

## Ejercicios tercer parcial de química general I (Rossana Arenare)

### I Enlace iónico.

1 a) A partir de los siguientes datos, calcule la energía de red del cloruro de aluminio sólido

$$\Delta H_f^\circ \text{AlCl}_3 (\text{s}) = -704,2 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_{\text{subl}} \text{Al} (\text{s}) = 182 \text{ kJ/mol}$$

$$I_1 \text{Al} = 577,6 \text{ kJ/mol}$$

$$I_2 \text{Al} = 1817 \text{ kJ/mol}$$

$$I_3 \text{Al} = 2745 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_{\text{disoc}} \text{Cl}_2 = 243 \text{ kJ/mol}$$

$$AE \text{Cl} = -349,0 \text{ kJ/mol}$$

b) ¿Cómo será la magnitud de la energía de red del  $\text{MgCl}_2$  en comparación con el  $\text{AlCl}_3$ ?

c) ¿Cómo será la magnitud de la energía de red del  $\text{AlF}_3$  en comparación con el  $\text{AlCl}_3$ ?

d) ¿Cómo será la magnitud de la energía de red del  $\text{GaCl}_3$  en comparación con el  $\text{AlCl}_3$ ?

2 A partir de los siguientes datos para el cloruro de cesio, calcule la afinidad electrónica del cloro.

$$\Delta H_f^\circ \text{CsCl} (\text{s}) = -442,8 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_{\text{red}} \text{CsCl} (\text{s}) = -669,2 \text{ kJ/mol}$$

Para el Cesio:

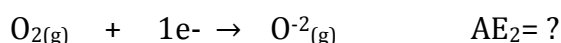
$$\Delta H_{\text{sublimación}} = 78,2 \text{ kJ/mol}$$

$$I_1 = 373,5 \text{ kJ/mol}$$

Para el Cloro:

$$\Delta H_{\text{disoc}} \text{Cl}_2 = 243 \text{ kJ/mol}$$

3 A partir de la entalpía de formación del  $\text{MgO}$  y de los datos siguientes, determine la segunda afinidad electrónica ( $AE_2$ ) para el oxígeno representada por la siguiente ecuación en el Ciclo de Born-Haber:



Para el oxígeno:

$$\text{Primera afinidad electrónica, } AE_1 = -141 \text{ kJ/mol}$$

$$\text{Energía de enlace} = 495 \text{ kJ/mol}$$

Para el magnesio:

$$\Delta H_{\text{sublimación}}^\circ = 146 \text{ kJ/mol}$$

$$\text{Primera energía de ionización} = 738 \text{ kJ/mol}$$

$$\text{Segunda energía de ionización} = 1451 \text{ KJ/mol}$$

Para el  $\text{MgO}$  :

$$\Delta H_f^\circ = -601,7 \text{ kJ/mol}$$

$$\text{Energía reticular} = 3925 \text{ kJ/mol.}$$

4 Calcule la energía reticular del  $\text{LiH}$  sabiendo que el  $\Delta H_f^\circ$  del mismo es  $-90,4 \text{ kJ/mol}$ , el calor de sublimación del  $\text{Li}_{(\text{s})}$  es de  $155,2 \text{ kJ/mol}$ , la energía de ionización del  $\text{Li}_{(\text{g})}$  es de  $520 \text{ kJ/mol}$ . Por otro lado, la energía de enlace del  $\text{H}_{2(\text{g})}$  es de  $436 \text{ kJ/mol}$  y la afinidad electrónica del  $\text{H}_{(\text{g})}$  es de  $-72,8 \text{ kJ/mol}$ .

5 Para cada uno de los siguientes pares de compuestos iónicos, diga cuál tendrá mayor energía reticular y por qué:

- a) KCl o MgO
- b) LiF o LiBr
- c) Mg<sub>3</sub>N<sub>2</sub> o NaCl

6 Determine la energía de red del KF<sub>(s)</sub> a partir de los siguientes datos:

$$\Delta H^{\circ}_f = 567,3 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_{\text{subl K}} = 89,24 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_{\text{diso. F}_2(\text{g})} = 159 \text{ kJ/mol}$$

$$I_{1 \text{ K}(\text{g})} = 418,9 \text{ kJ/mol}$$

$$AE_1 \text{ F}(\text{g}) = -328 \text{ kJ/mol}$$

7 Determine la afinidad electrónica del H, es decir  $\Delta H$  para  $\text{H}_{(\text{g})} + 1\text{e}^- \rightarrow \text{H}^{-}_{(\text{g})}$ , utilizando los siguientes datos:

$$\Delta H^{\circ}_f \text{ NaH} = -57 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_{\text{subl Na}} = 107 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_{\text{diso. H}_2(\text{g})} = 436 \text{ kJ/mol}$$

$$I_{1 \text{ Na}(\text{g})} = 496 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_{\text{red NaH}} = -812 \text{ kJ/mol}$$

$$R = -66 \text{ kJ/mol}$$

8 Calcule la energía de red del NaI<sub>(s)</sub> a partir de los siguientes datos:

$$\Delta H^{\circ}_f = -288 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_{\text{subl Na}} = 107 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_{\text{diso. I}_2(\text{g})} = 151 \text{ kJ/mol}$$

$$I_{1 \text{ Na}(\text{g})} = 496 \text{ kJ/mol}$$

$$AE_1 \text{ I}(\text{g}) = -295,2 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_{\text{subl I}_2(\text{s})} = 62,44 \text{ kJ/mol}$$

$$R = -703 \text{ kJ/mol}$$

9 La energía de red del MgO es  $-3925 \text{ kJ/mol}$ . Dados los siguientes datos, calcule la segunda afinidad electrónica del oxígeno

$$\Delta H^{\circ}_f \text{ MgO} = -601,7 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_{\text{subl Mg}} = 146 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_{\text{diso. O}_2(\text{g})} = 498 \text{ kJ/mol}$$

$$I_{1 \text{ Mg}(\text{g})} = 738 \text{ kJ/mol}$$

$$I_{2 \text{ Mg}(\text{g})} = 1451 \text{ kJ/mol}$$

$$AE_1 \text{ O} = -141 \text{ kJ/mol}$$

## II Enlace covalente.

1 Escriba las estructuras de Lewis para las siguientes especies incluidas todas las formas de resonancia (en los casos pertinentes). Muestre las cargas formales:

- a) PH<sub>3</sub>
- b) HClO<sub>3</sub>
- c) NOCl
- d) HNO<sub>3</sub>
- e) NH<sub>4</sub><sup>+</sup>
- f) HCO<sub>2</sub><sup>-</sup>
- g) CH<sub>2</sub>NO<sub>2</sub><sup>-</sup>
- h) HCN
- i) BF<sub>3</sub>
- j) AlCl<sub>4</sub><sup>-</sup>
- k) N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>
- l) SF<sub>4</sub>

m)  $\text{H}_2\text{SO}_4$

2 El  $\text{NO}$  y el  $\text{PCl}_5$  no siguen la regla del octeto. ¿Cómo se desvían? ¿Por qué el tipo de desviación hallada en el  $\text{PCl}_5$  nunca se encuentra en los compuestos de nitrógeno?

3 Escriba la estructura de Lewis más adecuada para los siguientes compuestos. Luego indique la geometría de grupos de electrones, la notación RPECV, la geometría molecular, el ángulo aproximado de enlace, el estado de hibridación del átomo central y el tipo y número de enlaces de la especie. Para las especies neutras, indique si son polares o no polares:

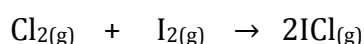
- a)  $\text{CO}_2$
- b)  $\text{PF}_3$
- c)  $\text{CO}_3^{2-}$
- d)  $\text{CHCl}_3$
- e)  $\text{FNH}_2$
- f)  $\text{Cl}_2\text{O}$
- g)  $\text{AsCl}_4^+$
- h)  $\text{SnCl}_2$

4 Dibuje todas las posibles estructuras de Lewis de una molécula de fórmula molecular FNO con sus cargas formales.

- a) Indique cuáles estructuras constituyen estructuras de resonancia.
- b) Indique cuál de las estructuras de resonancia es la más adecuada en cada caso y por qué.
- c) Indique el estado de hibridación del átomo central, la geometría molecular y los tipos de enlace y de la estructura más adecuada según la teoría del enlace de valencia.

5 Los iones  $\text{NO}_2^-$  y  $\text{NO}_2^+$  están formados por los mismos átomos. Escriba las estructuras de resonancia de ambas especies, identifique las más adecuadas y compare la forma y las longitudes de enlace N-O en ambas especies.

6 Utilice las energías de enlace para estimar el  $\Delta H$  de reacción de la siguiente reacción:



$\text{EE}(\text{ICl}) = 210 \text{ kJ/mol}$

$\text{EE}(\text{Cl}_2) = 243 \text{ kJ/mol}$

$\text{EE}(\text{I}_2) = 151 \text{ kJ/mol}$

R:  $-26 \text{ kJ/mol}$

7 Dadas las energías de enlace para el  $\text{N}_2$  y el  $\text{H}_2$  y el cambio de energía estándar para la siguiente reacción:



Calcule la energía de enlace promedio para el enlace N-H en el  $\text{NH}_3$ .

$\text{EE}(\text{N}_2) = 941 \text{ kJ/mol}$

$\text{EE}(\text{H}_2) = 436 \text{ kJ/mol}$

8 Ordene los siguientes enlaces en sentido creciente de su carácter iónico:

- a) H-O
- b) C-C
- c) Na-Cl
- d) Mg-Cl
- e) Mg-O

9 Ordene los siguientes compuestos en sentido creciente de su momento dipolar:  
 $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{H}_2\text{Te}$ ,

### III Geometría molecular, TEV y TOM.

1 Dibuje las siguientes moléculas respetando la geometría, señalando los dipolos de enlace y los momentos dipolares resultantes:

$\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{PCl}_3$ ,  $\text{XeF}_4$ ,  $\text{PCl}_5$ ,  $\text{SF}_6$

2 ¿Cuál de las siguientes moléculas tiene momento dipolar?

- a)  $\text{H}_2\text{S}$
- b)  $\text{CO}_2$
- c)  $\text{BCl}_3$
- d)  $\text{Cl}_2$
- e)  $\text{BCl}_3$

3 Ilustre la formación de los enlace  $\sigma$  y del enlace  $\pi$  en el etileno ( $\text{C}_2\text{H}_4$ ).

4 Utilizando la teoría RPECV, prediga la geometría de los siguientes compuestos:

- a)  $\text{BH}_4^-$
- b)  $\text{XeF}_5^+$
- c)  $\text{BeCl}_2$
- d)  $\text{SbCl}_2^+$
- e)  $\text{SnCl}_3^-$
- f)  $\text{AsH}_3$
- g)  $\text{TeF}_4$
- h)  $\text{IF}_3$
- i)  $\text{SiF}_5$

5 ¿Cuál es la hibridación del átomo central en cada una de las siguientes especies?:

- a)  $\text{BF}_3^-$
- b)  $\text{AsF}_4^-$
- c)  $\text{PCl}_5$
- d)  $\text{PH}_3$
- e)  $\text{HCN}$
- f)  $\text{BF}_3$
- g)  $\text{ClF}_4^-$

6 Escriba un diagrama de niveles de energía de orbitales moleculares y establezca el orden de enlace para:

- a)  $\text{H}_2$
- b)  $\text{H}_2^+$
- c)  $\text{HHe}$
- d)  $\text{He}_2$
- e)  $\text{He}_2^+$

7 Ordene las siguientes especies en sentido de su estabilidad creciente:  $\text{Li}_2$ ,  $\text{Li}_2^+$ ,  $\text{Li}_2^-$ . Justifique la elección con un diagrama de niveles de energía de orbitales moleculares.

8 a) Escriba la estructura de Lewis para el  $\text{FNO}_2$ . b) Indique la hibridación del átomo de nitrógeno. c) Describa los enlaces en términos de la teoría del orbital molecular.

9 Explique, utilizando la teoría del orbital molecular, por qué no existe la molécula de  $\text{Be}_2$ .

10 El ión  $\text{F}_2\text{Cl}^-$  es lineal pero el ión  $\text{F}_2\text{Cl}^+$  es angular. Describa la hibridación del átomo de cloro central consistente con la diferencia de estructuras.

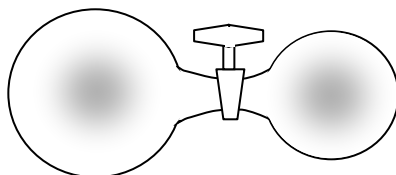
11 Dibuje los diagramas de niveles de energía de orbitales moleculares para las especies  $\text{N}_2$ ,  $\text{N}_2^-$ ,  $\text{N}_2^{2-}$ , y  $\text{N}_2^+$

- Ordene las especies desde la menos estable a la más estable
- Cuál de ellas tendrá la longitud de enlace menor?
- Indique si las especies son paramagnéticas o diamagnéticas.

#### IV Gases.

1 Una muestra de 0,156 g de una aleación de magnesio y aluminio se disuelve completamente en un exceso de  $\text{HCl}_{(\text{ac})}$ . El  $\text{H}_{2(\text{g})}$  liberado se recoge sobre agua a  $23^\circ\text{C}$  cuando la presión barométrica es de 752 Torr, obteniéndose un volumen de 202 mL. ¿Cuál es la composición porcentual de Al y de Mg?  $P_{\text{H}_2\text{O}} @ 23^\circ\text{C} = 21,07 \text{ mm Hg}$ .

2 Se tienen propeno ( $\text{C}_3\text{H}_6$ ) y oxígeno separados inicialmente como se muestra en la figura ( $T=25^\circ$ ).



Propeno	Hidrógeno
4,00 L	1,00 L
0,2 atm	2000 torr

- Diga cual es la presión parcial y la coconcentración molar (%m/m) de cada gas de la mezcla que resulta al abrir la válvula (no hay reacción).
- Prediga cual de los gases tiene el punto de ebullición menor y por qué.
- Con una chispa se inicia el proceso de combustión del propano, el cual se completa rápidamente. Diga si la reacción es endotérmica o exotérmica dadas las siguientes energías de enlace:  

H-H = -436,4 kJ/mol	C-H = -414 kJ/mol
C-C = -347 kJ/mol	C=C = -620 kJ/mol
C=O = -799 kJ/mol	O-H = -460 kJ/mol
- Si la temperatura final del sistema es de 300K, calcule la presión parcial de cada una de las especies químicas presentes luego de completarse la reacción.
- Calcule la presión total del sistema cuando éste se enfría a  $25^\circ\text{C}$ . ( $P_{\text{vap. H}_2\text{O}} \text{ a } 25^\circ\text{C} = 23,8 \text{ mm Hg}$ ).
- Prediga cual de las especies presentes al final tiene la menor presión de vapor y por qué.

3 Con base a las densidades del He y del aire medidas a a  $25^\circ\text{C}$  y 700 mmHg explique porque las aeronaves dirigibles (globos) de la Goodyear utilizan helio.

4 El monocloroetileno se utiliza como intermediario en la síntesis de PVC (cloruro de polivinilo). Calcule la masa molar del monocloroetileno si se sabe que tiene una densidad de 2,56 g/L a 22,8 °C y 756 mmHg.

5 Un hidrocarburo gaseoso que pesa 0,231 g ocupa un volumen de 102 mL a 23 °C y 749 mmHg. ¿Cuál es la masa molar del compuesto? ¿Qué conclusiones saca sobre su fórmula molecular?

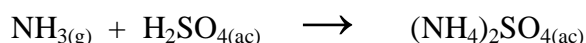
6 Un recipiente de 2,35 L que contiene H<sub>2(g)</sub> a 762 mmHg y 24 °C se conecta a otro recipiente de 3,17 L que contiene He(g) a 728 mmHg y 24 °C. Después de la mezcla ¿Cuál es la presión total del gas si la temperatura permanece constante? Exprese la composición de la mezcla final en fracciones molares.

7 Cuando se trabaja con una mezcla de gases es conveniente utilizar la masa molar media ponderada (peso molecular promedio). Asuma que la mezcla de gases se comporta como un solo gas hipotético. ¿Cuál sería la masa molar del aire si su composición volumétrica es 78,08 % de N<sub>2</sub>; 20,95 % de O<sub>2</sub>; 0,93 % de Ar y 0,036 % de CO<sub>2</sub>?

8 En el proceso Haber se hacen reaccionar una mezcla de N<sub>2(g)</sub> e H<sub>2(g)</sub> para producir NH<sub>3(g)</sub>. Suponga que los reactivos se transforman completamente y que los gases siguen un comportamiento ideal. ¿Qué volumen de NH<sub>3(g)</sub> puede obtenerse a partir de 313 L de H<sub>2(g)</sub> si se mide a 315 °C y 5,25 atm.?

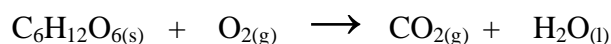
9 La azida de sodio NaN<sub>3(s)</sub> se descompone a alta temperatura para dar N<sub>2(g)</sub> y sodio metálico. ¿Cuántos gramos de NaN<sub>3</sub> se necesitan para obtener 20,0 L de N<sub>2(g)</sub> a 30,0 °C y 776 mmHg? ¿Le parece razonable que este sólido se utilice como uno de los componentes de las bolsas de aire (air-bags) de los automóviles?

10 El sulfato de amonio es un fertilizante que se puede preparar por la reacción de amoníaco con ácido sulfúrico:



Calcule el volumen de NH<sub>3(g)</sub> medido a 20 °C y 25,0 atm, necesario para reaccionar con 150 Kg de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

11 La degradación de la glucosa C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub> en el cuerpo humano produce CO<sub>2(g)</sub> que es eliminado por nuestros pulmones. Calcule el volumen de CO<sub>2(g)</sub> seco producido a la temperatura corporal (37 °C) y 1,00 atm cuando se consumen 5,00 g de glucosa.



12 Cuando el Zn(s) reacciona con H<sub>2</sub>SO<sub>4(ac)</sub> se produce hidrógeno gaseoso que se recoge sobre agua en una cámara neumática y sulfato de zinc sólido. Si se obtienen 159 mL de “hidrógeno húmedo” a 24 °C y 738 mmHg ¿cuántos gramos de Zn se habrán consumido?. Tome en cuenta la presión de vapor de agua a 24 °C.

13 En el laboratorio se puede generar oxígeno descomponiendo por calentamiento clorato de potasio sólido, obteniéndose también cloruro de potasio sólido. ¿Qué volumen de oxígeno se obtiene sobre agua a 23 °C si se hacen reaccionar 0,3570 g de KClO<sub>3</sub> (s) a la presión de 742 torr.

14 El pentafluoruro de yodo gaseoso, IF<sub>5(g)</sub>, se puede preparar por la reacción entre el yodo sólido y el flúor gaseoso. Un matraz de 5,00 L se carga con 10,0 g de I<sub>2(s)</sub> y 10,0 g de F<sub>2(g)</sub> y la

reacción procede hasta que se consume todo el reactivo limitante. Al finalizar la reacción la temperatura en el matraz es de 125 °C.

a) calcule la presión parcial de  $\text{IF}_{5(\text{g})}$  en el matraz.

b) Calcule la composición molar del gas que queda en el matraz al finalizar la reacción.

15 Una mezcla de gases contiene 0,55 mol de  $\text{N}_2$ , 0,20 moles de  $\text{O}_2$  y 0,10 moles de  $\text{CO}_2$ . Si la presión total de la mezcla es de 1,32 atm, calcule la presión parcial de cada componente.

16 El  $\text{NH}_{3(\text{g})}$  y el  $\text{HCl}_{(\text{g})}$  reaccionan para formar  $\text{NH}_4\text{Cl}_{(\text{s})}$ . Dos matraces de 2,00 L a 25 °C están conectados con una llave de paso. Un matraz contiene 5,00 g de  $\text{NH}_{3(\text{g})}$  y el otro contiene 5,00 g de  $\text{HCl}_{(\text{g})}$ . Cuando se abre la llave los gases reaccionan hasta que se consume uno de los reactivos por completo. (a) ¿Cuál gas permanecerá en el sistema cuando la reacción haya llegado a su término? (b) Qué presión total tendrá el sistema al finalizar la reacción?. (desprecie el volumen del cloruro de amonio formado y su presión de vapor).

17 Una mezcla de 8,05 g de carbonatos de magnesio y calcio se trata con un exceso de  $\text{HCl}_{(\text{ac})}$ . La reacción produce 2,26 L de  $\text{CO}_{2(\text{g})}$  medidos a 23 °C y 735 torr. (a) Escriba las ecuaciones químicas balanceadas para las reacciones que ocurren entre cada carbonato y el  $\text{HCl}_{(\text{ac})}$ . (b) Calcule el número total de moles de  $\text{CO}_{2(\text{g})}$  formado. (c) Calcule la composición en porcentaje en masa de la mezcla inicial de carbonatos.