

# EQUILIBRIO QUIMICO



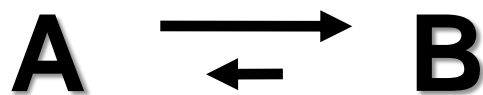
*Prof. Ulises Urzúa*  
*DOBC – Facultad de Medicina,*  
*Universidad de Chile*

*Termodinámica – ¿ocurre una reacción? ¿en qué sentido?*

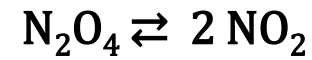
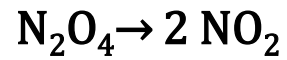
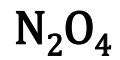
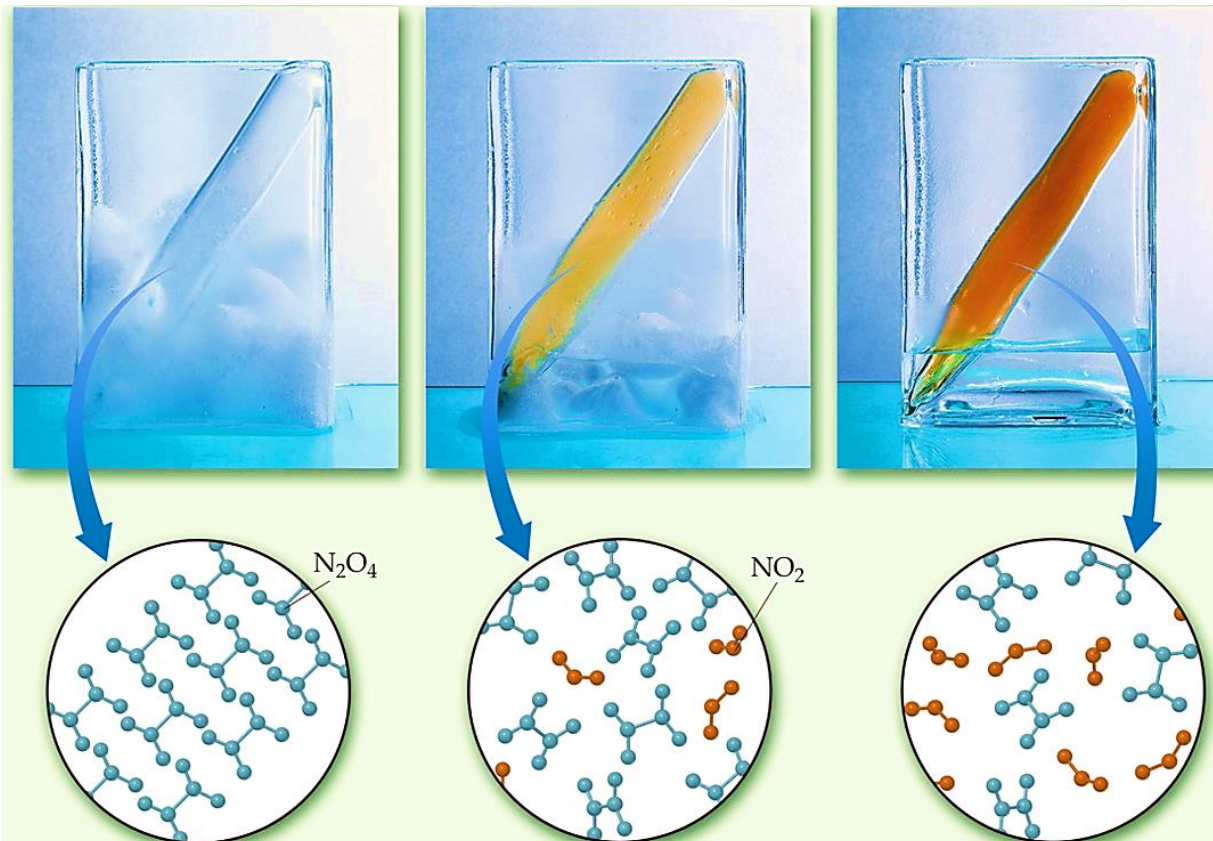
***Equilibrio – ¿Cuál es el punto final de una reacción?***

*Cinética – ¿qué tan rápido o lento ocurre una reacción?*

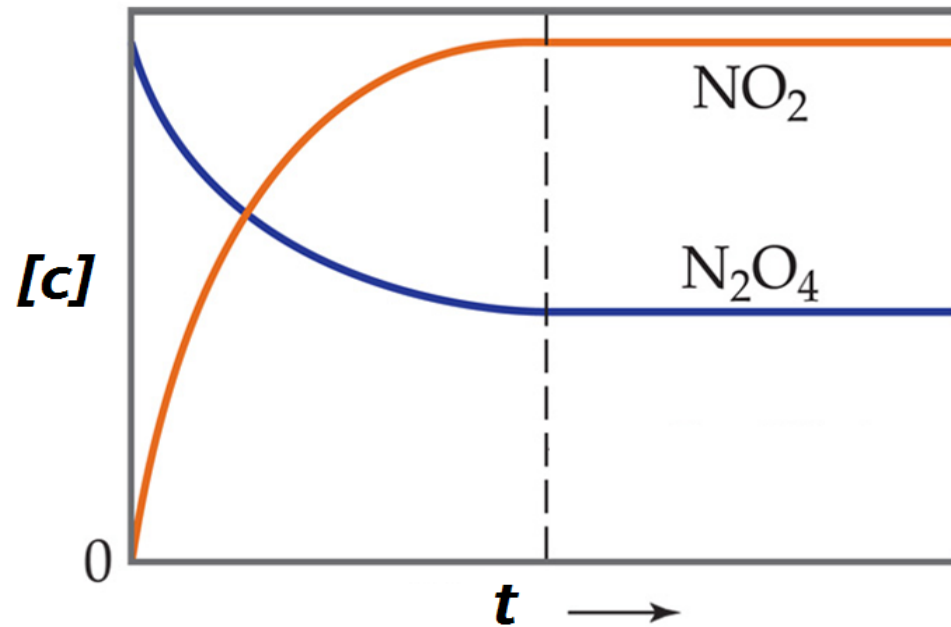
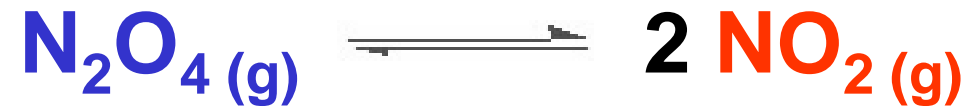
La mayoría de las reacciones químicas son reversibles



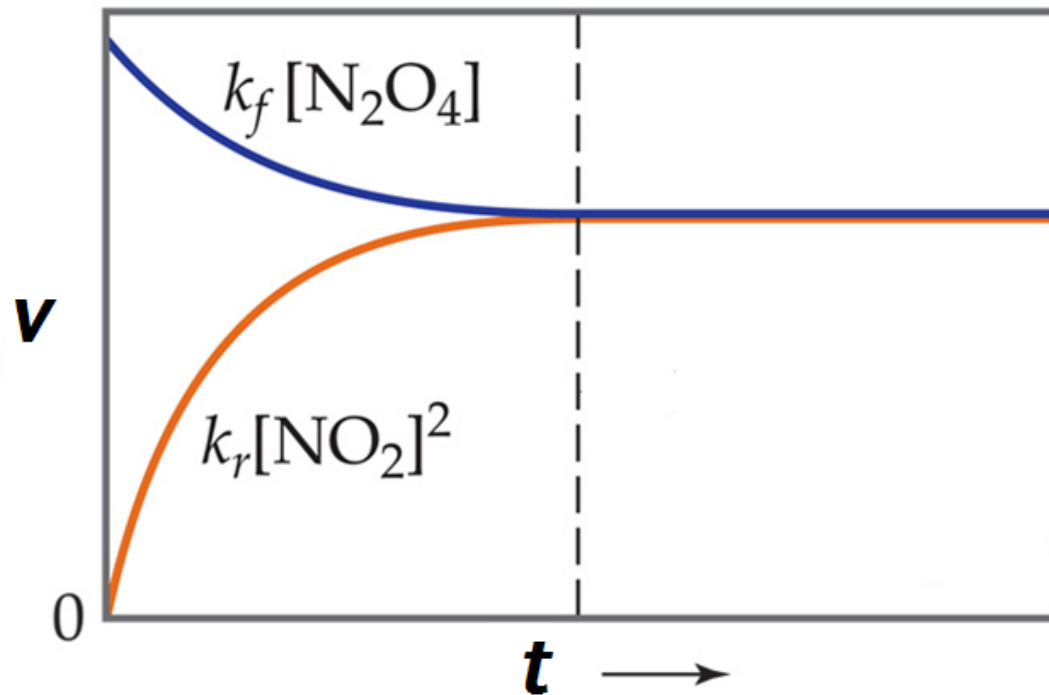
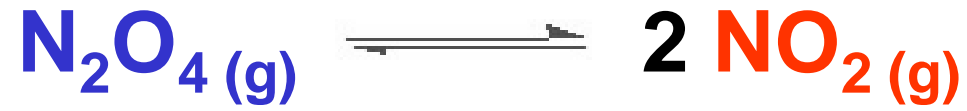
- La reacción  $A \rightarrow B$  se llama “directa”.
- La reacción  $B \rightarrow A$  se llama “reversa”.



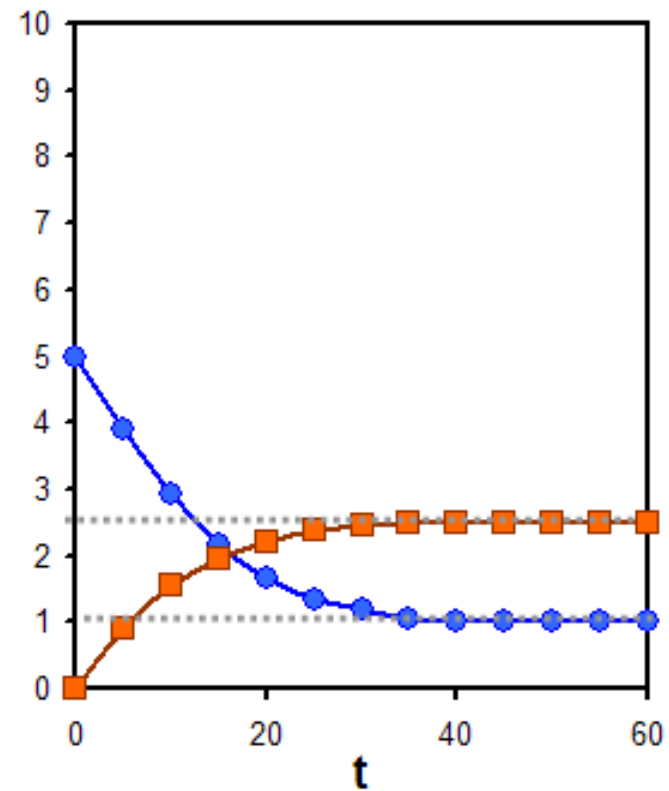
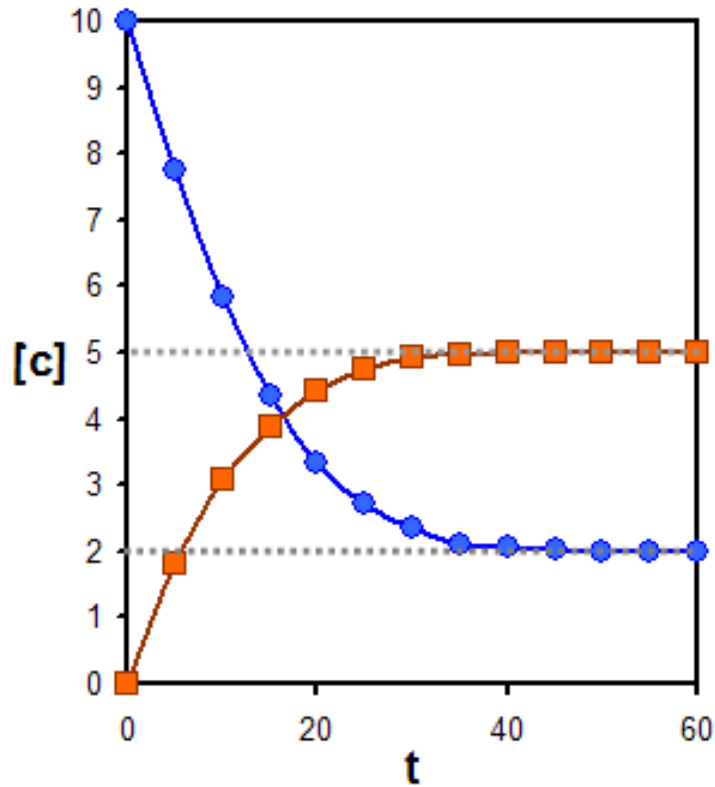
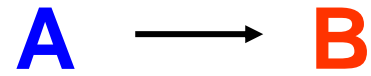
# Concentraciones en el equilibrio



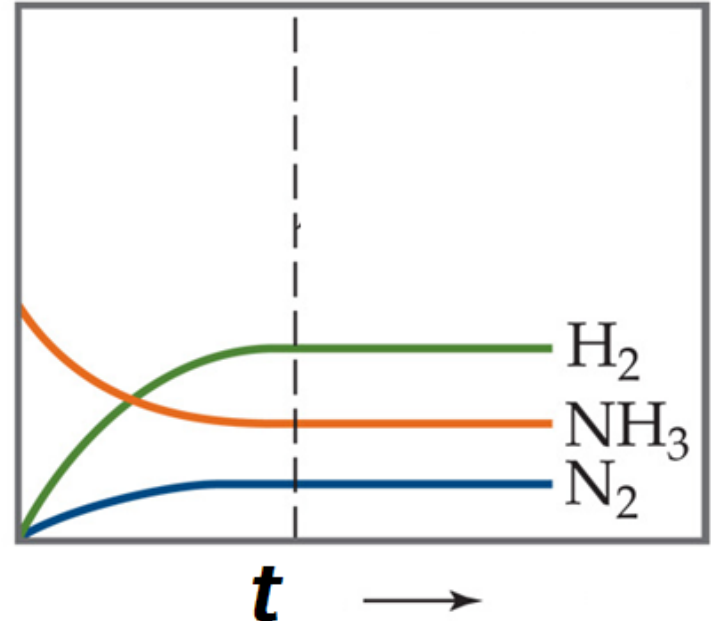
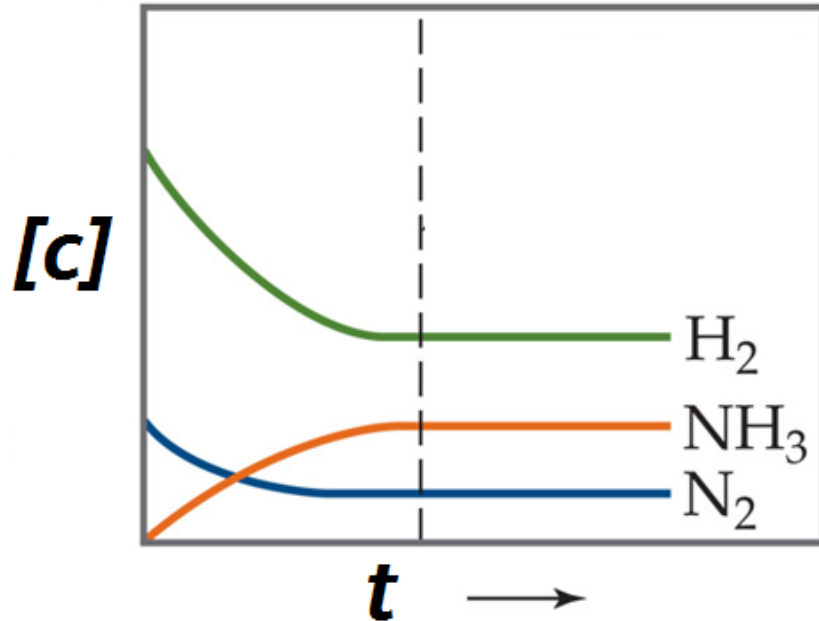
# Velocidades de reacción en el equilibrio



# Concentraciones en el equilibrio (2)



# Equilibrio desde ambos sentidos



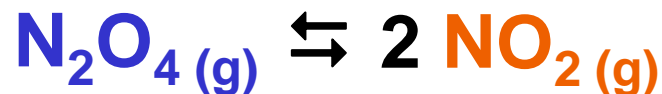


## La constante de equilibrio, $K_{eq}$

- Para la reacción general **balanceada**

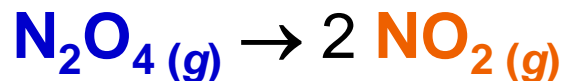


$$K_{eq} = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b}$$



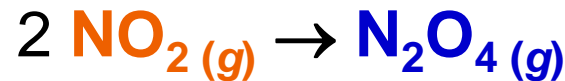
$$K_{eq} = \frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]}$$

- Reacción directa



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

- Reacción reversa



$$v_r = k_r [\text{NO}_2]^2$$

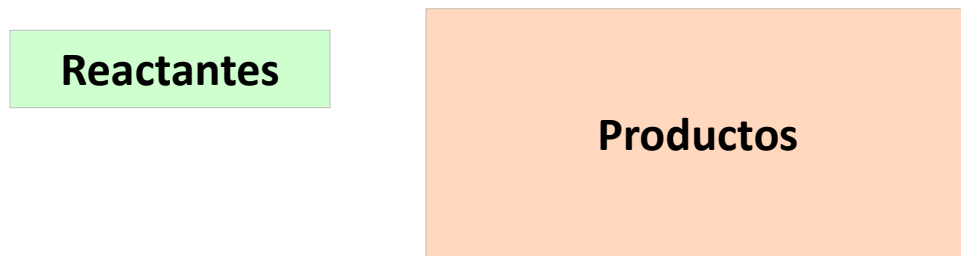
Si en el equilibrio

$$v_d = v_r$$

$$K_{eq} = \frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]} = \frac{k_d}{k_r}$$

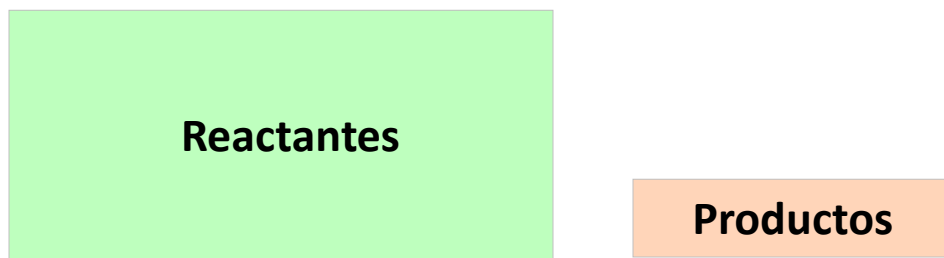
- Si en el equilibrio

$$K_{eq} = \frac{[\text{Productos}]}{[\text{Reactantes}]}$$



$$K_{eq} > 1$$

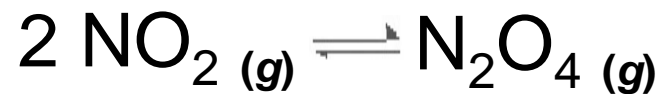
- Si en el equilibrio



$$K_{eq} < 1$$

## $K_{eq}$ y el sentido de la reacción

- Si las condiciones de la reacción no varían, la  $K_{eq}$  reversa tiene el valor recíproco ( $1/K_{eq}$ ) de la  $K_{eq}$  directa:



$$K_c = \frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]} = 0.212$$

$$K_c = \frac{[\text{N}_2\text{O}_4]}{[\text{NO}_2]^2} = \frac{1}{0.212} \\ = 4.72$$

# Equilibrio heterogéneo

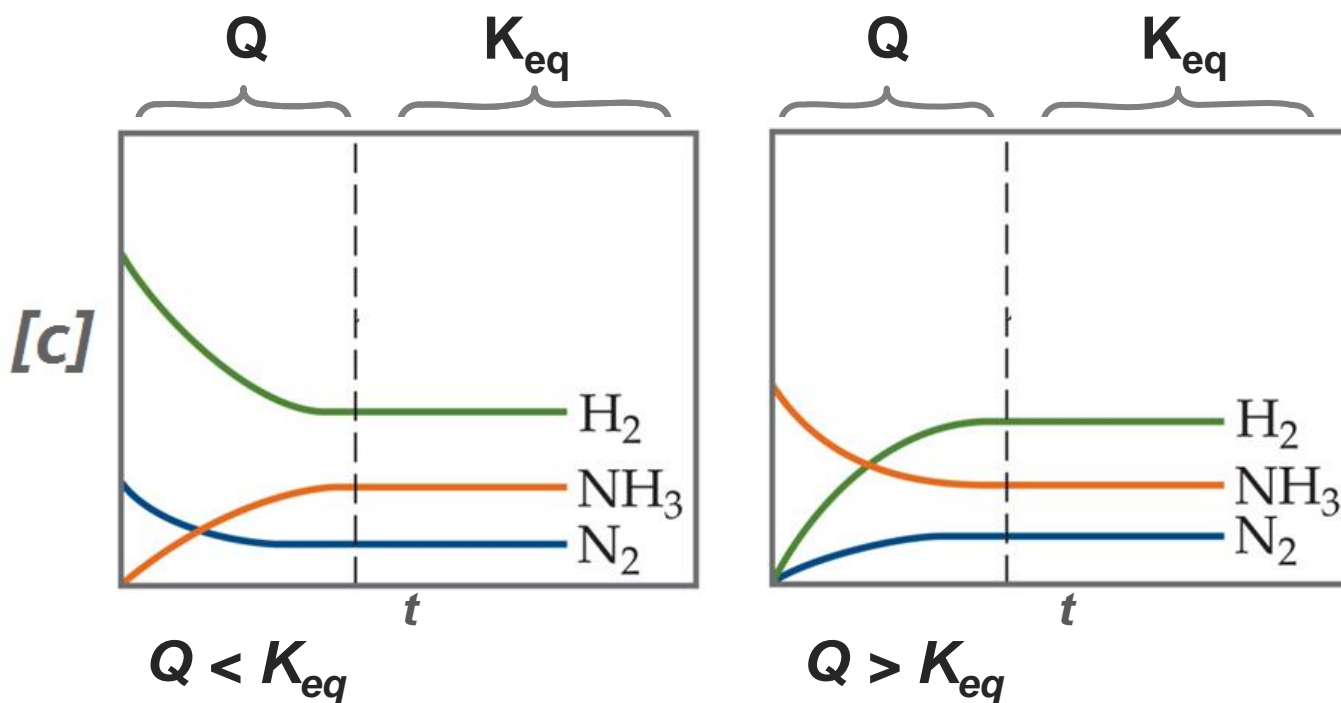
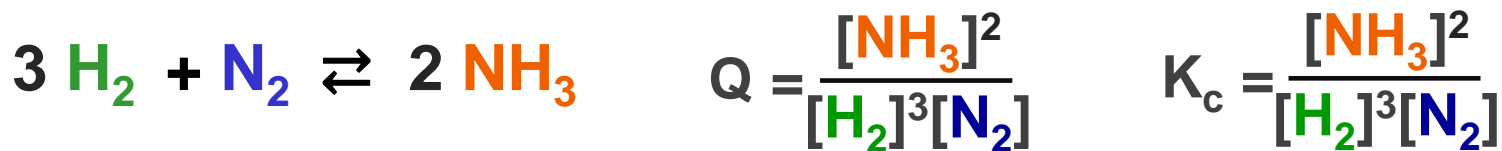
- Las concentraciones de sólidos y líquidos permanecen constantes y **se omiten** en la expresión de  $K_{eq}$



$$K_c = [\text{CO}_2]$$

- La concentración de un sólido o un líquido es una propiedad **intensiva**

# El cociente de reacción (Q)



# El principio de Le Chatelier



*Si un sistema en equilibrio experimenta una perturbación externa, el sistema se ajustará para corregir dicha perturbación alcanzando así un nuevo estado de equilibrio*

Equilibrio

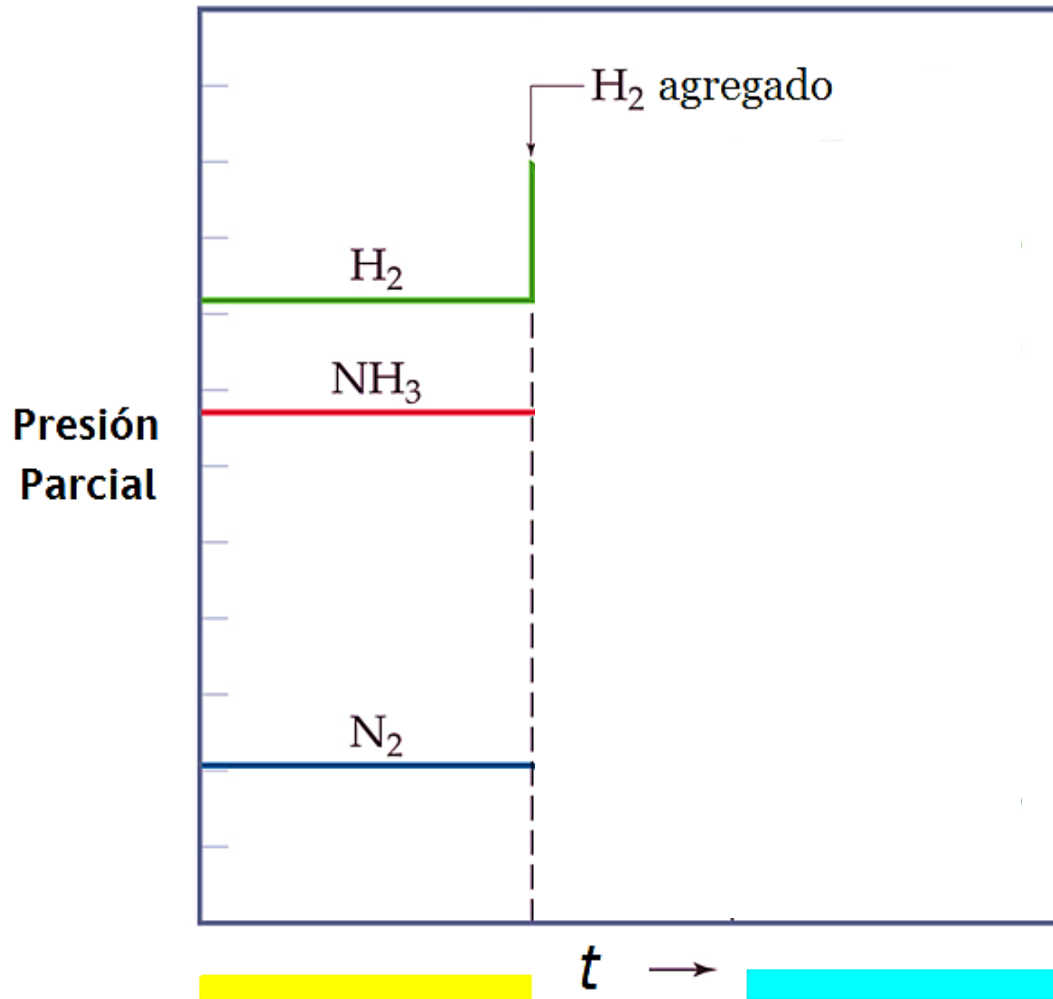


Perturbación del equilibrio

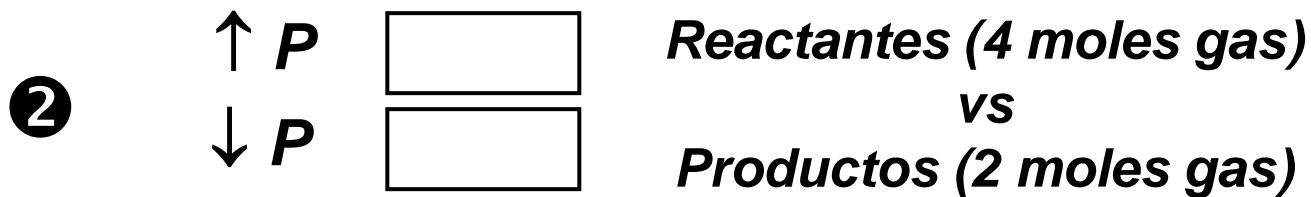
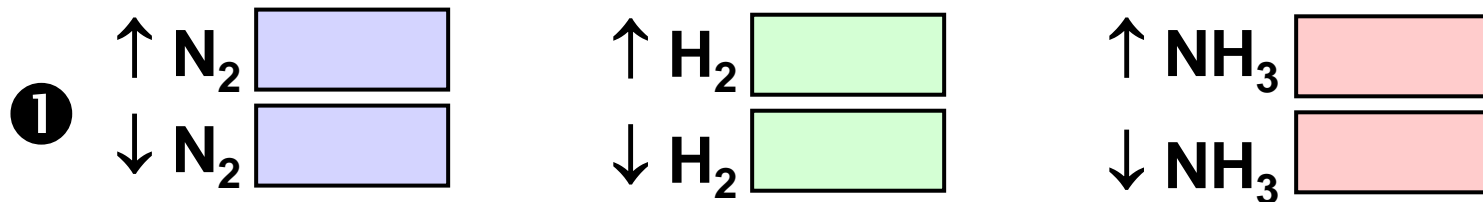


Nuevo equilibrio

# Síntesis de amoníaco



# Perturbación del equilibrio



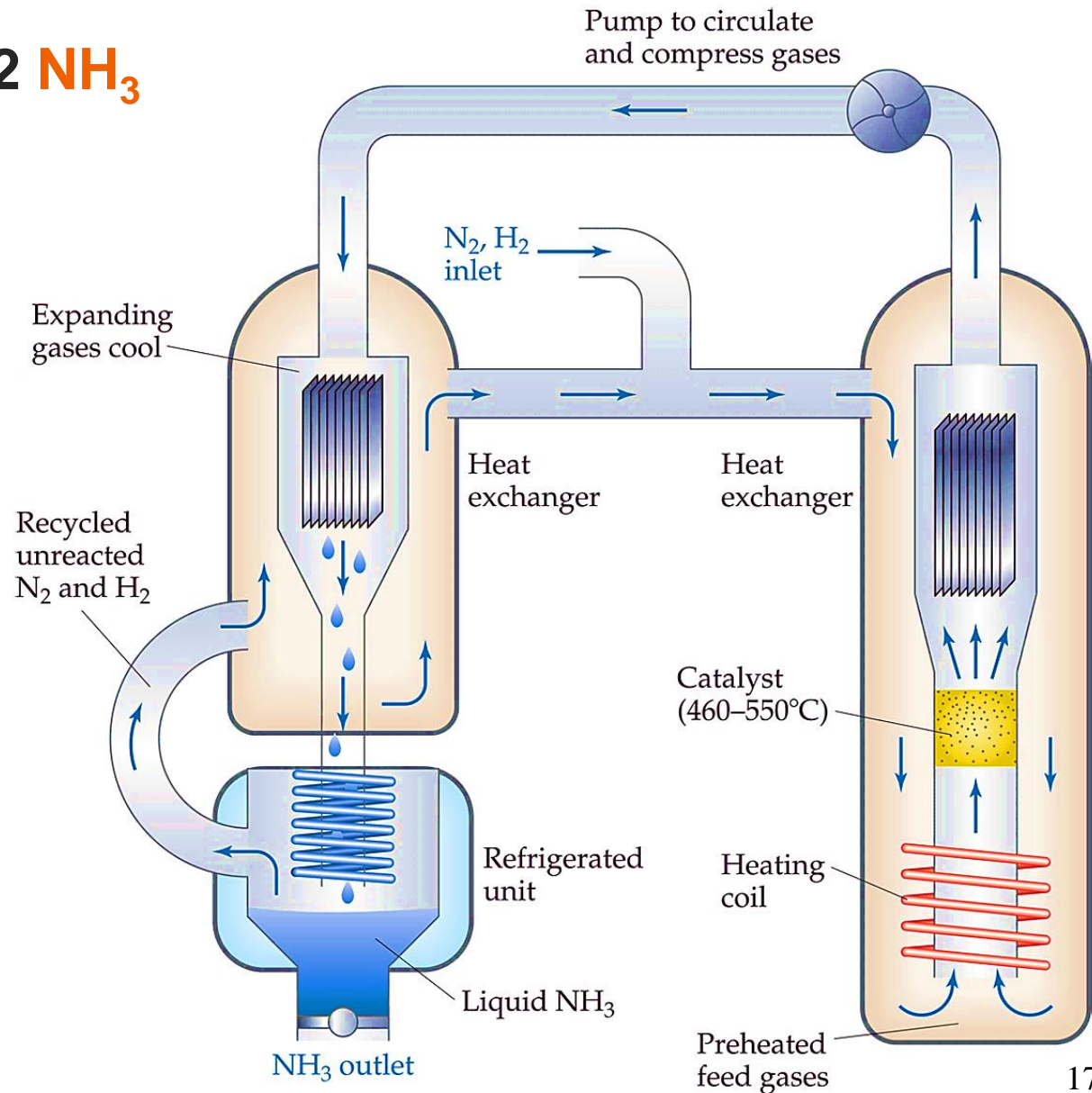


# El proceso Haber (2)



## T° ebullición

$\text{NH}_3$	-33,3 °C
$\text{N}_2$	-195,8 °C
$\text{H}_2$	-252,9 °C



# Efecto de la temperatura



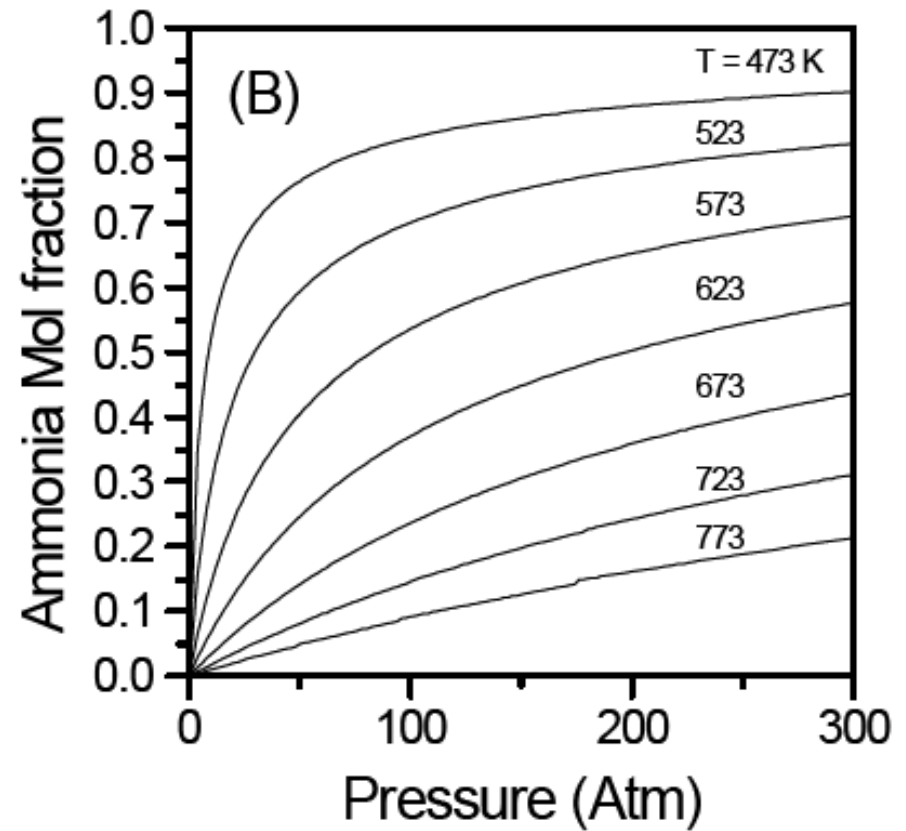
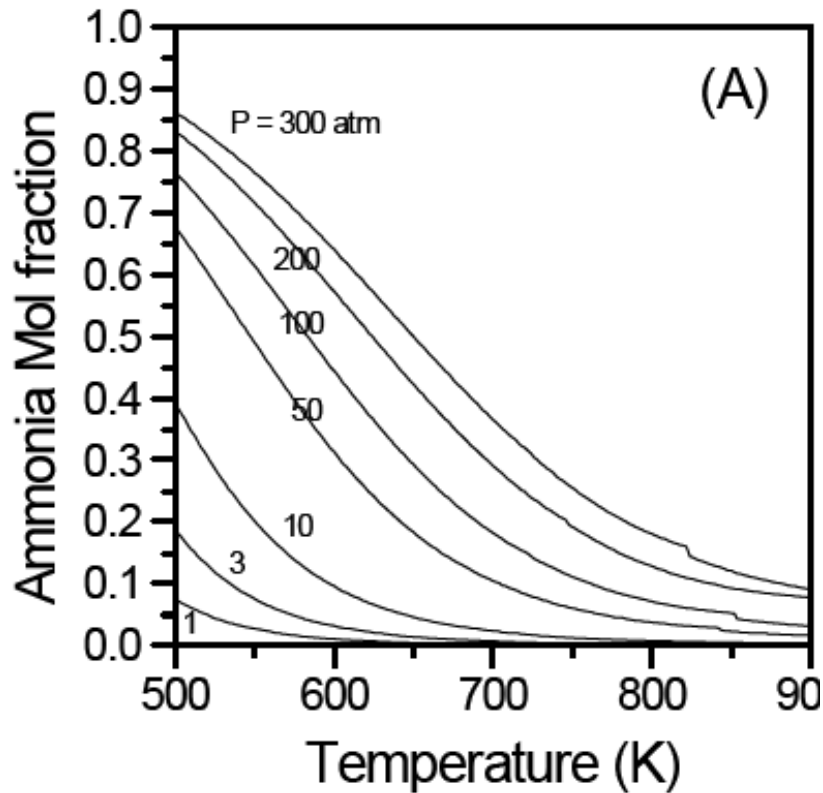
↓ T° →



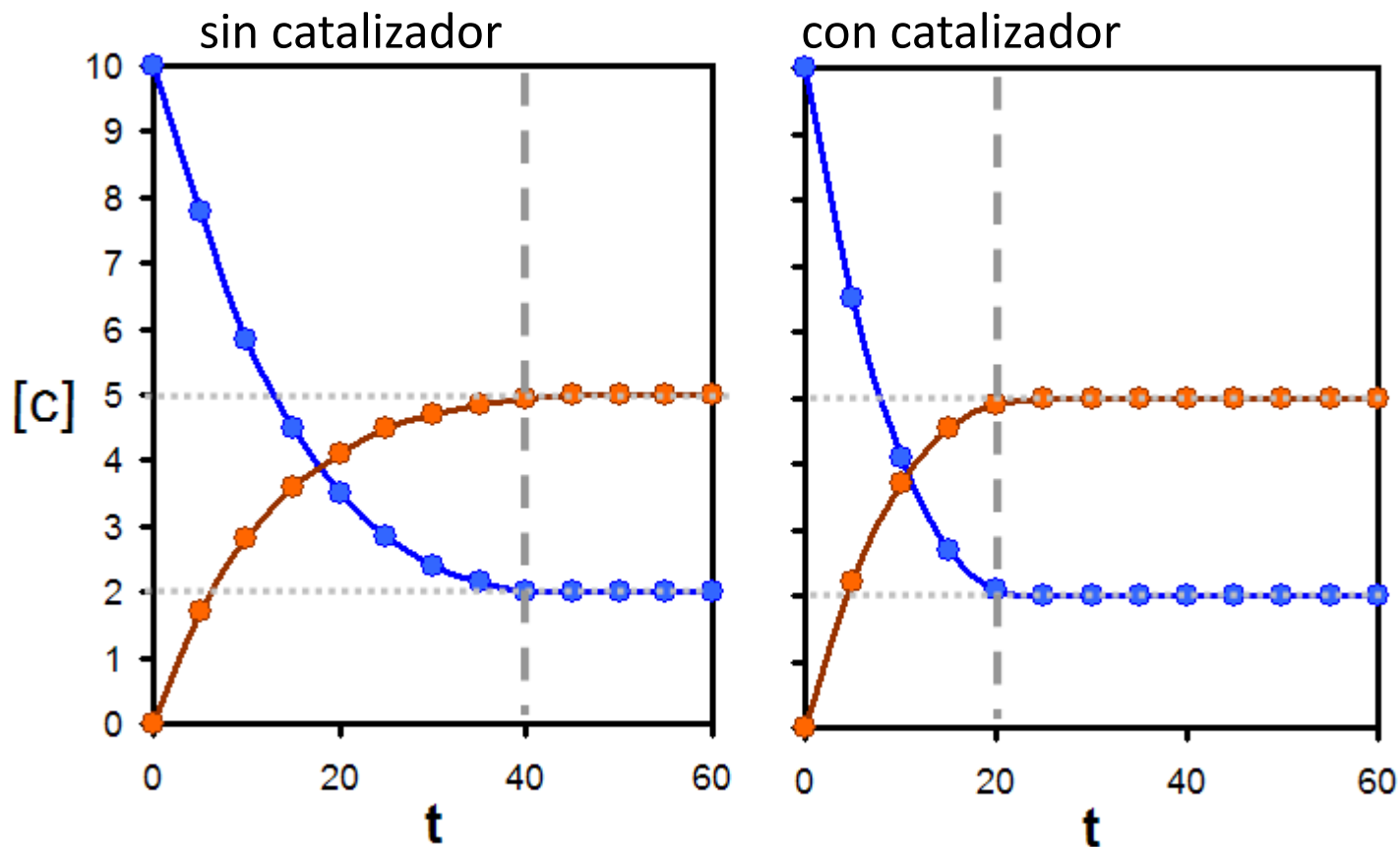
↑ T° ←

Un cambio permanente en la temperatura (a volumen constante) produce un cambio en la Kc

# El proceso Haber



# Efecto de un catalizador



## ***Bibliografía***

- **Química General – 7ª ed, Chang, R.**
- **Chemistry, the Central Science – 10ª ed., Brown, LeMay, and Bursten.**
- **Guía de Química General – FacMedicina, U de Chile (1997).**

## ***Gracias!!***

- ***Prof Ulises Urzúa, DOBC- Block E, zocalo.***  
**[uurzua@uchile.cl](mailto:uurzua@uchile.cl)**