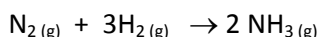


Ejercicios de repaso – Unidad 1

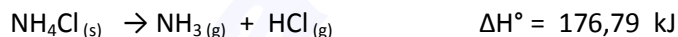
Un grupo de alumnos de ingeniería, recién egresados, deciden unirse y formar una empresa productora de amoníaco, $\text{NH}_3(\text{g})$, en el Perú. Como son ingenieros de diferentes especialidades se podían dividir el trabajo para la implementación de la misma. Sin embargo, la parte sobre la producción de dicho gas cayó en manos de los químicos quienes tuvieron que decidir que método de obtención emplear. Ellos se inclinaron por el tradicional, es decir **el proceso de Haber-Bosch**:



Se introduce la **mezcla gaseosa** de $\text{N}_2(\text{g})$ y $\text{H}_2(\text{g})$ en un reactor a **300°C y 300 atm** (condición 1), luego a volumen constante la presión se eleva a **450 atm y a 500°C** (condición 2), la mezcla se comprime a la mitad de su volumen anterior a **600 atm** (condición 3). Finalmente, el gas producido se **enfía** hasta alcanzar la temperatura de **150°C a la misma presión** (condición 4).

1. De acuerdo al proceso mencionado anteriormente:
 - a. ¿Cómo sería el diagrama P-V del proceso, indicando las presiones y volúmenes en cada etapa? Considera que se parte de 150 moles de mezcla
 - b. Indica los procesos termodinámicos que se llevan a cabo en cada etapa.
 - c. ¿El sistema realizará trabajo en todas las etapas?, indica en cuáles

A parte del método mencionado, los ingenieros **encontraron otro método** mediante el cual pueden hallar amoníaco, éste es el siguiente:

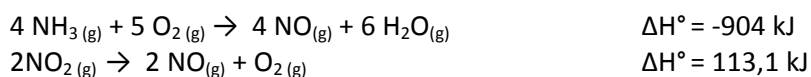


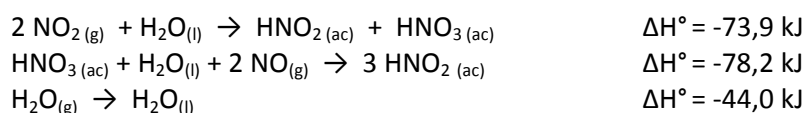
Sin embargo, no están seguros de emplearlo porque **no saben si es favorable o no**.

2. Para ayudarlos a decidir acerca del método:
 - a. Calcula $\Delta\text{G}^\circ_{\text{rxn}}$ a 25°C.
 - b. ¿Será favorable método escogido? Y si no lo es ¿A qué temperatura lo será?

La empresa fue todo un éxito a nivel nacional, debido a las ganancias que obtuvieron en la producción. Sin embargo, ellos quisieron entrar en un rubro un poco más ambicioso que era **la producción de ácido nítrico, $\text{HNO}_3(\text{ac})$** , a partir del amoníaco que ellos mismos han producido. Para ello, encontraron un método muy bueno, que consiste en la **reacción** de amoníaco, $\text{NH}_3(\text{g})$, y oxígeno, $\text{O}_2(\text{g})$ para producir ácido nítrico, $\text{HNO}_3(\text{ac})$ y **agua líquida**.

3. Se necesita saber cuánto calor iba a ser desprendido o absorbido en la reacción para poder calcular los costos de producción. Para lo cual deben hacer lo siguiente:
 - a. Plantea, en función al texto, la ecuación balanceada de formación del $\text{HNO}_3(\text{ac})$.
 - b. Halla $\Delta\text{H}^\circ_{\text{rxn}}$ utilizando la ley de Hess con las reacciones dadas a continuación. Indica si hay absorción o liberación de calor.





c. Escribe la ecuación termoquímica de la producción de ácido nítrico

Hasta ese momento la producción de ácido nítrico iba bien y la industria era muy reconocida. Pero un día, un ingeniero agrónomo, amigo de ellos, les comentó que los fertilizantes para los cultivos carecían de la calidad de antes y los incentivó a que aprovecharan la materia prima que producían para entrar en el mercado de los fertilizantes.

Los ingenieros se interesaron en la propuesta y decidieron producir un fertilizante, que no fuera muy comercial pero que fuera eficiente. Dentro de su investigación encontraron que el **Nitrato de calcio, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, cumplía con sus expectativas**. Como se trata de una sal sólida, hicieron una prueba a nivel laboratorio, **para saber si había liberación o absorción de calor** en el momento que entraba en contacto con el agua. Ellos utilizaron un **calorímetro a presión constante, y 5 g de la sal en 200 mL de agua**.

4. De acuerdo a los datos:
- Calcula cuánto calor se liberó o absorbió en esta reacción, si hubo un incremento de temperatura de $1,5^\circ\text{C}$ y la capacidad calorífica del calorímetro es $65 \text{ J}^\circ\text{C}$. Considera la densidad de la solución como 1 g/mL .
 - ¿Cuál será el valor de $\Delta\text{H}_{\text{disolución}}^\circ$ en kJ/mol ?

Datos

Masa molar del $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$: 164 g/mol

$$\Delta\text{G}^\circ = \Delta\text{H}^\circ - \text{T}\Delta\text{S}^\circ$$

$$q = m c \Delta\text{T} = C \Delta\text{T}$$

$$R = 0.082 \text{ L}\cdot\text{atm/mol}\cdot\text{K} = 8,314 \text{ J/mol}\cdot\text{K}$$

Sustancia	$\text{NH}_4\text{Cl}(\text{s})$	$\text{NH}_3(\text{g})$	$\text{HCl}(\text{g})$
S_f° (J/mol. K)	94,56	193,0	187,0