

# EQUILIBRIO QUÍMICO

Cátedra QUÍMICA GENERAL II

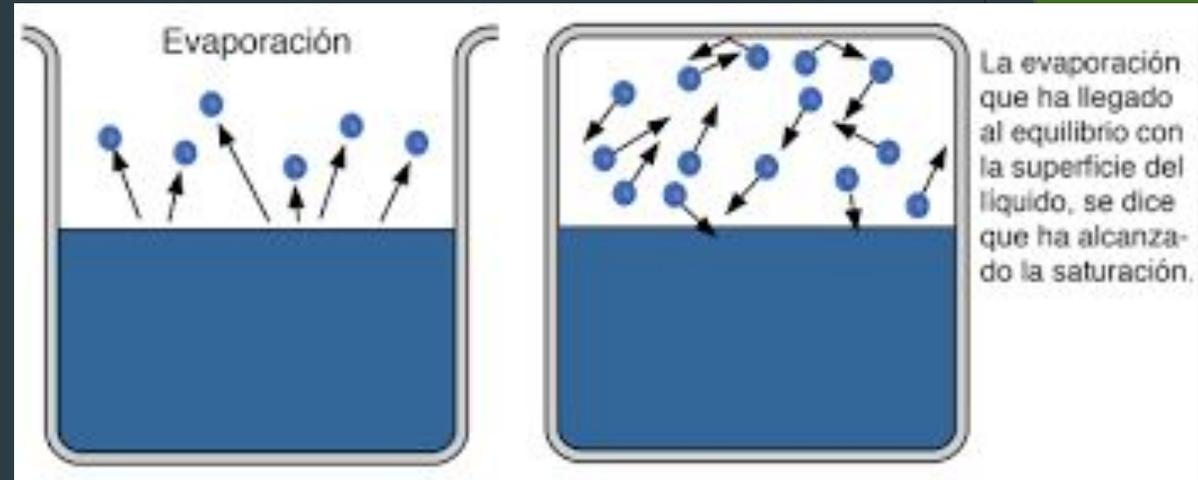
INGENIERÍA QUÍMICA

FCEFYN-UNC

Equilibrio. Estado en el cual se encuentra un cuerpo cuando las fuerzas que actúan sobre él se compensan y anulan recíprocamente.

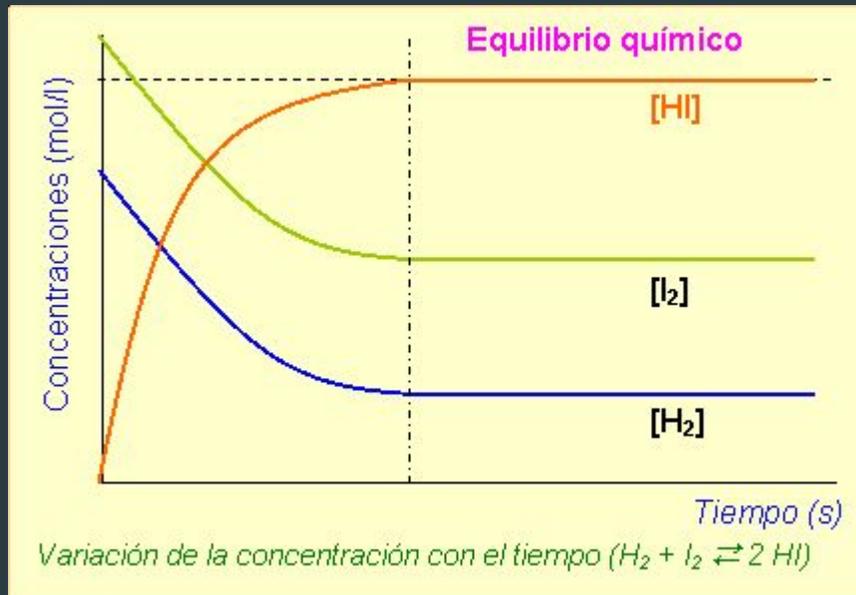
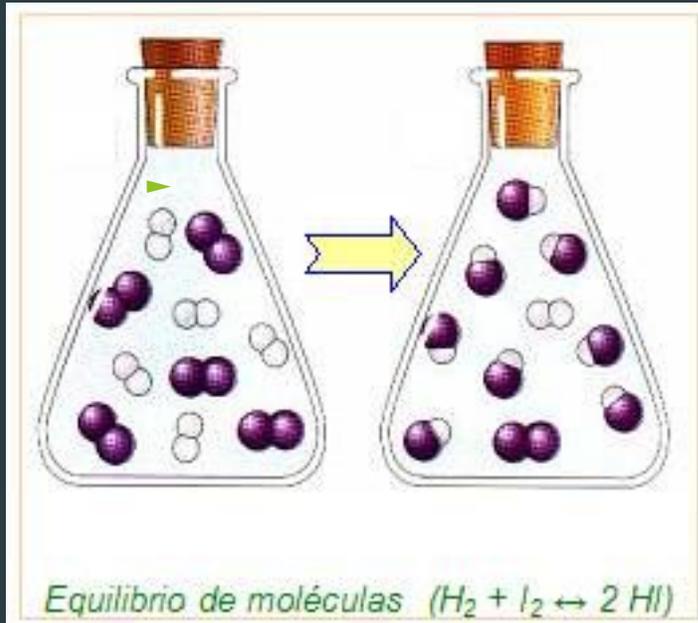


# Equilibrio físico:



EQUILIBRIO DINÁMICO

# Equilibrio químico

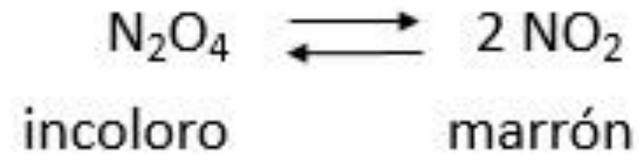


## CARACTERÍSTICAS EQUILIBRIO QUÍMICO

- ➔ Sus propiedades macroscópicas a temperatura constante no varían con el tiempo.
- ➔ Tiene lugar en sistemas cerrados
- ➔ La temperatura es una variable fundamental la cual controla el equilibrio químico de una reacción.
- ➔ Son procesos reversibles



# RELACIÓN ENTRE LA CINÉTICA QUÍMICA (VELOCIDAD DE LA REACCIÓN) Y EL EQUILIBRIO QUÍMICO



$$v_d = k_d [\text{N}_2\text{O}_4]$$

$$v_i = k_i [\text{NO}_2]^2$$

$$k_d [\text{N}_2\text{O}_4]_{\text{eq}} = k_i [\text{NO}_2]_{\text{eq}}^2$$

$$K = \frac{k_d}{k_i} = \frac{[\text{NO}_2]_{\text{eq}}^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]_{\text{eq}}}$$

Ley de acción de masas  
Concentraciones acuosas o gases

## CONSTANTE DE EQUILIBRIO FUNCIÓN DE CONCENTRACIONES



$$K_c = \frac{[C]^c \cdot [D]^d}{[A]^a \cdot [B]^b}$$

## CONSTANTE DE EQUILIBRIO EN FUNCIÓN DE FRACCIONES MOLARES

$$K_x = \frac{X_C^p \cdot X_D^q}{X_A^m \cdot X_B^n}$$

## CONSTANTE DE EQUILIBRIO EN FUNCIÓN DE PRESIONES PARCIALES



$$K_p = \frac{P_C^c \cdot P_D^d}{P_A^a \cdot P_B^b}$$

# Relación entre las constante de equilibrio $K_c$ y $K_p$

$$K_P = \frac{P_C^c \cdot P_D^d}{P_A^a \cdot P_B^b} = \frac{\left(\frac{n_C}{V} RT\right)^c \cdot \left(\frac{n_D}{V} RT\right)^d}{\left(\frac{n_A}{V} RT\right)^a \cdot \left(\frac{n_B}{V} RT\right)^b}$$

$$K_P = \frac{[C]^c \cdot (RT)^c \cdot [D]^d \cdot (RT)^d}{[A]^a \cdot (RT)^a \cdot [B]^b \cdot (RT)^b}$$

$$K_P = \frac{[C]^c \cdot [D]^d}{[A]^a \cdot [B]^b} (RT)^{(c+d)-(a+b)}$$

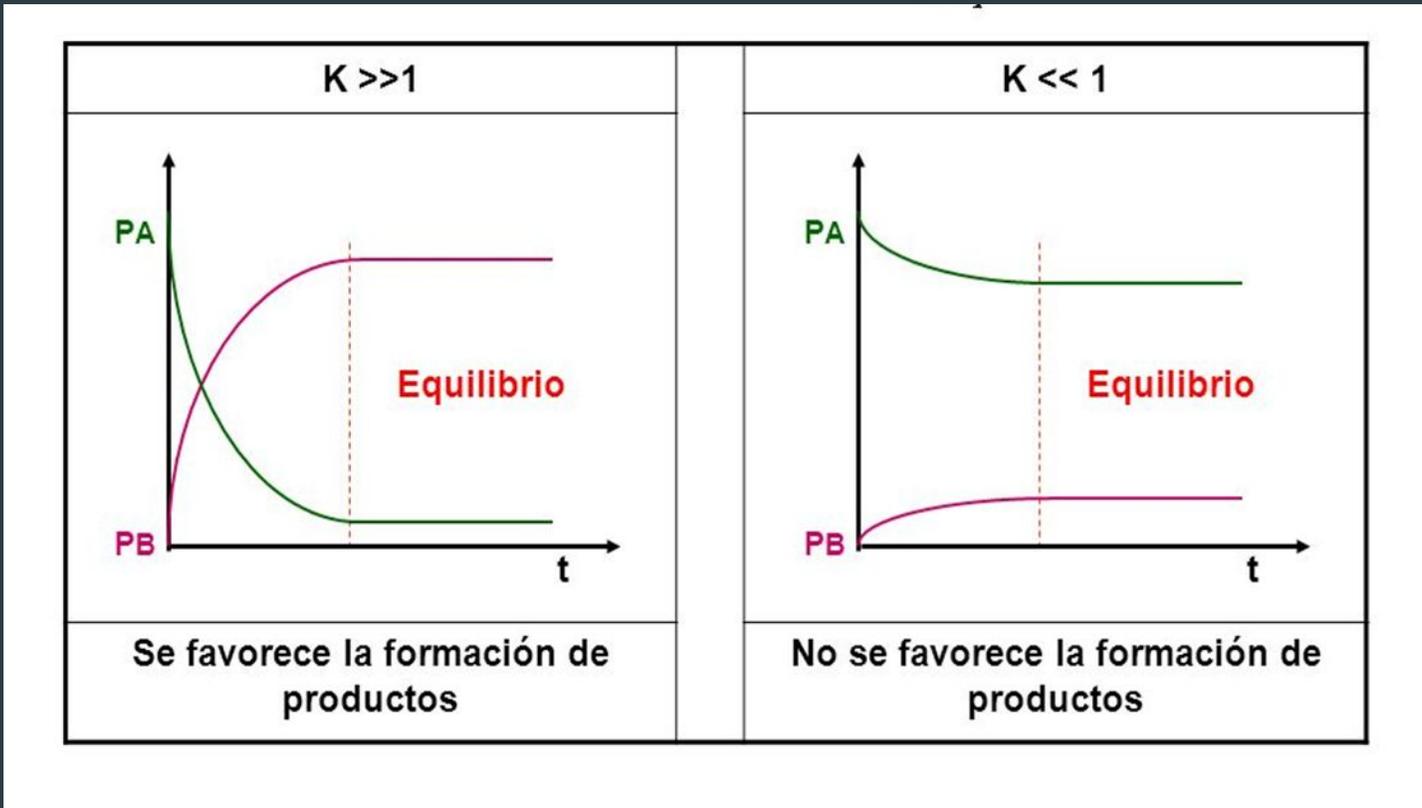
$$(c + d) - (a + b) = \Delta n$$

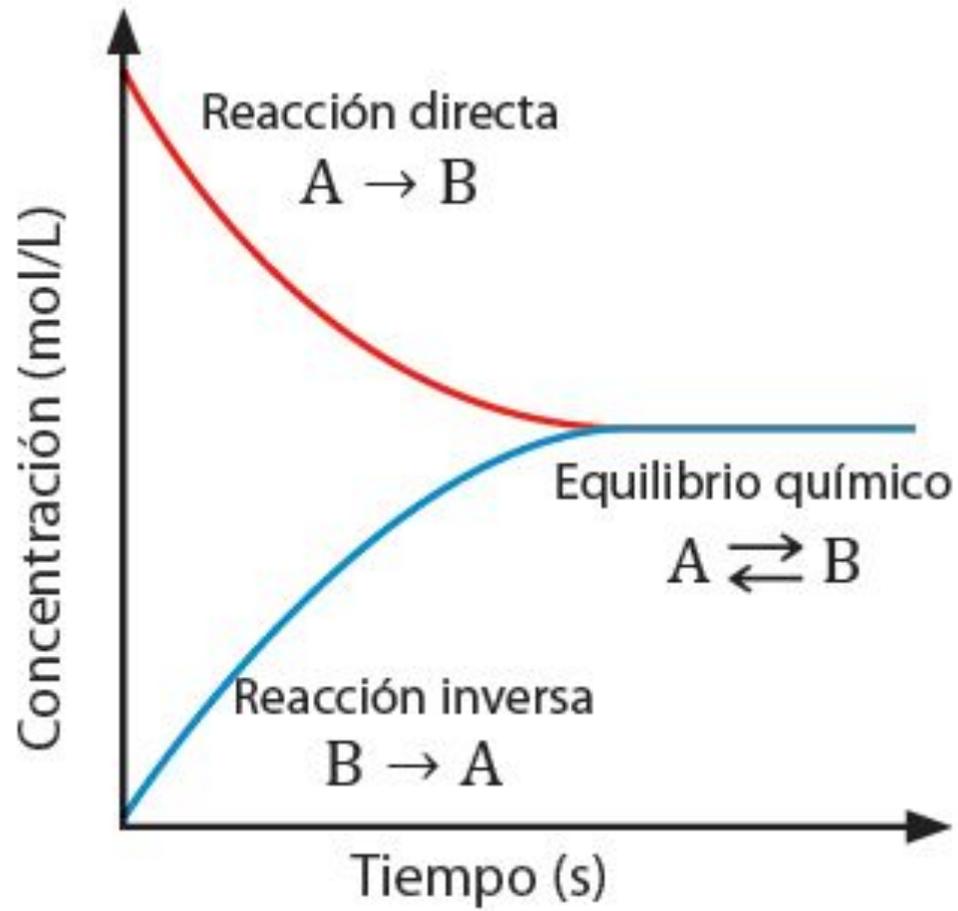
$$K_P = K_c \cdot (RT)^{\Delta n}$$

# ¿Qué información nos brinda K?



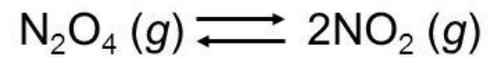
$$K = \frac{[B]}{[A]}$$



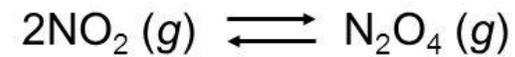


$K = ?$

# Cálculo de $K_{eq}$ reacción inversa:



$$K = \frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]} = 4.63 \times 10^{-3}$$



$$K' = \frac{[\text{N}_2\text{O}_4]}{[\text{NO}_2]^2} = \frac{1}{K} = 216$$

Cuando la ecuación para una reacción reversible se escribe en dirección opuesta, la constante de equilibrio se vuelve el inverso de la constante de equilibrio original.

# K para sumatoria de reacciones

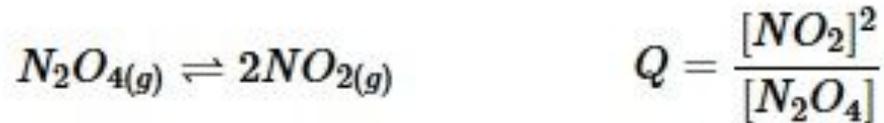
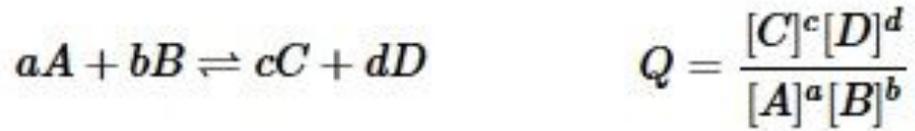
1.  $N_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2NO_{(g)}$       $K_1 = 2.0 \times 10^{-25}$
2.  $2NO_{(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$       $K_2 = 6.4 \times 10^9$
3.  $N_{2(g)} + 2O_{2(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$       $K_3 = ?$

$$K_1 = \frac{[NO]^2}{[N_2][O_2]} \quad K_2 = \frac{[NO_2]^2}{[NO]^2[O_2]} \quad K_3 = \frac{[NO_2]^2}{[N_2][O_2]^2}$$

$$K_1 K_2 = \frac{\cancel{[NO]^2}}{[N_2][O_2]} \times \frac{[NO_2]^2}{\cancel{[NO]^2} [O_2]} = \frac{[NO_2]^2}{[N_2][O_2]^2} = K_3$$

$$K_3 = K_1 K_2 = (2.0 \times 10^{-25})(6.4 \times 10^9) = 1.3 \times 10^{-15}$$

# Qué sucede si las concentraciones involucradas en el cociente no da igual a K?



se llama cociente de reacción a:

$$Q = \frac{[C]^c \times [D]^d}{[A]^a \times [B]^b}$$

- Tiene la misma fórmula que la  $K_c$  pero a diferencia que las concentraciones no tienen porqué ser las del equilibrio.



Si  $Q > K \quad \leftarrow$

Si  $Q < K \quad \Rightarrow$

Si  $Q = K \quad \text{equilibrio}$

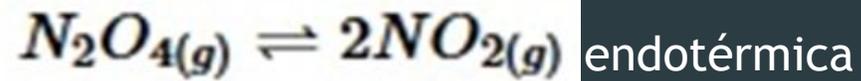
# Principio de Le Chatellier

- ▶ Cuando un estado de equilibrio químico se mantiene, no variará mientras las condiciones del sistema no se modifiquen.
- ▶ Cuando cambia un parámetro, como por ejemplo la temperatura, la presión y la concentración de algunos de los reactivos o de los productos en equilibrio, la reacción tenderá a cambiar ya sea para consumirse los reactivos para producir más producto o el producto se descompondrá para generar más reactivo hasta alcanzar un nuevo estado de equilibrio.

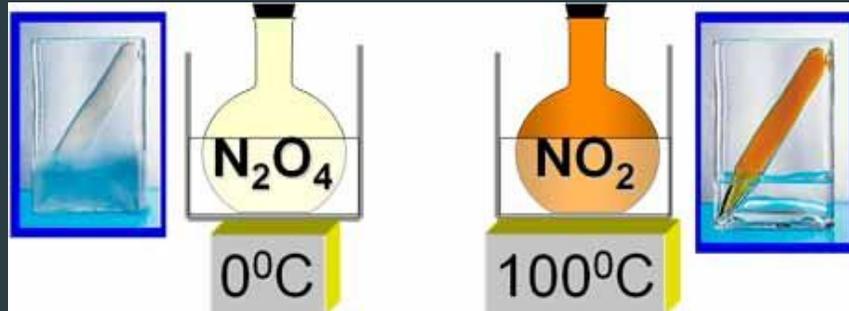
# Variación de la temperatura

Reacción endotérmica

Reacción exotérmica



$$K = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]}$$



**RECORDAR:**

La temperatura modifica el valor de K

# Variación de la presión (o volumen)

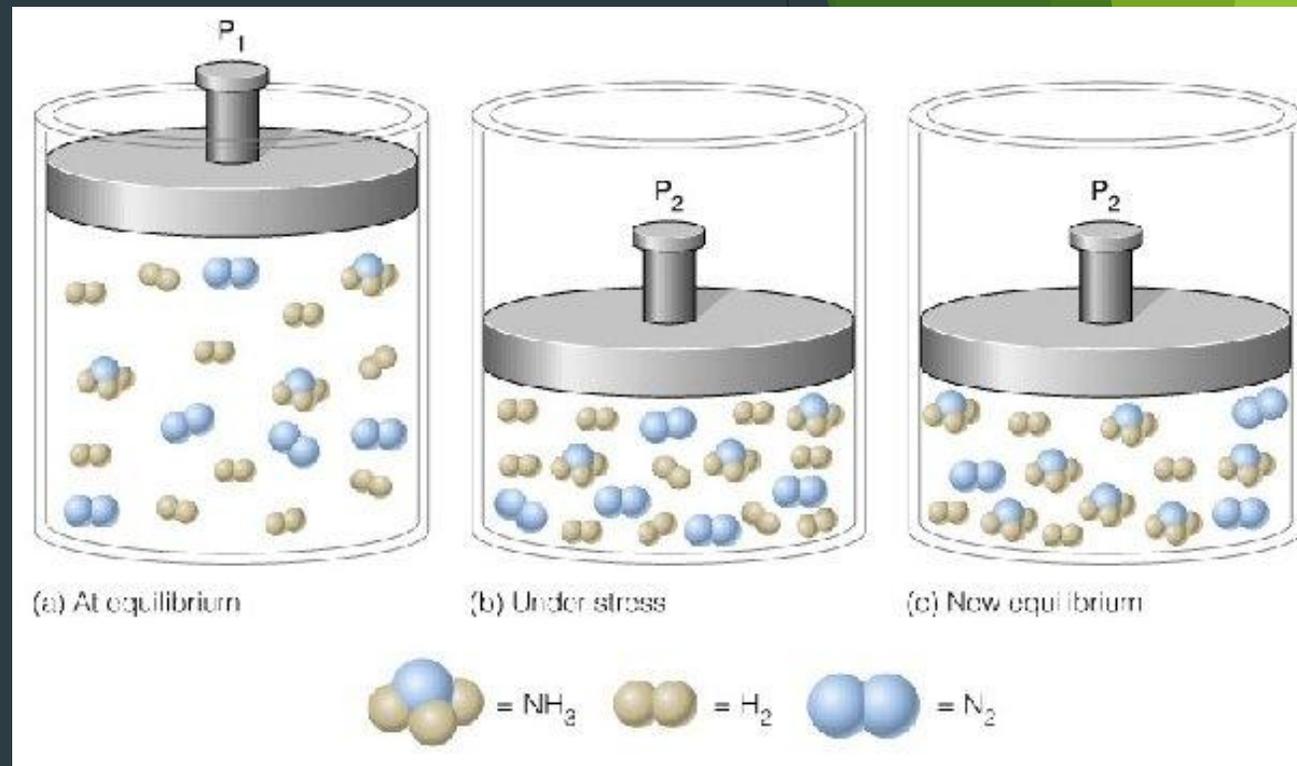


▶ A mayor P, menor V y viceversa

▶ Con un aumento de la P el equilibrio se desplazará hacia donde haya menor número de moles.



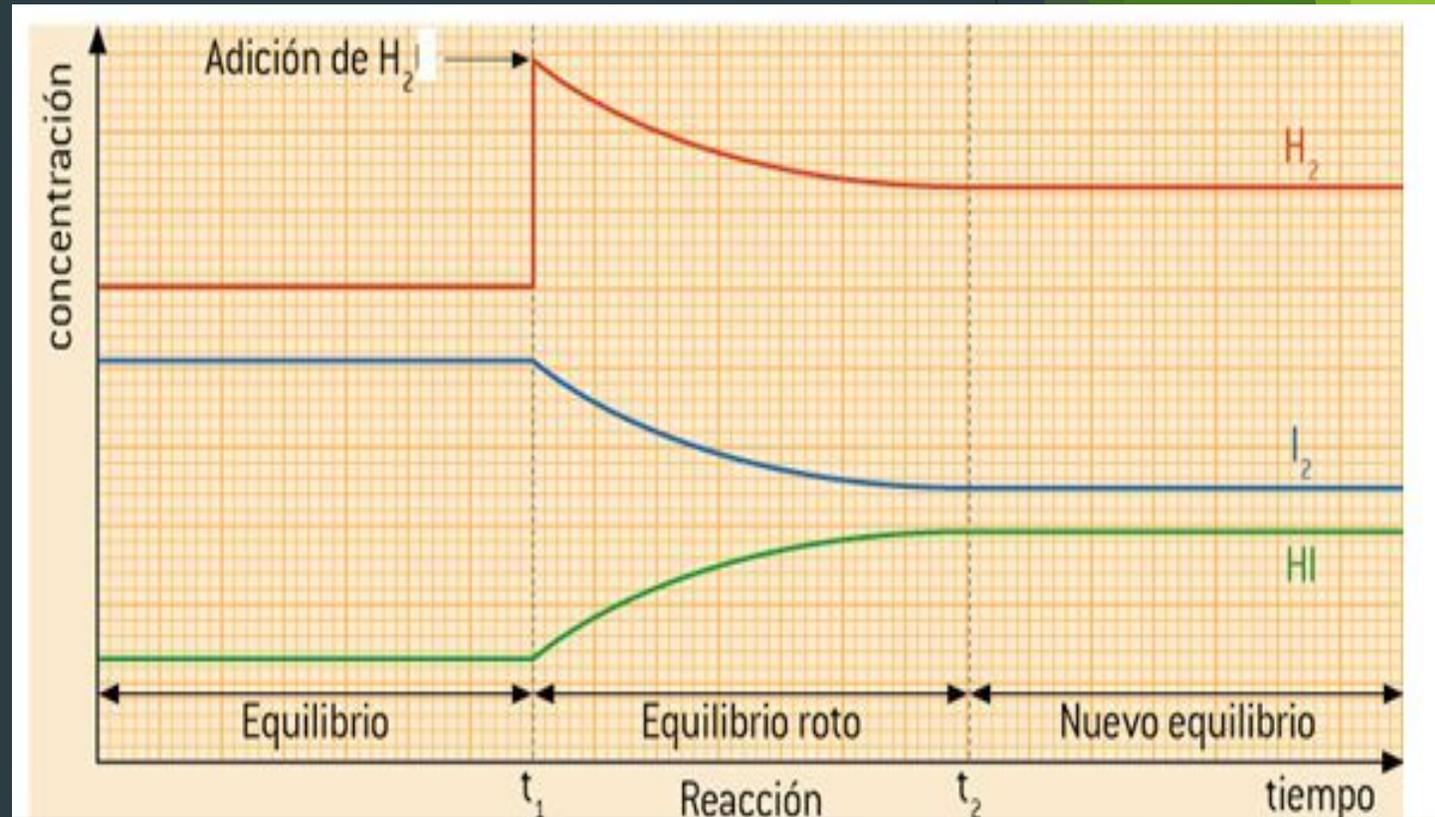
PENSAMOS: ¿Agregado de gas inerte??

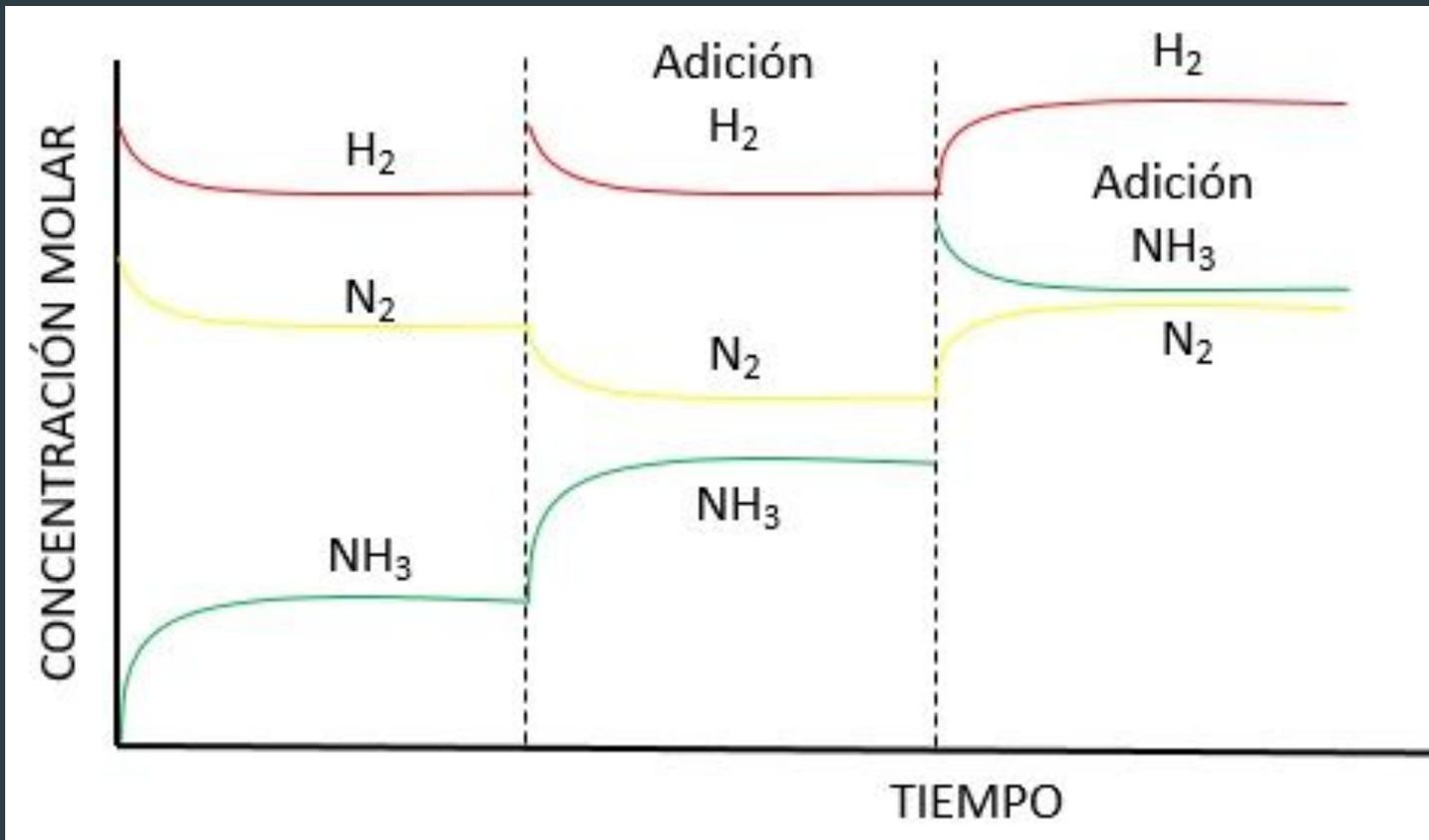


# VARIACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN:



$$K = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2][\text{I}_2]}$$





PENSAMOS: ¿Agregado de un catalizador?