

QUÍMICA

O exame consta de 8 preguntas de 2 puntos, das que poderá responder un **MÁXIMO DE 5**, combinadas como queira. Cada pregunta vale **2 puntos (1 punto por apartado)**. Se responde máis preguntas das permitidas, **só se corruxirán as 5 primeiras respondidas**.

PREGUNTA 1.

Conteste a cada unha das seguintes cuestións xustificando a resposta.

1.1. Indique se as moléculas CS_2 e NCl_3 teñen ou non momento dipolar.

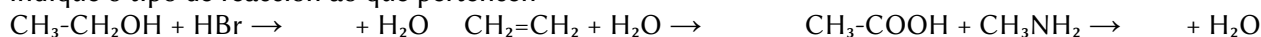
1.2. Explique por que a molécula de cloro é covalente mentres que o CsCl é un composto iónico. Indique unha propiedade de cada composto.

PREGUNTA 2.

2.1. Para os elementos A, B e C de números atómicos 7, 9 e 37, respectivamente, ordéneos de maior a menor raio atómico e indique cal terá máis tendencia a captar un electrón para formar un anión.

Xustifique a resposta.

2.2. Complete as seguintes reaccións químicas orgánicas empregando as fórmulas semidesenvolvidas e indique o tipo de reacción ao que pertencen:



PREGUNTA 3.

3.1. A ecuación de velocidade dunha reacción é $v = k \cdot [\text{A}] \cdot [\text{B}]^2$; razoe se as unidades da constante de velocidade son $\text{mol}^{-1} \cdot \text{L} \cdot \text{s}$.

3.2. Dispónse dunha disolución acuosa saturada de CaCO_3 en equilibrio co seu sólido; indique como se verá modificada a súa solubilidade ao engadirle Na_2CO_3 , considerando este sal totalmente dissociado.

Razoe a resposta indicando o equilibrio e a expresión da constante do produto de solubilidade (K_{ps}).

PREGUNTA 4.

Nun recipiente de 10 litros introdúcese 2 moles de N_2O_4 gasoso a 50°C producíndose o seguinte equilibrio de disociación: $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NO}_2(\text{g})$. Se a constante K_p a devandita temperatura é de 1,06; calcule:

4.1. As concentracións dos dous gases tras alcanzar o equilibrio e a porcentaxe de disociación do N_2O_4 .

4.2. As presións parciais de cada gas e a presión total no equilibrio.

PREGUNTA 5.

Unha disolución acuosa 0,03 M dun ácido monoprótico (HA) ten un pH de 3,98. Calcule:

5.1. A concentración molar de A^- na disolución e o grao de disociación do ácido.

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

PREGUNTA 6.

O dicromato de potasio ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) reacciona con sulfato de ferro(II), en medio ácido sulfúrico, dando sulfato de ferro(III), sulfato de cromo(III), sulfato de potasio e auga.

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

6.2. Calcule os gramos de sulfato de cromo(III) que poderán obterse a partir de 5,0 g de $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ se o rendemento da reacción é do 60 %.

PREGUNTA 7.

Mestúranse 20 mL dunha disolución acuosa de BaCl_2 0,5 M con 80 mL dunha disolución acuosa de CaSO_4 0,04 M.

7.1. Escriba a reacción química que ten lugar, nomee e calcule a cantidade en gramos do precipitado obtido.

7.2. Nomee e debuxe o material e describa o procedemento que empregaría no laboratorio para separar o precipitado.

PREGUNTA 8.

Ao valorar 20,0 mL dunha disolución de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ gástanse 18,1 mL dunha disolución de HCl 0,250 M.

8.1. Escriba a reacción que ten lugar e calcule a concentración molar da disolución da base.

8.2. Indique o material e reactivos necesarios, debuxe a montaxe e explique o procedemento realizado.

Datos: $R = 8,31 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$; $1 \text{ atm} = 101,3 \text{ kPa}$; $K_w = 1,0 \cdot 10^{-14}$

Solucións

1.1. Contesta á seguinte cuestión xustificando a resposta:

Indica se as moléculas CS_2 e NCl_3 teñen ou non momento dipolar.

(A.B.A.U. extr. 21)

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 disulfuro de carbono: CS_2 .

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 σ cos dous átomos de xofre, mentres que os outros dous forman enlaces π con eses mesmos átomos, como se ve no diagrama electrón-punto de Lewis: $\text{:}\ddot{\text{S}}\text{:}\text{:C}\text{:}\text{:}\ddot{\text{S}}\text{:}$. Segundo a TRPECV, os enlaces π non se teñen en conta e a xeometría electrónica de 2 pares de electróns é lineal. A molécula de CS_2 é lineal cun ángulo S–C–S de 180° .

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 xofre é máis electronegativo que o carbono, existe un momento dipolar de enlace $\text{C}^{\delta+} \rightarrow \text{S}^{\delta-}$, que se representa por un vector. Pero como ambos enlaces están dirixidos en sentidos opostos, $\text{S}^{\delta-} \leftarrow \text{C}^{\delta+} \rightarrow \text{S}^{\delta-}$, e o valor de cada momento dipolar é o mesmo, o momento dipolar da molécula, que é a resultante dos vectores, é nulo. A molécula de CS_2 non é polar.

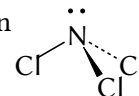
Molécula de tricloruro de nitróxeno: NCl_3 .

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:

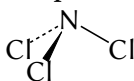


Segundo a TRPECV, a xeometría electrónica de 4 pares de electróns é tetraédrica.

A forma da molécula determínase a partir 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 cloro están dispostos en tres vértices, pero no cuarto vértice hai un par non enlazante que non se «ve».

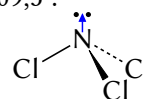


A forma da molécula de NCl_3 é piramidal achatada.



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 cloro se acheguen un pouco máis. O ángulo de enlace Cl–N–Cl sería algo inferior a $109,5^\circ$.

A molécula de NCl_3 é polar. As electronegatividades dos átomos de Cl e N son moi similares e os enlaces Cl–N teñen un momento dipolar de enlace nulo (ou moi pequeno). Pero o par non enlazante do nitróxeno non se compensa. Como está moi próximo ao átomo de nitróxeno, o momento dipolar será pequeno.



1.2. Explica por que a molécula de cloro é covalente mentres que o CsCl é un composto iónico. Indica unha propiedade de cada composto.

Solución:

Cloro: Cl_2 .

O enlace covalente emprégase para explicar a unión entre átomos de electronegatividade parecida. Os dous átomos de cloro teñen a mesma electronegatividade. O enlace prodúcese polo feito de compartir electróns desapareados para intentar que cada átomo quede rodeado por oito electróns (regra do octete). O diagrama de Lewis sería:



O cloro é un gas á temperatura ambiente, porque as forzas intermoleculares entre as moléculas son relativamente pequenas.

Non conduce a corrente eléctrica ao non dispoñer de cargas libres.

Cloruro de cesio: CsCl .

O enlace iónico explica a unión entre átomos de diferente electronegatividade. O cloro é un elemento moi electronegativo, tanto que a captura dun electrón é un proceso exotérmico, favorecido polo feito de que o ión cloruro acada a configuración electrónica dun gas nobre. O cesio é moi pouco electronegativo, e a perda de un electrón para ter unha configuración estable é un proceso que require unha cantidade moi pequena de enerxía. A enerxía de rede, xunto coa afinidade electrónica, compensa os achegues enerxéticos necesarios para a súa formación.

O cloruro de cesio é un sólido con un punto de fusión relativamente alto. Non conduce a corrente eléctrica en estado sólido, pero si o fai disolto en auga ou fundido.

- 2.1. Para os elementos A, B e C de números atómicos 7, 9 e 37, respectivamente, ordénaos de maior a menor raio atómico e indica cal terá máis tendencia a captar un electrón para formar un aniión. Xustifica a resposta.

(A.B.A.U. extr. 21)

Solución:

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.

Os elementos A ($Z = 7$) e B ($Z = 9$) atópanse no mesmo 2º período. O elemento A queda máis á esquerda e terá un raio maior.

Nun grupo, o raio atómico aumenta cara abaixo, porque os átomos posúen niveis de enerxía máis externos e máis afastados de núcleo.

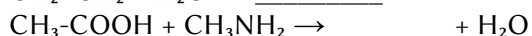
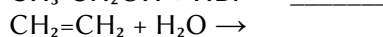
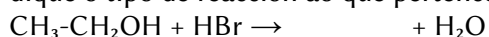
O elemento C ($Z = 37$) atópase no período 5. Queda moito máis abaixo que os outros e terá un raio maior.

$$r(\text{C}) > r(\text{A}) > r(\text{B})$$

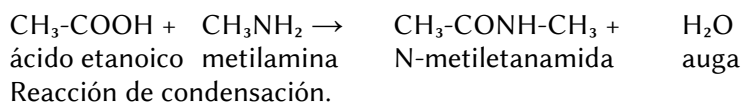
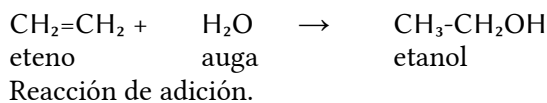
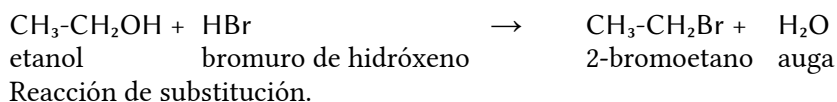
A tendencia a captar un electrón para formar un aniión mídese pola afinidade electrónica, que é a enerxía que se desprende cando un mol de átomos en fase gasosa e en estado fundamental captan un mol de electróns para dar ións mononegativos gasosos. É tanto maior canto máis próxima á estrutura electrónica de gas nobre sexa a estrutura electrónica do átomo.

O elemento B ($Z = 9$) atópase á esquerda a carón dun gas nobre. Ten a maior tendencia a coller un electrón para acadar a estrutura de gas nobre. É o que ten a maior afinidade electrónica.

- 2.2. Completa as seguintes reaccións químicas orgánicas empregando as fórmulas semidesenvolvidas e indique o tipo de reacción ao que pertencen:



(A.B.A.U. extr. 21)

Solución:

3.1. A ecuación de velocidade dunha reacción é $v = k \cdot [A] \cdot [B]^2$. Razona se as unidades da constante de velocidade son $\text{mol}^{-1} \cdot \text{L} \cdot \text{s}$.

(A.B.A.U. extr. 21)

Solución:

A ecuación de velocidade é:

$$v = k \cdot [A] \cdot [B]^2$$

Como as unidades da velocidade de reacción son $[v] \text{ mol/dm}^3/\text{s}$, as unidades da constante de velocidade son:

$$k = \frac{v}{[A] \cdot [B]^2} = \frac{\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot \text{s}^{-1}}{(\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}) \cdot (\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3})^2}$$

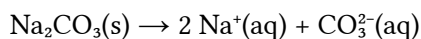
$$[k] = \text{dm}^6 \cdot \text{mol}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$$

3.2. Dispónse dunha disolución acuosa saturada de CaCO_3 en equilibrio co seu sólido. Indica como se verá modificada a súa solubilidade ao engadirle Na_2CO_3 , considerando este sal totalmente dissociado. Razona a resposta indicando o equilibrio e a expresión da constante do produto de solubilidade (K_{ps}).

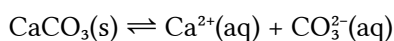
(A.B.A.U. extr. 21)

Solución:

A solubilidade do CaCO_3 será menor que antes por efecto do ión común.
O Na_2CO_3 soluble disociarase totalmente:



o que produce un aumento na concentración do ión CO_3^{2-} na disolución.
Isto provocará un desprazamento do equilibrio



cara á formación do sal sólido, xa que na expresión do produto de solubilidade,

$$K_s = [\text{Ca}^{2+}]_e \cdot [\text{CO}_3^{2-}]_e$$

un aumento na concentración do ión CO_3^{2-} terá que ser compensada cunha diminución na concentración do ión Ca^{2+} para manter constante o valor do produto de solubilidade, que é unha constante de equilibrio que só cambia coa temperatura.

É dicir, o sal estará menos disociado e a solubilidade será menor.



4. Nun recipiente de 10 litros introdúcese 2 moles de N_2O_4 gasoso a 50°C producíndose o seguinte equilibrio de disociación: $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NO}_2(\text{g})$. Se a constante K_p a devandita temperatura é de 1,06. Calcula:
- As concentracións dos dous gases tras alcanzar o equilibrio e a porcentaxe de disociación do N_2O_4 .
 - As presións parciais de cada gas e a presión total no equilibrio.
- 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. 21)
- Rta.:** a) $[\text{N}_2\text{O}_4] = 0,160 \text{ mol/dm}^3$; $[\text{NO}_2] = 0,0800 \text{ mol/dm}^3$; $\alpha = 20,0 \%$;
 b) $p(\text{N}_2\text{O}_4) = 4,24 \text{ atm} = 430 \text{ kPa}$; $p(\text{NO}_2) = 2,12 \text{ atm} = 215 \text{ kPa}$; $p = 6,36 \text{ atm} = 645 \text{ kPa}$.

Datos

Gas: Volume

Temperatura

Cantidade inicial de tetraóxido de dinitróxeno

Constante de equilibrio (en función das presións en atm)

Constante dos gases ideais

Cifras significativas: 3

$$V = 10,0 \text{ dm}^3$$

$$T = 50^\circ\text{C} = 323 \text{ K}$$

$$n_0(\text{N}_2\text{O}_4) = 2,00 \text{ mol N}_2\text{O}_4$$

$$K_c = 1,06$$

$$R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{dm}^3\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$$

Incógnitas

Concentracións dos dous gases no equilibrio

$$[\text{N}_2\text{O}_4]_e, [\text{NO}_2]_e$$

Presión parcial de cada gas e presión total no equilibrio

$$p_e(\text{N}_2\text{O}_4), p_e(\text{NO}_2), p_t$$

Ecuacións

Lei de Dalton das presións parciais

$$p_t = \sum p_i$$

Concentración da substancia X

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

Grao de disociación

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

Ecuación de estado dos gases ideais

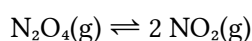
$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

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

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

Solución:

b) A ecuación química é:



A ecuación da constante de equilibrio en función das presións (en atm) é:

$$K_p = \frac{p_e^2(\text{NO}_2)}{p_e(\text{N}_2\text{O}_4)}$$

Supoñendo comportamento ideal para os gases, a presión vén dada por:

$$p = \frac{n \cdot R \cdot T}{V}$$

A presión inicial do tetraóxido de dinitróxeno é:

$$p(\text{N}_2\text{O}_4) = \frac{2,00 \text{ mol N}_2\text{O}_4 \cdot 0,082 \text{ atm}\cdot\text{dm}^3\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1} \cdot 323 \text{ K}}{10,0 \text{ dm}^3} = 5,30 \text{ atm}$$

Chámase x á presión de tetraóxido de dinitróxeno que se transforma en dióxido de nitróxeno. Pola estequiometría da reacción,

		N_2O_4	\rightleftharpoons	2NO_2	
Presión inicial	p_0	5,30		0	atm
Presión que reacciona ou se forma	p_r	x		$2x$	atm

		N_2O_4	\rightleftharpoons	2NO_2	
Presión no equilibrio	p_e	$5,30 - x$		$2 x$	atm

Substituíndo na ecuación da constante obtemos:

$$1,06 = \frac{(2x)^2}{5,30 - x}$$

$$5,62 - 1,06 x = 4 x^2$$

$$x = 1,06 \text{ atm}$$

As presións parciais serían:

$$p_e(\text{NO}_2) = 2 x = 2,12 \text{ atm}$$

$$p_e(\text{N}_2\text{O}_4) = 5,30 - x = 5,30 - 1,06 = 4,24 \text{ atm}$$

E a presión total obtense pola lei de Dalton:

$$p_{t e} = p(\text{NO}_2) + p(\text{N}_2\text{O}_4) = 2,12 + 4,24 = 6,36 \text{ atm}$$

a) A concentración obtense da ecuación dos gases ideais:

$$p = \frac{n \cdot R \cdot T}{V} \Rightarrow \frac{n}{V} = \frac{p}{R \cdot T}$$

$$[\text{NO}_2]_e = \frac{2,12 \text{ atm}}{0,082 \cdot \text{atm} \cdot \text{dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 323 \text{ K}} = 0,0800 \text{ mol/dm}^3$$

$$[\text{N}_2\text{O}_4]_e = \frac{4,24 \text{ atm}}{0,082 \cdot \text{atm} \cdot \text{dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 323 \text{ K}} = 0,160 \text{ mol/dm}^3$$

O grao de disociación é:

$$\alpha = \frac{n_d}{n_0} = \frac{p_d}{p_0} = \frac{1,06}{5,30} = 0,200 = 20 \%$$

5. Unha disolución acuosa de concentración $0,03 \text{ mol/dm}^3$ dun ácido monoprótico (HA) ten un pH de 3,98. Calcula:

- A concentración molar de A^- na disolución e o grao de disociación do ácido.
- O valor da constante do ácido (K_a) e o valor da constante da súa base conxugada (K_b).

(A.B.A.U. extr. 21)

Rta.: a) $[\text{A}^-] = 1,05 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$; $\alpha = 0,349 \%$; b) $K_a = 3,67 \cdot 10^{-7}$; $K_b = 2,73 \cdot 10^{-8}$.

Datos

Concentración de ácido monoprótico

pH da disolución

Incógnitas

Concentración do anión

Grao de disociación

Constante de acidez do ácido

Constante de basicidade da base conxugada

Outros símbolos

Concentración da substancia X

Cifras significativas: 3

$[\text{HA}]_0 = 0,0300 \text{ mol/dm}^3$

pH = 3,98

$[\text{A}^-]$

α

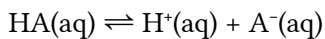
K_a

K_b

$[\text{X}]$

Ecuacións

Constante de acidez dun ácido monoprótico:



pH

Produto iónico da auga

Grao de disociación

Relación entre a constante de acidez e a de basicidade da base conxugada

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

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

$$K_w = [\text{H}^+]_e \cdot [\text{OH}^-]_e = 1,00 \cdot 10^{-14}$$

$$\text{p}K_w = \text{pH} + \text{pOH} = 14,00$$

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

$$K_a \cdot K_b = K_w$$

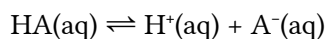
Solución:

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

$$3,98 = -\log[\text{H}^+]$$

$$[\text{H}^+]_e = 10^{-3,98} = 1,05 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$$

Da estequiometría da reacción de disociación



dedúcese que a concentración de ácido disociado $[\text{HA}]_d$ é a mesma que a dos ións hidróxeno producidos $[\text{H}^+]_e$ e a dos anións $[\text{A}^-]_e$

$$[\text{HA}]_d = [\text{H}^+]_e = [\text{A}^-]_e = 1,38 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$$

Escribindo nunha táboa as concentracións de cada especie:

		HA	\rightleftharpoons	H^+	A^-	
$[\text{X}]_0$	Concentración inicial	0,0300		≈ 0	0	mol/dm ³
$[\text{X}]_d$	Concentración disociada ou formada	$1,05 \cdot 10^{-4}$	\rightarrow	$1,05 \cdot 10^{-4}$	$1,05 \cdot 10^{-4}$	mol/dm ³
$[\text{X}]_e$	Concentración no equilibrio	$0,0300 - 1,05 \cdot 10^{-4} = 0,0299$		$1,05 \cdot 10^{-4}$	$1,05 \cdot 10^{-4}$	mol/dm ³

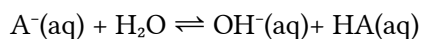
O grao de disociación é:

$$\alpha = \frac{[s]_d}{[s]_0} = \frac{1,05 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3}{0,0300 \text{ mol/dm}^3} = 0,00349 = 0,349 \%$$

b) A constante de equilibrio K_a é:

$$K_a = \frac{[\text{A}^-]_e \cdot [\text{H}^+]_e}{[\text{HA}]_e} = \frac{1,05 \cdot 10^{-4} \cdot 1,05 \cdot 10^{-4}}{0,00299} = 3,67 \cdot 10^{-7}$$

A base A^- conxugada do ácido, pode reaccionar coa auga ata acadar o equilibrio:



A constante K_b deste equilibrio é:

$$K_b = \frac{[\text{OH}^-]_e \cdot [\text{AH}]_e}{[\text{A}^-]_e}$$

Multiplicando esta expresión pola da constante de acidez, obtemos a relación entre ambas.

$$K_a \cdot K_b = \frac{[\text{A}^-]_e \cdot [\text{H}^+]_e}{[\text{HA}]_e} \cdot \frac{[\text{OH}^-]_e \cdot [\text{AH}]_e}{[\text{A}^-]_e} = [\text{H}^+]_e \cdot [\text{OH}^-]_e = K_w$$

$$K_b = \frac{K_w}{K_a} = \frac{1,00 \cdot 10^{-14}}{3,67 \cdot 10^{-7}} = 2,73 \cdot 10^{-8}$$

6. O dicromato de potasio ($K_2Cr_2O_7$) reacciona con sulfato de ferro(II), en medio ácido sulfúrico, dando sulfato de ferro(III), sulfato de cromo(III), sulfato de potasio e auga.
- Axusta as ecuacións iónica e molecular polo método do ión-electrón.
 - Calcula os gramos de sulfato de cromo(III) que poderán obterse a partir de 5,0 g de $K_2Cr_2O_7$ se o rendemento da reacción é do 60 %.

(A.B.A.U. extr. 21)

Rta.: a) $(Cr_2O_7)^{2-} + 6 Fe^{2+} + 14 H^+ \rightarrow 2 Cr^{3+} + 6 Fe^{3+} + 7 H_2O$;
 $K_2Cr_2O_7 + 6 FeSO_4 + 7 H_2SO_4 \rightarrow Cr_2(SO_4)_3 + 3 Fe_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + 7 H_2O$; b) $m = 4,00$ g $Cr_2(SO_4)_3$

Datos

Masa de dicromato de potasio

Rendemento da reacción

Masa molar: Dicromato de potasio
 Sulfato de cromo(III)

Cifras significativas: 3

$m(K_2Cr_2O_7) = 5,00$ g

$r = 60,0$ %

$M(K_2Cr_2O_7) = 294$ g/mol

$M(Cr_2(SO_4)_3) = 392$ g/mol

Incógnitas

Masa de $Cr_2(SO_4)_3$ que se obtén cun rendemento do 60 %

m

Outros símbolos

Cantidade de substancia (número de moles)

n

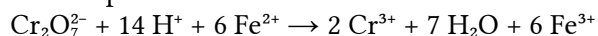
Solución:

a) As semirreaccións iónicas son:

Oxidación: $Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+} + e^-$

Redución: $Cr_2O_7^{2-} + 14 H^+ + 6 e^- \rightarrow 2 Cr^{3+} + 7 H_2O$

Multiplicando a primeira semirreacción por 6 e sumando obtense a reacción iónica axustada:



Sumando 2 K^+ e 7 SO_4^{2-} a cada lado da ecuación e xuntando os ións de signos opostos obtense a reacción global:



b) A cantidade de dicromato de potasio que hai en 5,00 g é:

$$n(K_2Cr_2O_7) = 5,00 \text{ g } K_2Cr_2O_7 \cdot \frac{1 \text{ mol } K_2Cr_2O_7}{294 \text{ g } K_2Cr_2O_7} = 0,017 \text{ mol } K_2Cr_2O_7$$

Cada mol de dicromato de potasio produciría un mol de sulfato de cromo(III) se o rendemento fose do 100 %. Pero como é do 60,0 %, a cantidade de sulfato de cromo(III) obtida será:

$$n(Cr_2(SO_4)_3) = 0,0170 \text{ mol } K_2Cr_2O_7 \cdot \frac{1 \text{ mol } Cr_2(SO_4)_3}{1 \text{ mol } K_2Cr_2O_7} \cdot \frac{60,0 \text{ mol obtidos}}{100 \text{ mol esperados}} = 0,0102 \text{ mol } Cr_2(SO_4)_3 \text{ obt.}$$

A masa obtida é:

$$m(Cr_2(SO_4)_3) = 0,0102 \text{ mol } Cr_2(SO_4)_3 \cdot \frac{392 \text{ g } Cr_2(SO_4)_3}{1 \text{ mol } Cr_2(SO_4)_3} = 4,00 \text{ g } Cr_2(SO_4)_3$$

7. Mestúranse 20 cm³ dunha disolución acuosa de $BaCl_2$ de concentración 0,5 mol/dm³ con 80 cm³ dunha disolución acuosa de $CaSO_4$ de concentración 0,04 mol/dm³.

- Escrebe a reacción química que ten lugar, nomea os compostos e calcula a cantidade en gramos do precipitado obtido.
- Nomea e debuxa o material e describe o procedemento que empregaría no laboratorio para

separar o precipitado.

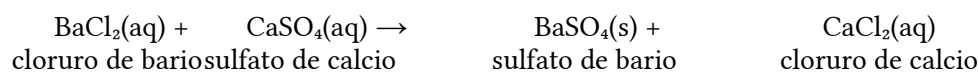
(A.B.A.U. extr. 21)

Rta.: a) $m = 0,75 \text{ g BaSO}_4$.

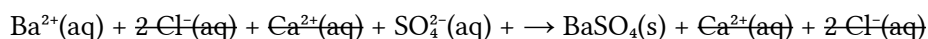
Solución:

Obtense un precipitado de sulfato de bario.

A reacción de precipitación é:



Se só escribimos a reacción iónica que ten lugar, será:



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 calcio.

Cantidades iniciais dos reactivos:

$$n_0(\text{BaCl}_2) = 20 \text{ cm}^3 \cdot \frac{1 \text{ dm}^3}{10^3 \text{ cm}^3} \cdot \frac{0,50 \text{ mol}}{1 \text{ dm}^3} = 10 \cdot 10^{-3} \text{ mol BaCl}_2$$

$$n_0(\text{CaSO}_4) = 80 \text{ cm}^3 \cdot \frac{1 \text{ dm}^3}{10^3 \text{ cm}^3} \cdot \frac{0,040 \text{ mol}}{1 \text{ dm}^3} = 3,2 \cdot 10^{-3} \text{ mol CaSO}_4$$

Como reaccionan mol a mol, a cantidade de sulfato de calcio necesaria para reaccionar co cloruro de bario é

$$n(\text{CaSO}_4) = 10 \cdot 10^{-3} \text{ mol CaSO}_4$$

Como só hai $3,2 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$, menos do necesario, o reactivo limitante é o sulfato de calcio.

A masa teórica de precipitado sería:

$$m = 3,2 \cdot 10^{-3} \text{ mol CaSO}_4 \cdot \frac{1 \text{ mol BaSO}_4}{1 \text{ mol CaSO}_4} \cdot \frac{233 \text{ g BaSO}_4}{1 \text{ mol BaSO}_4} = 0,75 \text{ g BaSO}_4$$

Procedemento

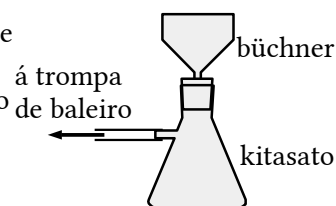
Para separar o precipitado, colócase un papel de filtro circular nun funil büchner axustándoo para non deixar orificios libres e humedécese con auga para que quede adherido.

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

Ábrese a billa e vértase 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.



8. Ao valorar $20,0 \text{ cm}^3$ dunha disolución de Ca(OH)_2 gástanse $18,1 \text{ cm}^3$ dunha disolución de HCl de concentración $0,250 \text{ mol/dm}^3$.

a) Escribe a reacción que ten lugar e calcule a concentración molar da disolución da base.

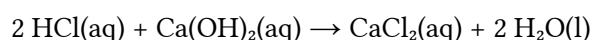
b) Indica o material e reactivos necesarios, debuxa a montaxe e explica o procedemento realizado.

(A.B.A.U. extr. 21)

Rta.: a) $[\text{Ca(OH)}_2] = 0,113 \text{ mol/dm}^3 \text{ (D)}$.

Solución:

a) A reacción axustada é



Cálculos: Se se gastaron 18,1 cm³ de disolución de ácido clorhídrico de concentración 0,250 mol/dm³ a cantidade de ácido clorhídrico que reacciona é:

$$n(\text{HCl}) = 18,1 \text{ cm}^3 \text{ D HCl} \frac{0,250 \text{ mol HCl}}{1000 \text{ cm}^3 \text{ D HCl}} = 4,53 \cdot 10^{-3} \text{ mol HCl}$$

A cantidade de hidróxido de calcio que reacciona é:

$$n(\text{Ca(OH)}_2) = 4,53 \cdot 10^{-3} \text{ mol HCl} \frac{1 \text{ mol Ca(OH)}_2}{2 \text{ mol HCl}} = 2,26 \cdot 10^{-3} \text{ mol Ca(OH)}_2$$

E a concentración da disolución de HCl é

$$[\text{HCl}] = \frac{2,26 \cdot 10^{-3} \text{ mol HCl}}{20,0 \text{ cm}^3 \text{ D HCl}} \frac{10^3 \text{ cm}^3}{1,00 \text{ dm}^3} = 0,113 \text{ mol HCl/dm}^3 \text{ D}$$

Procedemento de valoración: Cunha pipeta de 20 cm³ mídense 20,0 cm³ de disolución de Ca(OH)₂ e vértense nun matraz erlenmeyer de 100 cm³. Engádense dúas pingas de fenolftaleína e a disolución volverase de cor rosa fucsia. Énchese unha bureta de 25 cm³ con disolución de HCl de concentración 0,250 mol/dm³ por encima do cero. Ábrese a chave ata que o pico da bureta estea cheo e o nivel en cero. Déixanse caer 17 cm³ sobre o erlenmeyer e axítase. Ábrese a chave da bureta para deixar caer a disolución de HCl en pequenos chorros mentres se imprime un movemento circular ao erlenmeyer ata que a cor do contido do erlenmeyer desapareza. Anótase o volume de HCl gastado (p. ex. 18,5 cm³) e tírase o contido do erlenmeyer e lávase o matraz. Vólvese a encher a bureta con HCl ata o cero. Mídense outros 20 cm³ de Ca(OH)₂ coa pipeta, vértense no erlenmeyer (lavado pero non necesariamente seco) e engádense dúas pingas de fenolftaleína. Colócase o erlenmeyer baixo a bureta e ábrese a chave ata deixar caer case todo o volume medido antes (p. ex. 18,0 cm³). Agora déixase caer o HCl pinga a pinga mentres se fai rotar ao erlenmeyer, ata que o indicador vire de cor. Anótase este valor. Repítese outras dúas veces e tómasse como volume correcto o valor medio das medidas que máis se aproximan.

Material: Bureta (1) de 25 cm³ (graduada en 0,1 cm³), pipeta (1) de 20 cm³ con aspirador, matraz erlenmeyer (1) de 100 cm³, disolución de fenolftaleína.

A bureta é un tubo estreito graduado cunha boca superior algo máis ancha para enchelo e unha chave de paso na parte inferior para poder baleirala.

A pipeta é tamén un tubo estreito que pode ser graduado ou ter unha marca de aforo. Énchese ao aspirar cunha especie de xiringa cando a boca inferior máis estreita está mergullada na disolución.

O matraz erlenmeyer é un recipiente con forma de tronco de cono, coa boca máis estreita que o fondo, para non salpicar ao removelos cun movemento circular.

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

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

Algúns cálculos fixéronse cunha [folla de cálculo](#) de [LibreOffice](#) ou [OpenOffice](#) 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](#), de Óscar Hermida López.

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

Consultouse o chat de BING e y empregáronse algunhas respostas nas cuestións.

Actualizado: 19/07/23