_0^2 \cdot [B]_0$

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

$$v = k \cdot [A]^2 \cdot [B] = k \cdot (2 \cdot [A]_0)^2 \cdot (2 \cdot [B]_0) = k \cdot 4 \cdot [A]_0^2 \cdot 2 \cdot [B]_0 = 8 \cdot k \cdot [A]_0^2 \cdot [B]_0 = 8 v_0$$

Efectivamente, ó duplicar as concentracións de A e B, a velocidade de reacción é oito veces maior.

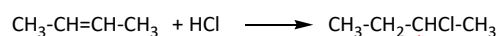
1 punto por apartado. Total 2 puntos.

PREGUNTA 3.

3.1. Xustifique se a seguinte afirmación é verdadeira ou falsa: “o $CH_3-CH=CH-CH_3$ reacciona con HCl para dar un composto que non presenta isomería óptica”

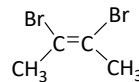
3.2. Escriba as fórmulas semidesenvolvidas e nomee os isómeros xeométricos do 2,3-dibromobut-2-eno.

3.1. A reacción que ten lugar é unha reacción de adición, e dará lugar ó seguinte composto:

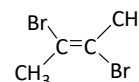


Na molécula do composto obtido hai un carbono asimétrico ou quiral (*), está unido a catro substituíntes todos eles diferentes, que fai que esta sexa unha molécula quiral e que non se poda superpoñer coa súa imaxe especular, polo tanto a molécula presenta isomería óptica, de modo que a afirmación é falsa.

3.2. O 2,3-dibromobut-2-eno ten un dobre enlace, e son distintos os grupos unidos ós átomos de carbono que forman o dobre enlace, polo que o composto 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.



cis-2,3-dibromobut-2-eno



trans-2,3-dibromobut-2-eno

1 punto por apartado. Total 2 puntos.

PREGUNTA 4.

Dada a seguinte reacción: $HCl_{(ac)} + K_2Cr_2O_{7(ac)} + NaNO_{2(ac)} \rightarrow NaNO_{3(ac)} + CrCl_{3(ac)} + KCl_{(ac)} + H_2O_{(l)}$

4.1. Axuste as ecuacións iónica e molecular polo método do ión-electrón.

4.2. Calcule o volume de dicromato de potasio 2,0 M necesario para oxidar 20 g de nitrito de sodio.

4.1. Semirreacción de oxidación: $3 \times (NO_2^- + H_2O \rightarrow NO_3^- + 2H^+ + 2e^-)$

Semirreacción de redución: $1 \times (Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- \rightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O)$

Ecuación iónica: $Cr_2O_7^{2-} + 8H^+ + 3NO_2^- \rightarrow 2Cr^{3+} + 4H_2O + 3NO_3^-$

Ecuación molecular: $K_2Cr_2O_7 + 8HCl + 3NaNO_2 \rightarrow 3NaNO_3 + 2CrCl_3 + 2KCl + 4H_2O$

4.2. Tendo en conta a estequiometría da reacción, o volume de $K_2Cr_2O_7$ 2,0 M necesario sería:

$$20 \text{ g } NaNO_2 \times \frac{1 \text{ mol } NaNO_2}{69 \text{ g } NaNO_2} \times \frac{1 \text{ mol de } K_2Cr_2O_7}{3 \text{ moles } NaNO_2} \times \frac{1 \text{ L de disolución } K_2Cr_2O_7}{2,0 \text{ moles } K_2Cr_2O_7} = 0,0483 \text{ L} \approx 4,8 \cdot 10^{-2} \text{ L}$$

48,3 mL de disolución $K_2Cr_2O_7$ 2,0 M

1 punto por apartado. Total 2 puntos.

PREGUNTA 5.

Unha disolución 0,03 M de amoníaco está disociada nun 2,42 %. Calcule:

5.1. O valor da constante K_b do amoníaco.

5.2. O pH da disolución e o valor da constante K_a do ácido conxugado.

5.1. O equilibrio de disociación do amoníaco é o seguinte:

	NH_3	+	H_2O	$\rightleftharpoons$	NH_4^+	+	OH^-
[inicial]	0,03 M		-				-
[reaccionan]	$-0,03 \times \alpha$ M				$0,03 \times \alpha$ M		$0,03 \times \alpha$ M
[equilibrio]	$0,03(1-\alpha)$ M				$0,03 \times \alpha$ M		$0,03 \times \alpha$ M

Tendo en conta que α é 0,0242:

$$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]} = \frac{(0,03 \times \alpha) \cdot (0,03 \times \alpha)}{0,03(1-\alpha)} = \frac{0,03^2 \cdot \alpha^2}{0,03(1-\alpha)} = \frac{0,03(0,0242)^2}{(1-0,0242)} = 1,8 \cdot 10^{-5}$$

5.2. Para calcular o pH da disolución sabemos que a $[\text{OH}^-]$ é igual a $\Rightarrow [\text{OH}^-] = 0,03 \times 0,0242 = 7,26 \cdot 10^{-4}$ M

$$\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-] = -\log(7,26 \cdot 10^{-4}) = 3,14 \Rightarrow \text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 3,14 = 10,9$$

Para calcular a K_a do ácido conxugado sabemos que $K_a \cdot K_b = K_w$:

$$K_a = \frac{K_w}{K_b} = \frac{1,0 \cdot 10^{-14}}{1,8 \cdot 10^{-5}} = 5,5 \cdot 10^{-10}$$

1 punto por apartado. Total 2 puntos.

PREGUNTA 6.

Nun reactor de 5 L introdúcese 15,3 g de CS_2 e 0,82 g de H_2 . Ao elevar a temperatura ata 300 °C alcánzase o seguinte equilibrio: $\text{CS}_{2(g)} + 4\text{H}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{S}_{(g)} + \text{CH}_{4(g)}$, onde a concentración de metano no equilibrio é de 0,01 mol/L.

6.1. Calcule as concentracións molares das especies $\text{CS}_{2(g)}$, $\text{H}_{2(g)}$ e $\text{H}_2\text{S}_{(g)}$ no equilibrio.

6.2. Determine o valor de K_c e discuta razoadamente que lle sucederá ó sistema en equilibrio se engadimos máis cantidade de $\text{CS}_{2(g)}$ mantendo o volume e a temperatura constantes.

6.1. En primeiro lugar calculamos os moles iniciais de CS_2 e H_2 que se introducen no reactor:

$$n_{\text{CS}_2} = 15,3 \text{ g} \times \frac{1 \text{ mol CS}_2}{76 \text{ g}} = 0,20 \text{ moles CS}_2$$

$$n_{\text{H}_2} = 0,82 \text{ g} \times \frac{1 \text{ mol H}_2}{2 \text{ g}} = 0,41 \text{ moles H}_2$$

Tendo en conta que o volume do reactor é de 5L:

	$\text{CS}_{2(g)}$	+	$4\text{H}_{2(g)}$	$\rightleftharpoons$	$2\text{H}_2\text{S}_{(g)}$	+	$\text{CH}_{4(g)}$
[inicial]	$\frac{0,20 \text{ mol}}{5 \text{ L}} = 0,04\text{M}$		$\frac{0,41 \text{ mol}}{5 \text{ L}} = 0,08\text{M}$		-		-
[reacciona]	-x M		-4x M		2x M		x M
[equilibrio]	$(0,04-x)$ M		$(0,08-4x)$ M		2x M		x M

Sabemos que no equilibrio a concentración de $[\text{CH}_4] = x = 0,01$ mol/L

Polo tanto, as concentracións das outras especies no equilibrio serán:

$$[\text{CS}_2] = 0,04 - 0,01 = 0,03 \text{ mol/L} \quad [\text{H}_2] = 0,08 - 4 \cdot 0,01 = 0,04 \text{ mol/L} \quad [\text{H}_2\text{S}] = 2 \cdot 0,01 = 0,02 \text{ mol/L}$$

6.2.

$$K_c = \frac{[\text{H}_2\text{S}]^2 \cdot [\text{CH}_4]}{[\text{CS}_2] \cdot [\text{H}_2]^4} = \frac{(0,02)^2 \cdot (0,01)}{(0,03) \cdot (0,04)^4} = 52,08$$

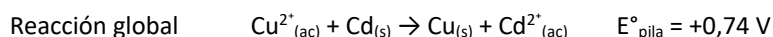
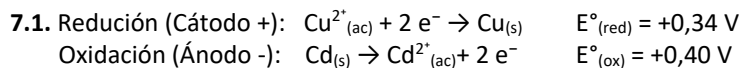
Segundo o principio de Le Chatelier sabemos que cando nun sistema en equilibrio se produce unha modificación das variables que o determinan (concentración, presión, temperatura) o sistema desprázase no sentido de contrarrestar dito cambio. Se engadimos máis CS_2 mantendo o volume e temperatura constantes, estamos a aumentar a concentración deste reactivo, entón o sistema desprázase cara á dereita ($\rightarrow$), cara a formación de produtos, consumindo parte do CS_2 engadido ó reaccionar co H_2 , e producindo como consecuencia máis H_2S e CH_4 .

1 punto por apartado. Total 2 puntos.

PREGUNTA 7.

7.1. Xustifique que reacción terá lugar nunha pila galvánica formada por un eléctrodo de cobre e outro de cadmio en condicións estándar, indicando as reaccións que teñen lugar no ánodo e no cátodo. Calcule a forza electromotriz da pila nestas condicións.

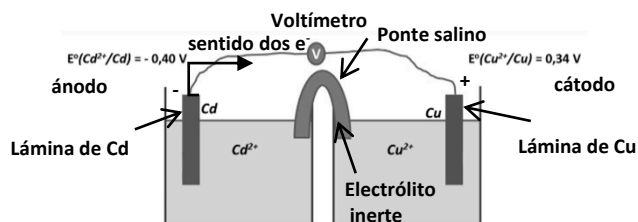
7.2. Faga un esquema da montaxe da pila no laboratorio, detallando o material e os reactivos necesarios e sinalando o sentido de circulación dos electróns.



Dado que o valor de $E^\circ > 0$, e tendo en conta a relación entre a variación de enerxía libre de Gibbs e o potencial da reacción: $\Delta G^\circ = -nFE^\circ$, $\Delta G^\circ < 0$ e a reacción é espontánea.

7.2. Os reactivos a empregar serían: eléctrodos de Cd e Cu, disolucións de Cd^{2+} e Cu^{2+} , disolución de electrólito inerte para a ponte salina.

O material a utilizar sería: dous vasos de precipitados, fío condutor, tubo de vidro en U e algodón, pinzas de crocodilo e amperímetro/voltímetro.



1 punto por apartado. Total 2 puntos.

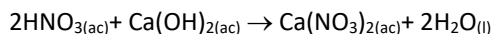
PREGUNTA 8.

Para neutralizar 150 mL dunha disolución de ácido nítrico 0,010 M gastáronse 15 mL dunha disolución de hidróxido de calcio de concentración descoñecida.

8.1. Escriba a reacción que ten lugar e calcule a molaridade da disolución do hidróxido de calcio.

8.2. Indique o material que empregaría e explique o procedemento experimental para realizar a valoración.

8.1. A reacción que ten lugar é:



Para calcular a molaridade da base $\text{Ca}(\text{OH})_2$:

$$150 \cdot 10^{-3} \text{ L disolución HNO}_3 \times \frac{0,010 \text{ moles HNO}_3}{1 \text{ L}} \times \frac{1 \text{ mol Ca}(\text{OH})_2}{2 \text{ moles HNO}_3} \times \frac{1}{15 \cdot 10^{-3} \text{ L disolución Ca}(\text{OH})_2} = 0,05 \text{ M}$$

8.2. Procedemento e material (subliñado): Tómanse 150 mL da disolución de ácido nítrico coa axuda dunha probeta e se introducen nun matraz Erlenmeyer. Engadimos unhas pingas de indicador ácido-base. Enchemos unha bureta (suxeita con pinza nun soporte) coa disolución de hidróxido de calcio axudándonos dun funil, e comezamos a valoración deixando caer pouco a pouco a base sobre o ácido mentres axitamos o matraz coa man. O punto final detectarase pola viraxe de cor do indicador, neste caso ocorre cando se gasten 15 mL da disolución de hidróxido sódico.

1 punto por apartado. Total 2 puntos.