CiUG COMISIÓN INTERUNIVERSITARIA DE GALICIA	**Proba de Avaliación do Bacharelato para o Acceso á Universidade**	**Código: 24**
	CONVOCATORIA ORDINARIA 2020	

QUÍMICA

El examen consta de 8 preguntas de 2 puntos, de las que podrá responder un **MÁXIMO DE 5**, combinadas como quiera. Cada pregunta **vale 2 puntos (1 punto por apartado)**. Si responde más preguntas de las permitidas, **solo se corregirán las 5 primeras respondidas.**

PREGUNTA 1.

1.1. Nombre los siguientes compuestos y justifique si presentan algún tipo de isomería y de qué tipo:

CH_3-CHOH-COH CH_3-CH_2-CH=CH-CH_2-CH_3

1.2. Complete las siguientes reacciones, identificando el tipo de reacción y nombrando los compuestos orgánicos que se forman: CH_3-CH_2-COOH + CH_3-CH_2OH → _____ + _____ CH_4 + Cl_2 → _____ + _____

PREGUNTA 2.

2.1. Justifique si la siguiente afirmación es verdadera o falsa: Una disolución acuosa de NH_4Cl tiene carácter ácido.

2.2. Los elementos A, B, C y D tienen números atómicos 19, 16, 1 y 9, respectivamente. Razone que compuestos se formarán entre B y C y entre D y A indicando el tipo de enlace.

PREGUNTA 3.

3.1. Para la reacción en equilibrio: $N_2(g) + 3\ H_2(g) \rightleftarrows 2\ NH_3(g)$ $\Delta H^0<0$, explique razonadamente cómo se desplazará el equilibrio si se añade $H_2(g)$.

3.2. Empleando la teoría de repulsión de pares de electrones de la capa de valencia (TRPECV) razoné cuál será la geometría y la polaridad de las moléculas de BeI_2 y $CHCl_3$.

PREGUNTA 4.

Reaccionan 4,0 mL de una disolución 0,1 M de $KMnO_4$ con 10,0 mL de una disolución de yoduro de potasio en presencia de ácido clorhídrico para dar I_2, cloruro de manganeso(II), cloruro de potasio y agua.

4.1. Acoplamiento las ecuaciones iónica y molecular por el método del ion-electrón.

4.2. Calcule la concentración de la disolución de yoduro de potasio.

PREGUNTA 5.

Sabiendo que $K_b(NH_3) = 1{,}78\cdot10^{-5}$, calcule:

5.1. La concentración que debe tener una disolución de amoniaco para que su pH sea 10,6.

5.2. El grado de disociación del amoniaco en la disolución.

PREGUNTA 6.

En un recipiente cerrado se introducen 2,0 moles de CH_4 y 1,0 mol de H_2S a la temperatura de 727 ℃, estableciéndose el siguiente equilibrio: $CH_4(g) + 2\ H_2S(g) \rightleftharpoons CS_2(g) + 4\ H_2(g)$. Una vez alcanzado el equilibrio, la presión parcial del H_2 es 0,20 atm y la presión total es de 0,85 atm. Calcule:

6.1. Los moles de cada substancia en el equilibrio y el volumen del recipiente.

6.2. El valor de K_c y K_p.

PREGUNTA 7.

En el laboratorio se mezclan 20,0 mL de una disolución 0,03 M de cloruro de bario y 15 mL de una disolución 0,1 M de sulfato de cinc.

7.1. Escriba la reacción que tiene lugar y calcule el rendimiento si se obtuvieron 0,10 g de sulfato de bario.

7.2. Describa el procedimiento e indique el material que emplearía para separar el precipitado.

PREGUNTA 8.

8.1. Haga un esquema indicando el material y los reactivos que se necesitan para construir en el laboratorio una pila que tiene la siguiente notación: $Cu(s) \mid Cu^{2+}(aq, 1\ M) \parallel Ag^+ (aq, 1\ M) \mid Ag(s)$

8.2. Escriba las semirreacciones que se producen en el ánodo y en el cátodo e indique sus polaridades. Escriba la reacción iónica global y calcule la fuerza electromotriz de la pila

Datos: R = 8,31 J·K^{-1}·mol^{-1} = 0,082 atm·L·K^{-1}·mol^{-1}; 1 atm= 101,3 kPa; $E^o(Cu^{2+}/Cu)$ = +0,34 V; $E^o(Ag^+/Ag)$ = +0,80 V

Soluciones

1.1. Nombra los siguientes compuestos y justifica si presentan algún tipo de isomería y de qué tipo:

CH_3-CHOH-COH CH_3-CH_2-CH=CH-CH_2-CH_3

1.2. Completa las siguientes reacciones, identificando el tipo de reacción y nombrando los compuestos orgánicos que se forman:

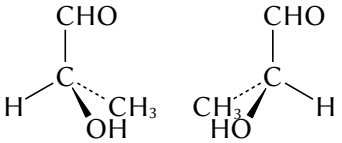
CH_3-CH_2-COOH + CH_3-CH_2OH → _____ + _____

CH_4 + Cl_2 → _____ + _____

(A.B.A.U. Jul. 20)

Solución:

CH_3-CHOH-COH: 2-hidroxipropanal. El carbono 2 es asimétrico (está unido a cuatro grupos distintos: hidrógeno (-H), hidroxilo (-OH), metilo (-CH_3) y carbonilo (-CHO), por lo que presenta isomería óptica.



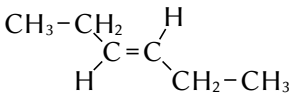
Además puede tener isómeros de función como

CH_3-CH_2-COOH: ácido propanoico

CH_3-COO-CH_3: etanoato de metilo

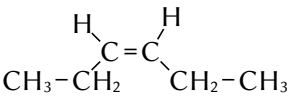
CH_2OH-CH=CHOH: propeno-1,3-diol.

CH_3-CH_2-CH=CH-CH_2-CH_3: hex-3-eno, tiene un doble enlace entre los carbonos 3 y 4, y cada uno de ellos está unido a dos grupos distintos: hidrógeno (-H) y etilo (-CH_2-CH_3). Existen dos isómeros geométricos, que se pueden llamar *cis* y trans o Z y E.



(*E*)-Hex-3-eno

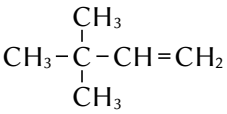
trans-Hex-3-eno



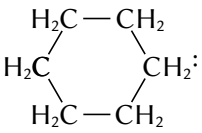
(*Z*)-Hex-3-eno

cis-Hex-3-eno

Además puede tener isómeros de cadena como:



3,3-dimetilbut-1-eno



ciclohexano

También presenta isómeros de posición:

CH_2=CH-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3: hex-1-eno.

Solución:

CH_3-CH_2-COOH + CH_3-CH_2OH → CH_3-CH_2-COO-CH_2-CH_3 + H_2O

ácido propanoico etanol propanoato de etilo

Reacción de esterificación.

CH_4 + Cl_2	→	CH_3Cl + HCl
Metano		Clorometano
CH_3Cl + Cl_2	→	CH_2Cl_2 + HCl
Clorometano		Diclorometano
CH_2Cl_2+ Cl_2	→	$CHCl_3$ + HCl
Diclorometano		Triclorometano
$CHCl_3$ + Cl_2	→	CCl_4 + HCl
Triclorometano		Tetracloruro de carbono

Reacciones de sustitución.

2.1. **Justifica** si la siguiente afirmación es verdadera o falsa:
b) Una disolución acuosa de NH_4Cl tiene carácter ácido.

(A.B.A.U. Jul. 20)

Solución:

b) Al disolverse en agua el cloruro de amonio produce:

$$NH_4Cl(aq) \longrightarrow NH_4^+(aq) + Cl^-(aq)$$

Como el ion NH_4^+ procede del hidróxido de amonio NH_4OH que es una base débil, se comporta como un ácido relativamente fuerte frente al agua

$$NH_4^+(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons NH_3(aq) + H_3O^+(aq)$$

La concentración de iones oxonio en la disolución aumenta y el pH de la disolución será ácido.

2.2. Los elementos A, B, C y D tienen números atómicos 19, 16, 1 y 9, respectivamente.
a) Razona que compuestos se formarán entre B y C y entre D y A indicando el tipo de enlace.

(A.B.A.U. Jul. 20)

Solución:

a) Las configuraciones electrónicas de los elementos son:
A (Z = 19): $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^1$
B (Z = 16): $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^4$
C (Z = 1): $1s^1$
D (Z = 9): $1s^2\ 2s^2\ 2p^5$

El elemento B tiende a ganar 2 electrones para alcanzar la configuración del gas noble más próximo.
El elemento C tendría que perder o ganar un electrón. Pero el comportamiento energéticamente más favorable es que comparta su electrón con uno de los electrones desapareados del elemento B.
El elemento B compartirá 2 electrones para completar el cuarto nivel de energía.
La fórmula química del compuesto sería BC_2 y será un compuesto covalente.

El elemento D tiende a ganar 1 electrón para alcanzar la configuración del gas noble más próximo. Formará el ion D^-.
El elemento A perderá el electrón del cuarto nivel de energía para alcanzar la configuración del gas noble más próximo. Formará el ion A^+.
La fórmula química del compuesto sería AD y será un compuesto iónico.

3.1. Para la reacción en equilibrio: $N_2(g) + 3\ H_2(g) \rightleftarrows 2\ NH_3(g)$ $\Delta H^o<0$; explica razonadamente cómo se desplazará el equilibrio si se añade $H_2(g)$.

(A.B.A.U. Jul. 20)

Solución:

La constante de equilibrio en función de las concentraciones puede escribirse así:

$$K_c = \frac{[NH_3]_e^2}{[N_2]_e \cdot [H_2]_e^3} = \frac{\dfrac{n_e^2(NH_3)}{V^2}}{\dfrac{n_e(N_2)}{V}\ \dfrac{n_e^3(H_2)}{V^3}} = \frac{n_e^2(NH_3)}{n_e(N_2) \cdot n_e^3(H_2)} V^2$$

La constante de equilibrio solo depende de la temperatura. No varía aunque cambien las cantidades de reactivos o productos, o disminuya el volumen.

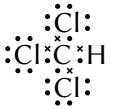
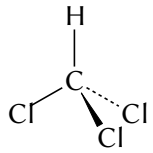
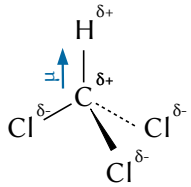
a) Si se añade hidrógeno, para que K_c permanezca constante, o bien deberá aumentar el numerador $n_e(NH_3)$, o disminuir la cantidad de nitrógeno en el denominador $n_e(N_2)$. El equilibrio se desplazará (hacia la derecha) hasta alcanzar un nuevo estado de equilibrio en el que habrá más NH_3 y menos N_2.

3.2. Empleando la teoría de repulsión de pares de electrones de la capa de valencia (TRPECV), razona cuál será la geometría y la polaridad de las moléculas de BeI_2 y $CHCl_3$.

(A.B.A.U. Jul. 20)

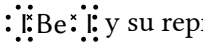
Solución:

La teoría de repulsión de pares de electrones de la capa de valencia es la que da una justificación más sencilla de los ángulos de enlace. Supone que los electrones de valencia, junto con los de los átomos que forman enlace con él, rodean a un átomo formando parejas, en las que la repulsión entre los electrones de cada pareja es pequeña, debido la que tienen spin contrario, y solo hay que tener en cuenta a repulsión electrostática clásica entre los pares enlazantes (excepto los π) y entre los pares enlazantes y los pares no enlazantes, de forma que se dispongan lo más lejos posible. Una repulsión de dos pares da una disposición lineal con ángulos de 180°, tres pares dan una distribución triangular con ángulos de 120° y cuatro pares se dirigen hacia los vértices de un tetraedro con ángulos de 109,5°.

Molécula	BeI_2	$CHCl_3$
Átomo central	Be	C
Configuración electrónica fundamental	$2s^2$	$2s^2\ 2p_x^1\ 2p_y^1$
Configuración electrónica excitada	$2s^1\ 2p_x^1$	$2s^1\ 2p_x^1\ 2p_y^1\ 2p_z^1$
Diagrama de Lewis		
Pares σ	2	4
Pares π	2	0
Pares no enlazantes	0	0
Pares que se repelen	2	4
Disposición de los pares	lineal	tetraédrica
Ángulo de enlace	180°	111°
Forma de la molécula	lineal	pirámide achatada
	I–Be–I	
Momento dipolar de enlace	$I^{\delta-} \longrightarrow Be^{\delta+}$	$Cl^- \longrightarrow C^{\delta+}$ $C^- \longrightarrow H^{\delta+}$
Momento dipolar de la molécula	$I^{\delta-} \longrightarrow Be^{\delta+} \longleftarrow I^{\delta-}$	
	No	Sí

Molécula de BeI_2
La configuración electrónica del átomo de berilio en el estado fundamental es [He] $2s^2$, pero para poder enlazarse tiene que separar, («desaparear») los dos electrones, elevando uno de ellos al orbital 2p a cuenta de la energía de los enlaces que se van a formar.
La configuración electrónica del átomo de berilio excitado es [He] $2s^1\ 2p_x^1$
Al tener dos electrones desapareados, puede formar dos enlaces.

Al compartir cada una de los electrones con un electrón desapareado de un átomo de yodo, se forma la molécula de Be I_2

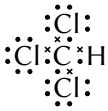
El diagrama de Lewis para la molécula de BeI_2 es:  y su representación: I–Be–I.

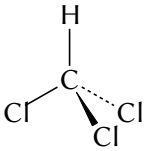
(La molécula de BeI_2 es una excepción a la regla del octete, ya que el átomo de berilio solo tiene dos pares de electrones en vez de cuatro pares que exige la regla del octete).

La repulsión obliga a los dos pares σ enlazantes a disponerse en sentidos contrarios, con un ángulo de 180° entre los enlaces. La molécula será lineal.

Como el yodo es más electronegativo que el Be, el enlace Be – I está polarizado, siendo el yodo el polo negativo. Existe un momento dipolar $I^{\delta-} \longrightarrow Be^{\delta+}$. Pero como ambos enlaces está simétricamente dirigidos en sentidos opuestos y el valor del momento dipolar es el mismo, el momento dipolar de la molécula es nulo.

Molécula de $CHCl_3$.

La estructura de Lewis es  . El átomo de carbono participa en cuatro enlaces sigma y ningún pi.

Hay cuatro pares que se repelen el que produce una disposición aproximadamente tetraédrica. 

Debido a la repulsión entre los pares no enlazantes de los átomos de cloro vecinos, el ángulo entre los enlaces C-Cl es mayor que 109,5°, y la forma de molécula es de pirámide achatada.

El cloro es más electronegativo que el carbono, por lo que existe un momento dipolar de enlace $Cl^{\delta-} \longrightarrow C^{\delta+}$.

La resultante de los momentos dipolares de los enlaces C – Cl no se anula y la molécula es polar.

P.4. Reaccionan 4,0 cm³ de una disolución de concentración 0,1 mol/dm³ de $KMnO_4$ con 10,0 cm³ de una disolución de yoduro de potasio en presencia de ácido clorhídrico para dar I_2, cloruro de manganeso(II), cloruro de potasio y agua.

a) Ajusta las ecuaciones iónica y molecular por el método del ion-electrón.

b) Calcula la concentración de la disolución de yoduro de potasio.

(A.B.A.U. Jul. 20)

Rta.: a) $2\ (MnO_4)^- + 10\ I^- + 16\ H^+ \longrightarrow 2\ Mn^{2+} + 5\ I_2 + 8\ H_2O$; $2\ KMnO_4(aq) + 10\ KI(aq) + 16\ HCl(aq) \longrightarrow 5\ I_2(s) + 2\ MnCl_2(aq) + 12\ KCl(aq) + 8\ H_2O(l)$; b) [KI] = 0,200 mol/dm³.

Datos	***Cifras significativas: 3***
Concentración da disolución de permanganato de potasio	$[KMnO_4]$ = 0,100 mol/dm³
Volumen de disolución de permanganato de potasio	V = 4,00 cm³
Volumen de disolución de yoduro de potasio	V' = 10,0 cm³
Incógnitas	
Concentración de la disolución de yoduro de potasio	[KI]

Solución:

a) Las semirreacciones iónicas son:

Oxidación: $2\ I^- \longrightarrow I_2 + 2\ e^-$

Reducción: $MnO_4^- + 8\ H^+ + 5\ e^- \longrightarrow Mn^{2+} + 4\ H_2O$

Multiplicando la primera por 5, la segunda por 2 y sumando, se obtiene la reacción iónica ajustada:

$$2\ MnO_4^-(aq) + 10\ I^-(aq) + 16\ H^+(aq) \longrightarrow 2\ Mn^{2+}(aq) + 5\ I_2(aq) + 8\ H_2O(l)$$

Sumando 12 K^+ y 1 6 Cl^- a cada lado de la ecuación y juntando los iones de signos opuestos se obtiene la reacción global:

$$2\ KMnO_4(aq) + 10\ KI(aq) + 16\ HCl(aq) \longrightarrow 5\ I_2(s) + 2\ Cl_2(aq) + 12\ KCl(aq) + 8\ H_2O(l)$$

b) La cantidad de permanganato de potasio que hay en 4,0 cm³ de disolución es:

$$n = 4{,}00\ \text{cm}^3\ \text{D KMnO}_4\ \frac{1\ \text{dm}^3}{10^3\ \text{cm}^3}\ \frac{0{,}100\ \text{mol KMnO}_4}{1\ \text{dm}^3\ \text{KMnO}_4} = 4{,}00 \cdot 10^{-4}\ \text{mol KMnO}_4$$

La cantidad de yoduro de potasio necesaria para reaccionar con esa cantidad de permanganato de potasio:

$$n' = 4{,}00 \cdot 10^{-4}\ \text{mol KMnO}_4\ \frac{10\ \text{mol KI}}{2\ \text{mol KMnO}_4} = 0{,}00200\ \text{mol KI}$$

La concentración de la disolución de yoduro de potasio es:

$$[\text{KI}] = \frac{0{,}00200\ \text{mol KI}}{10\ \text{cm}^3\ \text{D}}\ \frac{10^3\ \text{cm}^3}{1\ \text{dm}^3} = 0{,}200\ \text{mol/dm}^3$$

P.5. Sabiendo que K_b (NH_3) =1,78·10⁻⁵, calcula:
a) La concentración que debe tener una disolución de amoniaco para que su pH sea 10,6.
b) El grado de disociación del amoniaco en la disolución.

(A.B.A.U. Jul. 20)

Rta.: a) $[NH_3]_0$ = 0,00930 mol/dm³; b) α = 4,28 %.

Datos	***Cifras significativas: 3***
pH de la disolución de amoniaco	pH = 10,60
Constante de basicidad del NH_3	$K_b = 1{,}78 \cdot 10^{-5}$
Producto iónico del agua	$K_w = [H^+] \cdot [OH^-] = 1{,}00 \cdot 10^{-14}$
Incógnitas	
Concentración de la disolución de amoniaco	$[NH_3]_0$
Grado de disociación del NH_3 en la disolución	α
Otros símbolos	
Disolución	D
Concentración (mol/dm³) de base débil que se disocia	x
Cantidad de la substancia X	n(X)
Cantidad disociada	n_d
Cantidad inicial	n_0
Concentración de la substancia X	[X]
Ecuaciones	
Constante de basicidad de la base: $B(OH)_b(aq) \rightleftharpoons B^{b+}(aq) + b\ OH^-(aq)$	$K_b = \frac{[B^{b+}]_e \cdot [OH^-]_e^b}{[B(OH)_b]_e}$
pH	$pH = -\log[H^+]$
pOH	$pOH = -\log[OH^-]$
Producto iónico del agua	$K_w = [H^+]_e \cdot [OH^-]_e = 1{,}00 \cdot 10^{-14}$ $pK_w = pH + pOH = 14{,}00$
Grado de disociación	$\alpha = \frac{n_d}{n_0} = \frac{[s]_d}{[s]_0}$

Solución:

a) A partir del pH podemos calcular el pOH

$$pOH = 14{,}00 - pH = 14{,}00 - 10{,}60 = 3{,}40$$

y de aquí la concentración de iones hidróxido en el equilibrio.

$$[OH^-]_e = 10^{-pOH} = 10^{-3,40} = 3,98\cdot10^{-4}\ mol/dm^3$$

Como el amoniaco es una base débil, se disociará en agua según la ecuación:

$$NH_3(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons NH_4^+(aq) + OH^-(aq)$$

Si llamamos c_0 a la concentración de amoniaco antes de disociarse, y x a la concentración de amoniaco que se disocia

		NH_3	$\rightleftharpoons$	NH_4^+	OH^-	
$[X]_0$	Concentración inicial	c_0		0	0	mol/dm³
$[X]_d$	Concentración disociada o formada	x		x	x	mol/dm³
$[X]_e$	Concentración en el equilibrio	$c_0 - x$		x	$3,98\cdot10^{-4}$	mol/dm³

queda que:

$$x = 3,98\cdot10^{-4}\ mol/dm^3$$

La constante de equilibrio K_b es:

$$K_b = \frac{[NH_4^+]_e\cdot[OH^-]_e}{[NH_3]_e} = \frac{(3,98\cdot10^{-4})^2}{(c_0 - 3,98\cdot10^{-4})} = 1,78\cdot10^{-5}$$

Despejando c_0

$$c_0 = \frac{(3,98\cdot10^{-4})^2}{1,78\cdot10^{-5}} + 3,98\cdot10^{-4} = 0,00930\ mol/dm^3$$

b) El grado de disociación α es:

$$\alpha = \frac{[NH_3]_d}{[NH_3]_0} = \frac{3,98\cdot10^{-4}\ mol/dm^3}{0,00930\ mol/dm^3} = 0,0428 = 4,28\ \%$$

Análisis: El amoniaco es una base débil y está solo parcialmente disociada.

P.6. En un recipiente cerrado se introducen 2,0 moles de CH_4 y 1,0 mol de H_2S a la temperatura de 727 ℃, estableciéndose el siguiente equilibrio: $CH_4(g) + 2\ H_2S(g) \rightleftharpoons CS_2(g) + 4\ H_2(g)$. Una vez alcanzado el equilibrio, la presión parcial del H_2 es 0,20 atm y la presión total es de 0,85 atm. Calcula:

a) Los moles de cada substancia en el equilibrio y el volumen del recipiente.

b) El valor de K_c y K_p.

(A.B.A.U. Jul. 20)

Rta.: a) $n_e(CH_4)$ = 1,80 mol; $n_e(H_2S)$ = 0,60 mol; $n_e(CS_2)$ = 0,200 mol; $n_e(H_2)$ = 0,800 mol; V = 328 dm³; b) K_p = 0,0079; $K_c = 1,2\cdot10^{-6}$.

Datos	***Cifras significativas: 3***
Temperatura	T = 727 ℃ = 1000 K
Cantidad inicial de metano	$n_0(CH_4)$ = 2,00 mol CH_4
Cantidad inicial de sulfuro de hidrógeno	$n_0(H_2S)$ = 1,00 mol H_2S
Presión parcial del hidrógeno en el equilibrio	$p_e(H_2)$ = 0,200 atm
Presión total en el equilibrio	p_e = 0,850 atm
Incógnitas	
Cantidad en el equilibrio de cada sustancia	$n_e(CH_4)$, $n_e(H_2S)$, $n_e(CS_2)$, $n_e(H_2)$
Volumen del recipiente	V
Constante del equilibrio K_c	K_c
Constante del equilibrio K_p	K_p

Ecuaciones

Ecuación de estado de los gases ideales $p \cdot V = n \cdot R \cdot T \Rightarrow p = \frac{n \cdot R \cdot T}{V}$

Concentración de la sustancia X $[X] = n(X) / V$

Constantes del equilibrio: $a\,A + b\,B \rightleftharpoons c\,C + d\,D$ $K_c = \frac{[C]_e^c \cdot [D]_e^d}{[A]_e^a \cdot [B]_e^b}$ $K_p = \frac{p_e^c(C) \cdot p_e^d(D)}{p_e^a(A) \cdot p_e^b(B)}$

Solución:

a) La ecuación química es:

$$CH_4(g) + 2\,H_2S(g) \rightleftharpoons CS_2(g) + 4\,H_2(g)$$

Llamando x a la cantidad de metano que reaccionó hasta conseguir el equilibrio podemos escribir

		CH_4	$2\,H_2S$	$\rightleftharpoons$	CS_2	$4\,H_2$	
Cantidad inicial	n_0	2,00	1,00		0,0	0,0	mol
Cantidad que reacciona o se forma	n_r	x	$2\,x$		x	$4\,x$	mol
Cantidad en el equilibrio	n_e	$2{,}00 - x$	$1{,}00 - 2\,x$		x	$4\,x$	mol

En el equilibrio habrá en total:

$$n_e = (2{,}00 - x) + (1{,}00 - 2\,x) + x + 4\,x = 3{,}00 + 2\,x$$

De la presión parcial del hidrógeno podemos deducir:

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T \Rightarrow n_e(H_2) = \frac{p_e(H_2) \cdot V}{R \cdot T} = \frac{0{,}200\ \text{atm} \cdot V}{0{,}082\ \text{atm} \cdot \text{dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 1000\ \text{K}} = 0{,}00244 \cdot V\ \text{mol}\ H_2$$

$$4\,x = 0{,}0244 \cdot V$$

De la presión total podemos deducir:

$$n_e = \frac{p_e \cdot V}{R \cdot T} = \frac{0{,}850\ \text{atm} \cdot V}{0{,}082\ \text{atm} \cdot \text{dm}^2 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 1000\ \text{K}} = 0{,}0104 \cdot V\ \text{mol}$$

$$3{,}00 + 2\,x = 0{,}104 \cdot V$$

Del sistema de dos ecuaciones con dos incógnitas,

$$\left.\begin{array}{r} 4\,x = 0{,}00244 \cdot V \\ 3{,}00 + 2\,x = 0{,}0104 \cdot V \end{array}\right\}$$

deducimos el volumen V del recipiente y la cantidad x de metano que reaccionó hasta conseguir el equilibrio.

$$\frac{3{,}00 + 2\,x}{4\,x} = \frac{0{,}0104 \cdot V}{0{,}00244 \cdot V} = 4{,}25$$

$$3{,}00 + 2\,x = 17{,}0\,x$$

$$x = 0{,}200\ \text{mol}$$

$$V = 328\ \text{dm}^3$$

Las cantidades de las substancias en el equilibrio son:

$$n_e(CH_4) = 2{,}00 - x = 2{,}00 - 0{,}200 = 1{,}80\ \text{mol}\ CH_4$$

$$n_e(H_2S) = 1{,}00 - 2\,x = 1{,}00 - 2 \cdot 0{,}200 = 0{,}60\ \text{mol}\ H_2S$$

$$n_e(CS_2) = x = 0{,}200\ \text{mol}\ CS_2$$

$$n_e(H_2) = 4 \cdot x = 0{,}800\ \text{mol}\ H_2$$

La constante de equilibrio en función de las concentraciones es:

$$K_c=\frac{[CS_2]_e\cdot[H_2]_e^4}{[CH_4]_e\cdot[H_2S]_e^2}=\frac{\frac{n_e(CS_2)}{V}\cdot\left(\frac{n_e(H_2)}{V}\right)^4}{\frac{n_e(CH_4)}{V}\cdot\left(\frac{n_e(H_2S)}{V}\right)^2}=\frac{n_e(CS_2)\cdot n_e^4(H_2)}{n_e(CH_4)\cdot n_e^2(H_2S)}\cdot\frac{1}{V^2}=\frac{0{,}200\cdot 0{,}800^4}{1{,}80\cdot 0{,}60^2}\cdot\frac{1}{328^2}=1{,}2\cdot 10^{-6}$$

(concentraciones en mol/dm³)

Si consideramos comportamiento ideal para los gases, podemos escribir:

$$K_p=\frac{p_e(CS_2)\cdot p_e^4(H_2)}{p_e(CH_4)\cdot p_e^2(H_2S)}=\frac{[CS_2]_e\cdot R\cdot T\cdot([H_2]_e\cdot R\cdot T)^4}{[CH_4]_e\cdot R\cdot T\cdot([H_2S]_e\cdot R\cdot T)^2}=\frac{[CS_2]_e\cdot([H_2]_e)^4}{[CH_4]_e\cdot([H_2S]_e)^2}\cdot(R\cdot T)^2=K_c\cdot(R\cdot T)^2$$

$$K_p=1{,}2\cdot 10^{-6}\cdot(0{,}082\cdot 1000)^2=0{,}0079 \text{ (presiones en atm)}$$

P.7. En el laboratorio se mezclan 20,0 cm³ de una disolución de concentración 0,03 mol/dm³ de cloruro de bario y 15 cm³ de una disolución de concentración 0,1 mol/dm³ de sulfato de cinc.

a) Escribe la reacción que tiene lugar y calcula el rendimiento si se obtuvieron 0,10 g de sulfato de bario.

b) Describe el procedimiento e indica el material que emplearía para separar el precipitado.

(A.B.A.U. Jul. 20)

Rta.: rendimiento del 71 %.

Solución:

a) La reacción de precipitación es:

$$BaCl_2(aq) + ZnSO_4(aq) \longrightarrow BaSO_4(s) + ZnCl_2(aq)$$

Si solo escribimos la reacción iónica que tiene lugar, será:

$$\cancel{Zn^{2+}(aq)} + SO_4^{2-}(aq) + Ba^{2+}(aq) + \cancel{2\,Cl^-(aq)} \longrightarrow BaSO_4(s) + \cancel{Zn^{2+}(aq)} + \cancel{2\,Cl^-(aq)}$$

<u>Cálculo de la cantidad de precipitado</u> (suponiendo 2 cifras significativas)
Se calcula la masa de sulfato de bario que debería obtenerse a partir de los datos de las disoluciones de cloruro de bario y sulfato de cinc.
Cantidades iniciales de los reactivos:

$$n_0(BaCl_2)=20\text{ cm}^3\text{ D }\frac{1\text{ dm}^3}{10^3\text{ cm}^3}\,\frac{0{,}030\text{ mol}}{1\text{ dm}^3}=6{,}0\cdot 10^{-4}\text{ mol BaCl}_2$$

$$n_0(ZnSO_4)=15\text{ cm}^3\text{ D }\frac{1\text{ dm}^3}{10^3\text{ cm}^3}\,\frac{0{,}10\text{ mol}}{1\text{ dm}^3}=1{,}5\cdot 10^{-3}\text{ mol ZnSO}_4$$

Como reaccionan mol a mol, la cantidad de sulfato de cinc necesaria para reaccionar con el cloruro de bario es

$$n(ZnSO_4) = 6{,}0\cdot 10^{-4}\text{ mol ZnSO}_4$$

Cómo hay $1{,}5\cdot 10^{-3}$ mol, más que el necesario, el reactivo limitante es el cloruro de bario.
La masa teórica de precipitado sería:

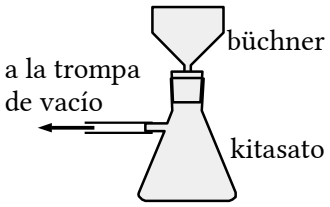
$$m=6{,}0\cdot 10^{-4}\text{ mol BaCl}_2\,\frac{1\text{ mol BaSO}_4}{1\text{ mol BaCl}_2}\,\frac{233\text{ g BaSO}_4}{1\text{ mol BaSO}_4}=0{,}14\text{ g BaSO}_4$$

El rendimiento se obtiene dividiendo la masa obtenida entre la calculada y se expresa el resultado en tanto por ciento. Como solo se obtuvieron 0,10 g, el rendimiento es:

$$rto.=\frac{0{,}10\text{ g obtidos}}{0{,}14\text{ g máximo}}=0{,}71=71\ \%$$

<u>Procedimiento</u>

Para separar el precipitado, se coloca un papel de filtro circular en un embudo büchner ajustándolo para no dejar orificios libres y se humedece con agua para que quede adherido.
Se ajusta el embudo büchner sobre uno matraz kitasato y el vástago lateral del kitasato se conecta la una trompa de vacío.
Se abre la llave y se vierte el contenido del vaso (precipitado y líquido sobrenadante) en el embudo. Se echa más agua sobre el precipitado que aún queda en el vaso para llevarlo al embudo.



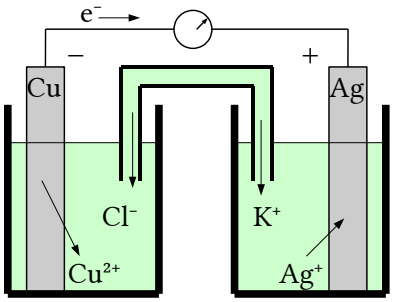
Cuando ya no gotee más agua en el interior del kitasato, se desencaja el embudo y se cierra la llave.
Se quita el papel de filtro y se deja a secar un día o dos.

Material
Vasos de precipitados (2), varilla de vidrio, embudo büchner, matraz kitasato, papel de filtro.

P.8. a) Haz un esquema indicando el material y los reactivos que se necesitan para construir en el laboratorio una pila que tiene la siguiente notación: Cu(s) | Cu^{2+}(aq, 1 M) || Ag^{+} (aq, 1 M) | Ag(s)
b) Escribe las semirreacciones que se producen en el ánodo y en el cátodo e indica sus polaridades. Escribe la reacción iónica global y calcula la fuerza electromotriz de la pila.
Datos: $E^{\circ}(Cu^{2+}/Cu) = +0{,}34$ V; $E^{\circ}(Ag^{+}/Ag) = +0{,}80$ V. *(A.B.A.U. Jul. 20)*
Rta.: $E^{\circ} = 0{,}46$ V.

Solución:

Material: Vasos de precipitados de 100 cm³ (2), tubo en U, cables con pinzas, voltímetro.
Reactivos: láminas de cobre y plata pulidas, disoluciones de nitrato de plata de concentración 1 mol/dm³ y sulfato de cobre(II) de concentración 1 mol/dm³. Disolución de cloruro de potasio para el puente salino.



b) Oxidación:	Cu	$\longrightarrow Cu^{2+} + 2\,e^{-}$	$E^{\circ} = -0{,}34$ V
Reducción:	$2\,Ag^{+} + 2\,e^{-}$	$\longrightarrow 2\,Ag$	$E^{\circ} = 0{,}80$ V
Reacción global:	$2\,Ag^{+} + Cu^{2+}$	$\longrightarrow 2\,Ag + Cu^{2+}$	$E^{\circ} = 0{,}46$ V

Cuestiones y problemas de las Pruebas de evaluación de Bachillerato para el acceso a la Universidad (A.B.A.U. y P.A.U.) en Galicia.
Respuestas y composición de Alfonso J. Barbadillo Marán.
Algunos cálculos se hicieron con una hoja de cálculo de LibreOffice u OpenOffice del mismo autor.
Algunas ecuaciones y las fórmulas orgánicas se construyeron con la extensión CLC09 de Charles Lalanne-Cassou.
La traducción al/desde el gallego se realizó con la ayuda de *traducindote*, de Óscar Hermida López.
Se procuró seguir las recomendaciones del Centro Español de Metrología (CEM)

Actualizado: 20/03/22