

## Guía de Ejercicios Unidad: Introducción a la Termodinámica

### Tema 2. Leyes de la Termodinámica.

#### APRENDIZAJES ESPERADOS TERMODINÁMICA:

- Explicar procesos espontáneos y no espontáneos que ocurren en las reacciones químicas y su relación con la entropía como función termodinámica.
- Predecir la espontaneidad, o no espontaneidad y el equilibrio de una reacción química mediante las variaciones de energía libre.

#### INDICACIONES:

Lea atentamente cada enunciado y luego responda.

- Desarrolle la guía impresa, en computador o en su cuaderno.
- Esta guía corresponde a una práctica formativa que servirá de preparación para la guía de trabajo evaluada.

#### 1. Predice el signo del cambio de la entropía en los siguientes procesos:

- $\text{NaNO}_3(s) \rightarrow \text{NaNO}_3(ac)$  **positiva, disolución de un sólido**
- $\text{CH}_4(g) + 2 \text{O}_2(g) \rightarrow \text{CO}_2(g) + 2\text{H}_2\text{O}(l)$  **negativo, cambio de estado**
- $\text{H}_2\text{O}(l, 50^\circ\text{C}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(l, 20^\circ\text{C})$  **negativo, disminución de temperatura**
- $\text{FeCl}_2(s) + \text{H}_2(g) \rightarrow \text{Fe}(s) + 2 \text{HCl}(g)$  **positiva, cantidad de sustancia**
- $2 \text{H}_2(g) + \text{O}_2(g) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(l)$  **negativo, cambio de estado**
- $\text{H}_2\text{O}(s) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(l)$  **positivo, cambio de estado**

#### 2. ¿Cuáles de los siguientes procesos son espontáneos? ¿Por qué?

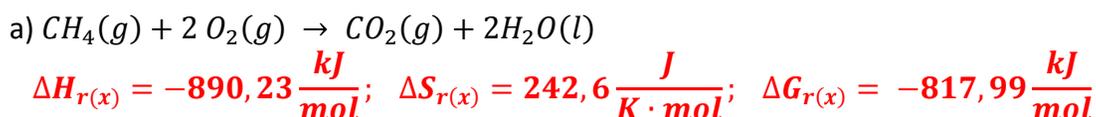
- Disolución de azúcar en el agua. **espontáneo, disolución de sólido**
- El vapor de agua se deposita en los vidrios de la ventana.  
**espontáneo, disminución de temperatura**
- Una gota de tinta se disuelve en agua. **espontáneo, disolución de sólido**
- Difusión de un perfume. **espontáneo, cambio de estado (diferencia de presión)**
- Clavo expuesto a condiciones ambientales húmedas (bajo la sombra).  
**espontáneo, proceso de oxidación**
- Vaso roto  $\rightarrow$  Vaso entero. **no espontáneo, irreversible**
- Cenizas  $\rightarrow$  Madera. **no espontáneo, irreversible**
- Proceso de descomposición de una manzana. **no espontáneo, irreversible**
- Los gases que salen por el tubo de escape de un automóvil de pronto retornan al interior del tubo. **no espontáneo, irreversible**

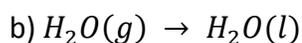
#### 3. El punto de ebullición del metanol es $65^\circ\text{C}$ a 1 atm de presión. Suponga que estás calentando continuamente un determinado volumen de metanol en un sistema cerrado. Considera las siguientes alternativas a), b) y c) y determina si en ese estado el proceso es endo- o exotérmico y si hay espontaneidad o equilibrio.

El calentamiento alcanza una temperatura

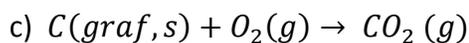
- Bajo el punto de ebullición.  
**Proceso endotérmico y no espontáneo respecto a la ebullición**
- Exactamente en el punto de ebullición.  
**Proceso endotérmico y se alcanza un equilibrio líquido – vapor.**
- Sobre el punto de ebullición.  
**Proceso endotérmico (se sigue calentando). Todo el sistema es gaseoso y el proceso sería no espontáneo respecto de la condensación.**

#### 4. Consulta la tabla adjunta y determina: $\Delta H^\circ$ , $\Delta S^\circ$ y $\Delta G^\circ$ para las siguientes reacciones químicas a $25^\circ\text{C}$ . ¿Cuál o cuáles son posibles?

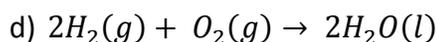




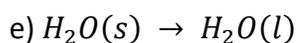
$$\Delta H_{r(x)} = -44 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}; \quad \Delta S_{r(x)} = -118,8 \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}}; \quad \Delta G_{r(x)} = -8,6 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$



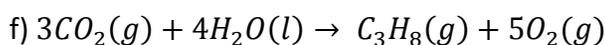
$$\Delta H_{r(x)} = -393,5 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}; \quad \Delta S_{r(x)} = 2,31 \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}}; \quad \Delta G_{r(x)} = -394,4 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$



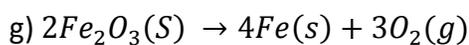
$$\Delta H_{r(x)} = -285,8 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}; \quad \Delta S_{r(x)} = -396,3 \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}}; \quad \Delta G_{r(x)} = -237,2 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$



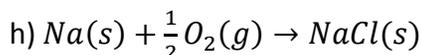
$$\Delta H_{r(x)} = 6,8 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}; \quad \Delta S_{r(x)} = 26,7 \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}}; \quad \Delta G_{r(x)} = \text{no se puede determinar}$$



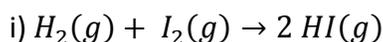
$$\Delta H_{r(x)} = 2\,218,7 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}; \quad \Delta S_{r(x)} = -445,8 \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}}; \quad \Delta G_{r(x)} = 2\,107,5 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$



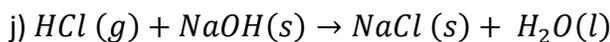
$$\Delta H_{r(x)} = 1\,651 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}; \quad \Delta S_{r(x)} = 549,4 \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}}; \quad \Delta G_{r(x)} = 1\,487,2 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$



$$\Delta H_{r(x)} = -411,1 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}; \quad \Delta S_{r(x)} = -90,8 \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}}; \quad \Delta G_{r(x)} = -384 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

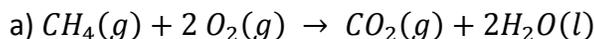


$$\Delta H_{r(x)} = -10,4 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}; \quad \Delta S_{r(x)} = 21,7 \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}}; \quad \Delta G_{r(x)} = -16,8 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

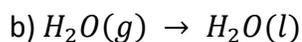


$$\Delta H_{r(x)} = -179 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}; \quad \Delta S_{r(x)} = -109,36 \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}}; \quad \Delta G_{r(x)} = -146,4 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

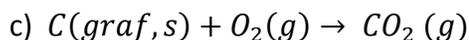
5. Para las ecuaciones anteriores, determina la espontaneidad a 350°C y la temperatura a la cual se produce el cambio de espontánea a no espontánea.



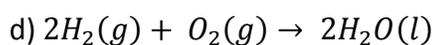
$$\Delta G_{r(x)} = -1\,041,37 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}; \quad T_{eq} = 3\,669,54 \text{ K}$$



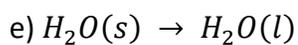
$$\Delta G_{r(x)} = 30,01 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}; \quad T_{eq} = 370,37 \text{ K}$$



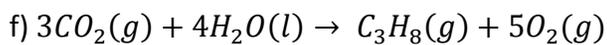
$$\Delta G_{r(x)} = -394,94 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}; \quad T_{eq} = 170\,346 \text{ K}$$



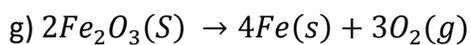
$$\Delta G_{r(x)} = -38,91 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}; \quad T_{eq} = 721,17 \text{ K}$$



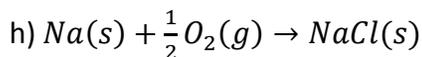
$$\Delta G_{r(x)} = -9,83 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}; T_{eq} = 257,58 \text{ K}$$



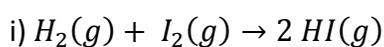
$$\Delta G_{r(x)} = 29\,991,7 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}; T_{eq} = 4\,976,89 \text{ K}$$



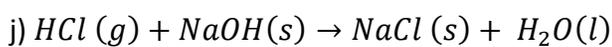
$$\Delta G_{r(x)} = 1308,73 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}; T_{eq} = 3005,09 \text{ K}$$



$$\Delta G_{r(x)} = -354,53 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}; T_{eq} = 4527 \text{ K}$$



$$\Delta G_{r(x)} = -23,92 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}; T_{eq} = 479,26 \text{ K}$$



$$\Delta G_{r(x)} = -110,87 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}; T_{eq} = 1636,80 \text{ K}$$

**Tabla 1. Datos termodinámicos estándar a 298 K.**

Sustancia	$\Delta H^\circ$ (kJ/mol)	$\Delta G^\circ$ (kJ/mol)	$\Delta S^\circ$ (J/Kmol)
Al (s)	0	0	28,3
Ca (s)	0	0	41,6
CaCO <sub>3</sub> (s)	-1 206,9	-1 128,8	92,9
CaO (s)	-635,1	-603,5	38,2
C (grafito)	0	0	5,69
C (diamante)	1,896	2,866	2,44
C (g)	715	669,6	158
CO (g)	-110,5	-137,2	197,5
CO <sub>2</sub> (g)	-393,5	-394,4	213,7
CH <sub>4</sub> (g)	-74,87	-50,81	186,1
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> (g)	-84,67	-32,89	229,5
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> (g)	-105	-24,5	269,9
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> (g)	-126	16,7	310,0
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> (l)	49,0	124,5	172,8
CH <sub>3</sub> OH (g)	-201,2	-161,9	238,0
CH <sub>3</sub> OH (l)	-238,6	-166,2	127,0
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH (g)	-235,1	-168,6	282,6
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH (l)	-277,6	-174,8	161,0
CH <sub>3</sub> COOH (l)	-487	-392	160,0
Cl <sub>2</sub> (g)	0	0	223,0
Cu (s)	0	0	33,1
Fe (s)	0	0	27,3
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (g)	-825,5	-743,6	87,4
H <sub>2</sub> (g)	0	0	130,6
H <sub>2</sub> O (g)	-241,8	-228,6	188,7
H <sub>2</sub> O (l)	-285,8	-237,2	69,9
H <sub>2</sub> O (s)	-292,6	-	43,2
HCl (g)	-92,3	-95,3	186,9
HI (g)	25,9	1,3	206,3
I <sub>2</sub> (g)	62,2	19,4	260,3
N <sub>2</sub> (g)	0	0	191,5
NO <sub>2</sub> (g)	33,2	51,0	239,9
N <sub>2</sub> O <sub>4</sub> (g)	9,66	97,7	304,3
NH <sub>3</sub> (g)	-45,9	-16,0	193,0
Na (s)	0	0	51,4
NaCl (s)	-411,1	-384,0	72,1
NaOH (s)	-425,6	-379,5	64,46
O <sub>2</sub> (g)	0	0	205,0
SO <sub>2</sub> (g)	-296,8	-300,2	248,1
SO <sub>3</sub> (g)	-396,0	-371,0	256,7



Junio 2020