FACULTAD DE QUÍMICA
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE

Pontificia Universidad Católica de Chile
Facultad de Química
Dirección Académica
Santiago, 17 de mayo de 2024

QUÍMICA PARA INGENIERÍA

Pauta Interrogación I 2024

Notas para los ayudantes correctores:

- En las preguntas de desarrollo considere en las respuestas un margen de error de ±5%
- Si la respuesta no incluye unidades de medida descuente 1 punto del puntaje asociado a la pregunta
- Si la respuesta tiene el signo erróneo, descuente 2 puntos del puntaje total de la pregunta.
- En algunos casos, las preguntas pueden resolverse de varias formas diferentes, si el estudiante tiene correcto el resultado final se le debe asignar todo el puntaje de la pregunta.

Pregunta 1: Selección Múltiple (32 puntos)

1.- A presión constante, la reacción:

$N_2\ (g) + 2\ O_2\ (g) \rightarrow 2\ NO_2\ (g)$ Absorbe 66,4 kJ por mol de N_2 que reacciona.

Indique cuál(es) de las siguientes afirmaciones es(son) **VERDADERAS**:

I Se trata de una reacción exotérmica
II En la reacción $\Delta S > 0$
III La reacción es termodinámicamente espontánea

a) Solo II
b) Solo I y III
c) Solo III
d) Solo I
e) Ninguna de las anteriores

2.- Cuando una sustancia pura en fase líquida se congela espontáneamente ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es **VERDADERA**?

a) ΔG, ΔH y ΔS son positivos
b) ΔG, ΔH y ΔS son negativos
c) ΔG y ΔH son negativos, pero ΔS es positivo
d) ΔG y ΔS son negativos, pero ΔH es positivo
e) ΔS y ΔH son negativos, pero ΔG es positivo

3.- En relación a las fuerzas intermoleculares presentes en sustancias no polares, indique cuál(es) de las siguientes afirmaciones es(son) **VERDADERAS**:

I Se deben a la formación de un dipolo natural
II Ocurren por la formación de un dipolo instantáneo
III Se deben a una interacción del tipo ión-dipolo
IV Se producen porque se comparten pares de electrones

a) Sólo I
b) Solo II
c) I y II
d) II y III
d) II y IV

4.- En relación a la estructura FFC, indique cuál de estas afirmaciones es **FALSA**

a) El factor de empaquetamiento es de 0.74 (74%)
b) El número de coordinación es 12
c) Posee 4 átomos por celda
d) El plano 100 tiene 2 átomos por celda
e) Posee un hueco cubico en su estructura

5.- En relación a las celdas unitarias, indique cuál de estas afirmaciones es **FALSA**

a) Existen 7 sistemas cristalinos dentro de las celdas de Bravais
b) Existen 4 redes cristalinas ortorrómbicas
c) El número de coordinación de la celda BCC es 8
d) Los sitios intersticiales octaédricos están entre 8 átomos
e) Una red tridimensional de celdas FCC tiene un empaquetamiento ABC-ABC

6.- La velocidad de una reacción química se debe expresar en:

a) s mol^{-1}
b) mol^{-1} s^{-1}
c) mol L^{-1} s^{-1}
d) mol^{-1} L s^{-1}
e) mol L s^{-1}

7.- ¿Cuál de las siguientes afirmaciones representa la relación entre la constante de velocidad, k, y la temperatura absoluta, T.

a) Una gráfica de ln k respecto a 1/T será lineal
b) Una gráfica de ln k respecto a T será lineal
c) Una gráfica de k respecto a T es lineal con pendiente negativa
d) Una gráfica de k respecto a T es lineal con pendiente positiva

8.- La mayor parte del dióxido de carbono (CO_2) liberado en el proceso de elaboración del Clinker proviene de la calcinación de:

a) Hematita
b) Alumina
c) Silicato dicalcico
d) Silicato tricálcico
e) Carbonato de calcio

Pegunta 2: Nivelación (16 puntos)

En la minería del cobre, el proceso de lixiviación puede ocurrir a través de dos reacciones químicas, representadas por las siguientes ecuaciones:

Reacción 1: $Cu_{(s)} + HNO_{3(ac)} \rightarrow Cu(NO_3)_{2\,(s)} + H_2O_{(l)} + NO_{2(g)}$ *(Ecuación No balanceada)*

Reacción 2: $5Cu_{(s)} + 4H_2SO_{4(ac)} \rightarrow 1Cu_2S_{(s)} + 3CuSO_{4(s)} + 4H_2O_{(l)}$ *(Ecuación Balanceada)*

Sin embargo, la reacción 2 es más comúnmente usada para la generación de $CuSO_4$, aun cuando en condiciones óptimas esta reacción solo alcanza un rendimiento del 70% (en relación al $CuSO_4$). De acuerdo a estas dos reacciones determine lo siguiente:

a) Balancee la ecuación 1. **(4 puntos)**

b) Si la empresa minera le pide a usted que use la reacción 2 para lixiviar 1000 gramos del material de partida ($Cu_{(s)}$) que tiene un 40% de pureza, y para esto cuenta con 0,2 L de ácido sulfúrico (densidad 1,8 g/mL). ¿Cuántos gramos de $CuSO_4$ se generarán en esta reacción? **(6 puntos)**

c) ¿Cuántos gramos de $CuSO_4$ se generarán si en vez de tener 0,2 L de ácido sulfúrico (densidad 1,8 g/mL) le entregan 0,4 L de este mismo ácido? **(6 puntos)**

Datos:

Masas atómicas (g/mol) (Cu = 63,5; S = 32,0; N = 14,0; H = 1,0; O = 16,0)

Desarrollo:

a)

Balance de la Ecuación:

$$aCu_{(s)} + bHNO_{3(ac)} \rightarrow cCu(NO_3)_{2\,(s)} + dH_2O_{(l)} + eNO_{2(g)}$$

Cu: a = c
H: b = 2d
N: b = 2c + e
O: 3b = 6c + d + 2e

(Planteamiento 1 punto)

1. **b = 1**

2. Como b = 2d
d = ½

3. 3b = 6c + d + 2e
3 = 6c + ½ + 2e
5/2 = 6c + 2e (1)

4. b = 2c + e
1 = 2c + e (2)

5. Resolviendo (1) y (2)
5/2 = 6c + 2e (1)
1 = 2c + e (2)

c = ¼
e = ½

6. a = c

a = ¼

$$1/4\ Cu_{(s)} + 1\ HNO_{3(ac)} \rightarrow 1/4\ Cu(NO_3)_{2\ (s)} + 1/2\ H_2O_{(l)} + 1/2\ NO_{2(g)} \quad / \times 4$$

$$1Cu_{(s)} + 4HNO_{3(ac)} \rightarrow 1Cu(NO_3)_{2\ (s)} + 2H_2O_{(l)} + 2NO_{2(g)}$$

(3 puntos)

b)

$5\ Cu + 4\ H_2SO_4 \rightarrow 1\ Cu_2S + 3\ CuSO_4 + 4\ H_2O$

Reactivo limitante y en exceso

Moles de Cu

1000 gramos de material al 40% de pureza indica que hay 400 g de Cu en el material
$\frac{400\ g\ de\ Cu}{63,5\ g/mol}$ = 6,3 moles de Cu **(1 punto)**

Moles de H_2SO_4

0,2 L de H_2SO_4 = 200 mL de H_2SO_4

200 mL de H_2SO_4 * 1,8 g/ml = 360 g de H_2SO_4

$\frac{360 \text{ g de } H_2SO_4}{98 \text{ g/mol}}$ = 3,67 moles de H_2SO_4 **(1 punto)**

De la ecuación balanceada se desprende que por cada 5 moles de Cu se requieren 4 moles de H_2SO_4

$$\frac{5 \text{ moles de } Cu^0}{4 \text{ moles de } H_2SO_4} = \frac{6{,}3 \text{ moles de } Cu^0}{X}$$

X = 5,04 moles de H_2SO_4.

Se requieren 5,04 moles de H_2SO_4 para reaccionar con los 6,3 moles de Cu, pero como solo se tienen 3,67 moles de H_2SO_4 el reactivo limitante de la reacción es el H_2SO_4 y el reactivo en exceso es el Cu.

Cu = Reactivo en exceso
H_2SO_4 = Reactivo Limitante

(1 punto)

Como el reactivo limitante es el H_2SO_4 la reacción procederá hasta que se acabe el H_2SO_4

Como la relación entre el H_2SO_4 y el $CuSO_4$ es que por cada 4 moles de H_2SO_4 se producen 3 moles de $CuSO_4$, con esa relación se procede a calcular los moles que se producirán considerando los 3,67 moles de H_2SO_4 que realmente se tienen

$$\frac{4 \text{ moles de } H_2SO_4}{3 \text{ moles de } CuSO_4} = \frac{3{,}67 \text{ moles de } H_2SO_4}{X}$$

X = 2,75 moles de $CuSO_4$ **(1 punto)**

Sin embargo, como el rendimiento es del 70% solo se produce lo siguiente:

2,75 moles de $CuSO_4$ x 0,7 = 1,925 moles de $CuSO_4$ **(1 punto)**

Ahora la masa de $CuSO_4$ que se produce es:

1,925 moles de $CuSO_4$ x 159,5 g/mol = 307,03 g de $CuSO_4$ **(1 puntos)**

c)

Moles de Cu

1000 gramos de material al 40% de pureza indica que hay 400 g de Cu en el material

$\frac{400 \text{ g de Cu}}{63,5 \text{ g/mol}}$ = 6,3 moles de Cu **(1 punto)**

Moles de H_2SO_4

0,4 L de H_2SO_4 = 400 mL de H_2SO_4

400 mL de H_2SO_4 * 1,8 g/mL = 720 g de H_2SO_4

$\frac{720 \text{ g de } H_2SO_4}{98 \text{ g/mol}}$ = 7,35 moles de H_2SO_4 **(1 punto)**

Reactivo limitante y reactivo en exceso

De la ecuación balanceada se desprende que por cada 5 moles de Cu se requieren 4 moles de H_2SO_4

$\frac{5 \text{ moles de Cu}}{4 \text{ moles de } H_2SO_4} = \frac{6,3 \text{ moles de Cu}}{X}$

X = 5,04 moles de H_2SO_4.

Se requieren 5,04 moles de H_2SO_4 para reaccionar con los 6,3 moles de Cu^0, pero como ahora tenemos 7,35 moles de H_2SO_4, el reactivo limitante cambia. Ahora H_2SO_4 es el reactivo en exceso y el Cu es el reactivo limitante

Cu = Reactivo Limitante
H_2SO_4 = Reactivo en exceso **(1 punto)**

Por consiguiente como ahora el Cu es el reactivo limitante la reacción procederá hasta que se acabe el Cu

Como la relación entre el Cu y el $CuSO_4$ es que por cada 5 moles de Cu se producen 3 moles de $CuSO_4$, con esa relación se procede a calcular los moles que se producirán considerando los 6,3 moles de Cu que reaccionan

$$\frac{\text{5 moles de Cu}}{\text{3 moles de } CuSO_4} = \frac{\text{6,3 moles de Cu}}{X}$$

X = 3,78 moles de $CuSO_4$ **(1 punto)**

Sin embargo, como el rendimiento es del 70%, solo se produce lo siguiente:

3,78 moles de $CuSO_4$ x 0,7 = 2,646 moles de $CuSO_4$ **(1 punto)**

Ahora la masa de $CuSO_4$ que se produce es:

2,656 moles de $CuSO_4$ x 159,5 g/mol = 422,04 g de $CuSO_4$ **(1 punto)**

Pregunta 3: Química del estado sólido (18 puntos)

El vanadio (V) y la plata (Ag) son metales de transición que se caracterizan porque ambos se organizan en sistemas cristalinos cúbicos. El vanadio (50,9 g/mol) tiene un radio atómico de 0,132 nm y cristaliza en una estructura cúbica centrada en el cuerpo (BCC). Por su parte, la plata (107,9 g/mol) que tiene un radio atómico de 0,144 nm, cristaliza en un sistema cúbico centrado en las caras (FCC). Si en cada una de estas celdas unitarias se traza el plano (101), indique lo siguiente:

a) Determine mediante cálculo cuál de los dos metales presenta la mayor densidad teórica (g/cm^3)

b) Determine mediante cálculo cuál de los dos metales presenta la mayor densidad planar (plano 101)

c) Si ambos metales son irradiados con una longitud de onda de 1,542 Å y el orden de difracción es 1, determine mediante cálculo cuál de los dos metales presenta el mayor ángulo de difracción

Desarrollo:

Densidad teórica vanadio:

r = 0,132 nm, BCC: $a = \frac{4r}{\sqrt{3}}$

$a = \frac{4(0{,}132\ nm)}{\sqrt{3}} = 0{,}304\ nm$

$a = 3{,}04 \cdot 10^{-8}\ cm$ **(0,5 puntos)**

$\rho_V = \frac{(átomos\ por\ celda)(MM)}{(V_{celda})(N_{avogadro})}$

$\rho_V = \frac{(2\ átomos)(50{,}9\ g/mol)}{(3{,}04 \cdot 10^{-8}\ cm)^3\ (6{,}022 \cdot 10^{23} átomos/mol)}$

$\rho_V = 6{,}02\ g/cm^3$

(2 puntos) 1 pt. por número y 1 pt. por unidades correctas

Densidad teórica plata:

r = 0,144 nm, FCC: $a = \frac{4r}{\sqrt{2}}$

$a = \frac{4(0{,}144\ nm)}{\sqrt{2}} = 0{,}407\ nm$

$a = 4{,}07 \cdot 10^{-8}\ cm$ **(0,5 puntos)**

$\rho_V = \frac{(átomos\ por\ celda)(MM)}{(V_{celda})(N_{avogadro})}$

$\rho_V = \frac{(4\ átomos)(107{,}9\ g/mol)}{(4{,}07 \cdot 10^{-8}\ cm)^3\ (6{,}022 \cdot 10^{23} átomos/mol)}$

$\rho_V = 10{,}63\ g/cm^3$

(2 puntos) 1 pt. por número y 1 pt. por unidades correctas

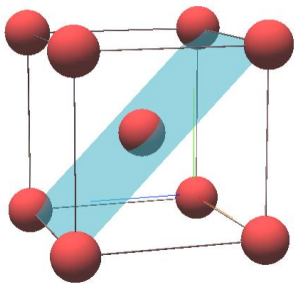
Por lo tanto, la plata presenta la mayor densidad en la celda que el vanadio

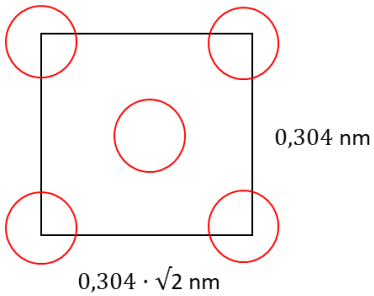
(1 punto)

b)

Densidad planar vanadio:

Plano (101) en la estructura BCC





Átomos incluidos en el plano (101) en la estructura BCC:

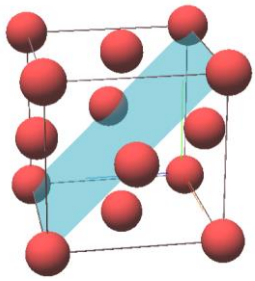
(1/4*4) + 1 = 2 átomos en el plano **(1 punto)**

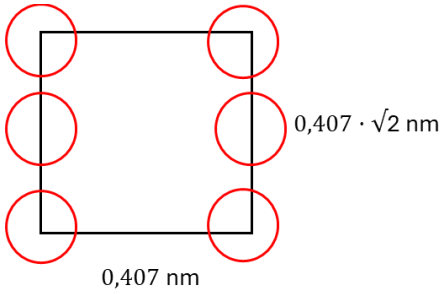
$\rho_{101} = \frac{átomos\ en\ el\ plano}{área\ del\ plano} = \frac{2\ átomos}{(0{,}304)(0{,}304\sqrt{2})nm}$

$\rho_{101} = 15{,}3\ átomos/nm^2$ **(1,5 puntos)**

Densidad planar plata:

Plano (101) en la estructura FCC





Átomos incluidos en el plano (101) en la estructura FCC:

(1/4*4) + (1/2*2) = 2 átomos en el plano **(1 punto)**

$$\rho_{101} = \frac{átomos\ en\ el\ plano}{área\ del\ plano} = \frac{2\ átomos}{(0{,}407)(0{,}407\sqrt{2})nm}$$

$$\rho_{101} = 8{,}53\ átomos/nm^2$$ **(1,5 puntos)**

Por lo tanto, el vanadio presenta la mayor densidad en el plano (101) que la plata

(1 punto)

c)

Ángulo de difracción de vanadio	**Ángulo de difracción de la plata**
$d_{hkl} = \frac{a}{\sqrt{((h^2+k^2+l^2)}}$	$d_{hkl} = \frac{a}{\sqrt{((h^2+k^2+l^2)}}$
$d_{hkl} = \frac{0{,}304\ nm}{\sqrt{((1^2+0^2+1^2)}} = 0{,}215\ nm$ **(0,5 puntos)**	$d_{hkl} = \frac{0{,}407\ nm}{\sqrt{((1^2+0^2+1^2)}} = 0{,}288\ nm$ **(0,5 puntos)**
$n\lambda = 2d \cdot sen\theta$	$n\lambda = 2d \cdot sen\theta$
$sen\theta = \frac{(1)(0{,}1542\ nm)}{(2)(0{,}215\ nm)} = 0{,}359$	$sen\theta = \frac{(1)(0{,}1542\ nm)}{(2)(0{,}288\ nm)} = 0{,}268$
$\theta = 21{,}01°$	$\theta = 15{,}52°$
Ángulo de difracción (2θ) = 42,02 ° **(2 puntos)**	**Ángulo de difracción (2θ) = 31,06 °** **(2 puntos)**

Por lo tanto, el vanadio presenta el mayor ángulo de difracción que la plata

(1 punto)

Pregunta 4: Termoquímica-Termodinámica (18 puntos)

1.- El acetileno, C_2H_2, se utiliza para corte y soldadura, así como en la elaboración de otras sustancias químicas. Su producción a 25 °C se puede realizar de acuerdo a los métodos 1 y 2. Determine mediante cálculos, cual método elegiría para la producción de acetileno.

Método 1

$$CaC_2(s) + 2H_2O(l) \rightarrow C_2H_2(g) + Ca(OH)_2(s)$$

	$\Delta H_f°$/ kJ mol^{-1}	$S_f°$/ $Jmol^{-1}$ K^{-1}
$CaC_{2\,(s)}$	– 59,0	64,1
$H_2O_{\,(l)}$	– 285,8	69,9
$C_2H_{2\,(g)}$	227,0	38,5
$Ca(OH)_{2\,(s)}$	-986,0	83,4

Método 2

$$2C(\text{grafito}) + H_2(g) \rightarrow C_2H_2(g) \qquad \Delta S° \text{ reacción} = -158 \text{ J/Kmol}$$

a) $C(\text{grafito}) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$ $\Delta H1° = -393,5$ kJ/mol

b) $H_2(g) + 1/2\ O_2(g) \rightarrow H_2O(l)$ $\Delta H2° = -285,8$ kJ/mol

c) $2C_2H_2(g) + 5\ O_2(g) \rightarrow 4CO_2(g) + 2H_2O(l)$ $\Delta H3° = -2598$ kJ/mol

2.- Una barra de bronce (67% de cobre y 33% de estaño) de 100 g, la cual está a 150 °C se introduce en 250 g de agua, que se encuentra a 20 °C. Determine la temperatura final de equilibrio, despreciando la perdida de calor con el recipiente y los alrededores.

(Calor especifico del Cu= 0,390 J $g^{-1}°C^{-1}$, Sn = 0,230 J $g^{-1}°C^{-1}$y H_2O= 4,186 J $g^{-1}°C^{-1}$)

Desarrollo:

1.-

Método 1:

$\Delta Hrx°=-986\ kJmol^{-1}x\ 1\ mol + 227\ kJmol^{-1}x\ 1\ mol – (-59\ kJmol^{-1}x\ 1\ mol + -285,8\ kJmol^{-1}x\ 2\ mol)= -128,4\ kJ$

(1 punto)

$\Delta S°rx= 83,4\ Jmol^{-1}\ K^{-1}\ x\ 1mol + 38,5\ Jmol^{-1}\ K^{-1}\ x\ 1mol –(64,1\ Jmol^{-1}\ K^{-1}\ x\ 1mol + 69,9\ Jmol^{-1}\ K^{-1}\ x\ 2mol)= -82\ J\ K^{-1}$

(1 punto)

$\Delta G°= -128,4\ kJ\ *10^{3}J - 298,15\ K\ *-82\ J\ K^{-1}= -103,95\ kJ$

(2 puntos)

Método 2:

$2C(grafito) + 2O_2(g) \rightarrow 2CO_2\,(g)$	$\Delta H1°= -393,5\ kJ/mol\ *2$
$H_2(g) +1/2\ O_2(g) \rightarrow H_2O(l)$	$\Delta H2°= -285,8\ kJ/mol$
$2CO_2(g) + H_2O(l) \rightarrow C_2H_2(g) + 5/2\ O_2(g)$	$\Delta H3°= -2598\ kJ/mol* -1/2$
$2C(grafito) +H_2(g) \rightarrow C_2H_2(g)$	$\Delta Hrx°= 226,2\ kJ/mol$

(2 puntos)

$\Delta G°= 226,2\ kJ -298,15K*(-158\ J\ K^{-1}) = 273,3\ kJ$

(2 puntos)

El método 1 es preferible debido a que ΔG es más negativo

(1 punto)

2.-

$Q_{ced} + Q_{abs}= 0$

$100g*0.67*0,390\ J\ g^{-1}\ C°^{-1}*(T_f\ -150°C) + 100g*0.33*0,230\ J\ g^{-1}\ °C^{-1}*(T_f\ -150) + 250g\ *4,186\ J\ g^{-1}\ °C^{-1}*(T_f-20°C)= 0$

(4 puntos)

$26,13\ J°C^{-1}*(T_f\ -150°C) + 7,59\ J\ °C^{-1}*(T_f\ -150°C) + 1046,5\ J°C^{-1}*(T_f\ -20°C)$

$26,13\ J°C^{-1}*T_f – 3919,5\ J + 7,59\ *\ T_f\ \ J\ C°^{-1} – 1138,5\ J+ 1046,5*T_f – 20930\ J= 0$

$1080,22\ J°C^{-1}\ T_f – 25988\ J= 0$

T_f =24°C

(5 puntos)

Pregunta 5: Cinética Química (16 puntos)

Usted se encuentra en una empresa desarrollando una nueva fórmula para la obtención del compuesto químico X_3AZY_3 a partir de AX_3 y ZY_3 en fase gaseosa. Su equipo de trabajo cuenta con un reactor de volumen de 25 L, el que está a una temperatura de 30 °C. La reacción de formación del producto es la siguiente:

$$2AX_3\,(g) + 4ZY_3\,(g) \rightarrow 2X_3AZY_3\,(g) + 5Y_2\,(g) + Z_2\,(g)$$

Se le solicita realizar un estudio cinético para evaluar la velocidad de formación de $X_3AZY_{3\,(g)}$, para lo cual se efectuaron cuatro experimentos de manera independiente. Las personas de su equipo de trabajo le informaron solamente la cantidad de **moles** para realizar los experimentos. Sin embargo, al ver los datos se percató que las velocidades se encontraban en **mol L^{-1} s^{-1} (M/s).** Para analizar los datos se entrega la siguiente tabla:

Experimento	**Mol** de AX_3	**Mol** de ZY_3	Velocidad Inicial **mol L^{-1} s^{-1}**
1	4	3	$5{,}5\text{x}10^{-6}$
2	8	3	$1{,}1\text{x}10^{-5}$
3	4	6	$2{,}2\text{x}10^{-5}$
4	8	6	$4{,}4\text{x}10^{-5}$

Recuerde que: $M = \frac{mol}{L}$

Al respecto se le solicita lo siguiente:

a) Determine el orden parcial, orden total y ley de velocidad de la reacción. (**6 puntos**)

b) Calcule la constante de velocidad con sus unidades correctas. (**2 puntos**)

c) Calcule la velocidad de reacción cuando las cantidades iniciales son 5 moles AX_3 y 15 moles de ZY_3. (**4 puntos**)

d) Dentro del mismo grupo de investigación, se propone aumentar la temperatura de la reacción de 30 °C a 65 °C de manera de aumentar la constante cinética en 15 veces. Determine la energía de activación (Ea) en kJ/mol para esta reacción. (**4 puntos**)

Desarrollo:

a)

Transformar los moles a concentración molar:

Experimento 1: $[AX3] = \frac{4\ mol}{25\ L} = 0.16\ mol/L$ y $[ZY3] = \frac{3\ mol}{25\ L} = 0.12\ mol/L$

Experimento 2: $[AX3] = \frac{8\ mol}{25\ L} = 0.32\ mol/L$ y $[ZY3] = \frac{3\ mol}{25\ L} = 0.12\ mol/L$

Experimento 3: $[AX3] = \frac{4\ mol}{25\ L} = 0.16\ mol/L$ y $[ZY3] = \frac{6\ mol}{25\ L} = 0.24\ mol/L$

Experimento 4: $[AX3] = \frac{8mol}{25\ L} = 0.32\ mol/L$ y $[ZY3] = \frac{6\ mol}{25\ L} = 0.24\ mol/L$

Experimento	$[AX_3]$	$[ZY_3]$	Velocidad Inicial **mol L^{-1} s^{-1}**
1	$0.16\ mol/L$	$0.12\ mol/L$	$5.5x10^{-6}$
2	$0.32\ mol/L$	$0.12\ mol/L$	$1.1x10^{-5}$
3	$0.16\ mol/L$	$0.24\ mol/L$	$2.2x10^{-5}$
4	$0.32\ mol/L$	$0.24\ mol/L$	$4.4x10^{-5}$

Todos los cálculos y nueva tabla (2 puntos)

El orden parcial de $[ZY_3]$ se determinan seleccionando los datos del experimento 1 y 3:

$$\frac{V3}{V1} = \frac{k\ [AX3]^x\ [ZY3]^y}{k\ [AX3]^x\ [ZY3]^y}$$

$$\frac{2.2x10^{-5}}{5.5x10^{-6}} = \frac{k\ [0.16\ M]^x\ [0.24\ M]^y}{k\ [0.16\ M]^x\ [0.12\ M]^y}$$

$$4 = 2^Y$$

$Y = 2, orden\ parcial\ para\ [ZY3]$ **(1 punto)**

El orden parcial de $[AX_3]$ se determina seleccionando los datos del experimento 1 y 2

$$\frac{V2}{V1} = \frac{k\ [AX3]^x\ [ZY3]^y}{k\ [AX3]^x\ [ZY3]^y}$$

$$\frac{1.1x10^{-5}}{5.5x10^{-6}} = \frac{k\ [0.32\ M]^x\ [0.12\ M]^y}{k\ [0.16\ M]^x\ [0.12\ M]^y}$$

$$2 = 2^x$$

$X = 1, orden\ parcial\ para\ [AX3]$ **(1 punto)**

Ley de velocidad= v=k $[AX_3]$ **[**$ZY_3]^2$, orden total 3. **(2 puntos)**

b) Calcule la constante de velocidad con sus unidades correctas.

Experimento 1: v1= k $[AX_3]^2[ZY_3]$

$$5.5x10^{-6}\ \frac{mol}{L\ s} = k\ \ [0.16\ {}^{mol}/_{L}]\ \ \left[0.12\ {}^{mol}/_{L}\right]^2$$

$$k = 2.39x10^{-3}\ \ \frac{L^2}{mol^{\ 2}s}$$ **(2 puntos)**

c) Calcule la velocidad de reacción cuando las cantidades iniciales son 5 moles AX_3 y 15 moles de ZY_3.

v=k $[AX_3][ZY_3]^2$

$$v = 2.39x10^{-3}\ {}^{L^2}/_{s\ mol^2}\ \ [\frac{5}{25}\ {}^{mol}/_{L}]\ \ \left[\frac{15}{25}\ {}^{mol}/_{L}\right]^2$$

$$v = 2.39x10^{-3}\ {}^{L^2}/_{s\ mol^2}\ \ [0.2\ {}^{mol}/_{L}]\ \ \left[0.6\,{}^{mol}/_{L}\right]^2$$

$$v = 2.39x10^{-3}\ {}^{L^2}/_{s\ mol^2}\ \ [0.072\ {}^{mol^3}/_{L^3}]$$

$$v = 1.72x10^{-4}\ \frac{mol}{L\ s}$$

(4 puntos)

d) Dentro del mismo grupo de investigación, se propone aumentar la temperatura de la reacción de 30 °C a 65 °C de manera de aumentar la constante cinética en 15 veces. Determine la energía de activación (Ea) en kJ/mol para esta reacción.

Utilizar la ecuación de Arrhenius:

$$\ln\frac{k1}{k2} = \frac{Ea}{R}\ (\frac{1}{T2} - \frac{1}{T1})$$

$$\ln\frac{k1}{15\ k1} = \frac{Ea}{8.314\ (\frac{J}{mol\ K})}\ (\frac{1}{338\ K} - \frac{1}{303\ K})$$

$$\ln\frac{1}{15} = Ea\ (-4.11x10^{-5}\ \frac{mol}{J})$$

$$-2.71 = Ea\ (-4.11x10^{-5}\ \frac{mol}{J})$$

$$\text{Ea} = 65936{,}74\ \frac{J}{mol}$$

$$\text{Ea} = 65.94\ \frac{kJ}{mol}$$

(4 puntos)