



RECURSOS DIDÁCTICOS

QUINTO DE SECUNDARIA

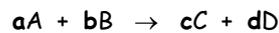
QUÍMICA

EQUILIBRIO QUIMICO

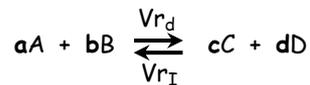
Es un estado "estacionario" al que llegan las reacciones "reversibles".

Ejm. : Sustancias iniciales "A" y "B"

* Reacción química



* En un momento determinado



Si analizamos la velocidad hacia la derecha tenemos según Guldberg y Waage.

$$V_{r_d} = K_d [A]^a [B]^b \dots (\alpha)$$

Si analizamos la velocidad de reacción hacia la izquierda tenemos :

$$V_{r_I} = K_I [C]^c [D]^d \dots (\beta)$$

* En el equilibrio se cumple que las velocidades hacia la derecha e izquierda son iguales.

$$V_{r_d} = V_{r_I} \rightarrow K_d [A]^a [B]^b = K_I [C]^c [D]^d$$

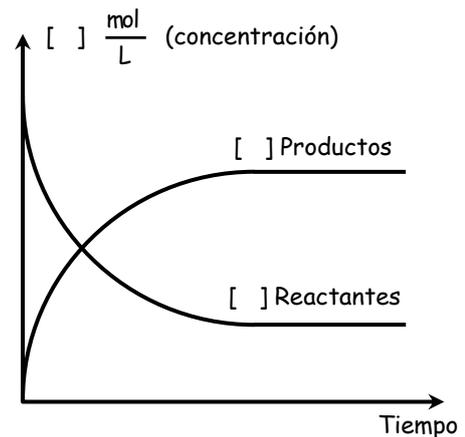
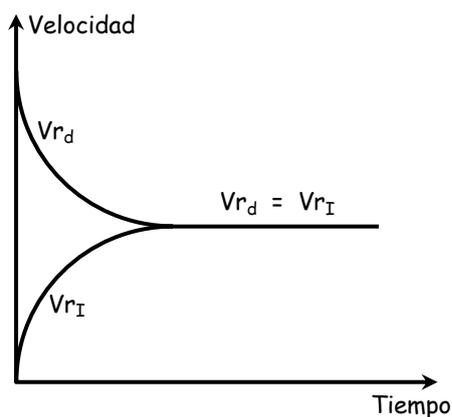
De donde :

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

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



Gráficamente tenemos :



Generalmente trabajaremos con "sistemas homogéneos" en fase gaseosa y líquida.

K_c : utilizada generalmente en sistemas líquidos

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

K_p : utilizada en sistemas gaseosos

$$K_p = \frac{(P_c^c) (P_d^d)}{(P_a^a) (P_b^b)}$$

Relación entre K_c y K_p

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

Δn : moles producto - moles reactivos

R : constante universal de los gases

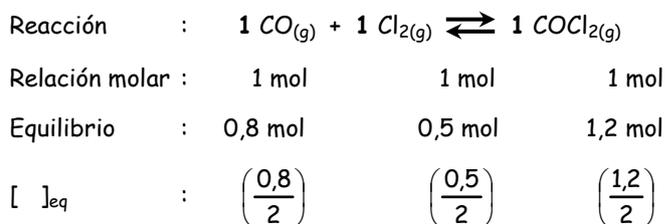
T : temperatura

Δn : $n_p - n_R = (c + d) - (a + b)$



Ejm. 1 : Un recipiente de 2 litros de capacidad a temperatura de 25°C conteniendo en equilibrio 0,8 moles de CO; 0,5 moles de cloro y 1,2 moles de fosgeno según la ecuación : $CO_{(g)} + Cl_{2(g)} \rightleftharpoons COCl_{2(g)}$. Determine la constante de equilibrio a 25°C (K_c)

Sol. :



$$K_c = \frac{[COCl_2]}{[CO][Cl_2]} \quad K_c = \frac{(1,2/2)}{(0,8/2)(0,5/2)} = 6 \frac{L}{mol}$$

PRINCIPIO DE LE CHATELIER

Si una reacción química ya llega al equilibrio, teniendo una constante de equilibrio (K_c) determinada, los valores de las concentraciones serán invariables "inalterables".

Pero si intentamos cambiar las condiciones de dicho equilibrio el sistema tenderá a mantener el equilibrio, asimismo la misma constante de equilibrio; para ello la reacción química se desplazará hacia la derecha o izquierda para llegar a un nuevo equilibrio con la misma constante K_c generalmente.

1. Aumento de la Temperatura.- La reacción se desplazará en el sentido que consume calor.

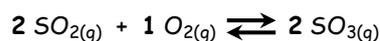
Ejm. : La reacción en el equilibrio $N_{2(g)} + H_{2(g)} \rightleftharpoons NH_{3(g)} + \text{calor}$

* Si aumentamos la temperatura la reacción va hacia la derecha.

Si disminuimos la temperatura la reacción va hacia la izquierda.



2. Efecto de la Presión.- Si aumentamos la presión externa al sistema en equilibrio entonces el sistema se desplazará hacia el sentido donde se tenga menor volumen.



Si al sistema anterior aumentamos la presión se desplazará hacia la derecha.

3. Efecto del Aumento o Disminución de la Concentración.- Si a un sistema en equilibrio le añadimos más de una sustancia, el sistema se desplazará en el sentido que consume parte de dicho incremento.

Ejm. : $1 N_{2(g)} + 3 H_{2(g)} \rightleftharpoons 2 NH_{3(g)}$

- Si al sistema ya en el equilibrio, le añadimos más $N_{2(g)}$ la reacción se desplazará hacia la derecha.
- Si quitamos un poco de $N_{2(g)}$ en el equilibrio, el sistema se desplazara hacia la izquierda.
- Si añadimos más $NH_{3(g)}$, el sistema se desplazará hacia la izquierda.
- Si quitamos $NH_{3(g)}$ en el equilibrio, el sistema se desplazará hacia la derecha.

EJERCICIOS DE APLICACIÓN

1. La velocidad de descomposición del acetaldehído (CH_3CHO): $CH_3CHO_{(g)} \rightarrow CH_4_{(g)} + CO_{(g)}$ ha sido medido con diferentes concentraciones encontrándose los siguientes resultados : $[CH_3CHO]$: 0,10 0,20

V_{Rx} : 0,085 0,34

¿Cuál es el orden de reacción?

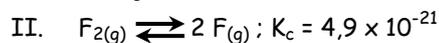
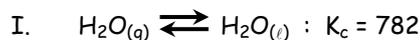
- a) 0 b) 1 c) 2
d) 3 e) 4

2. Respecto a la cinética y el equilibrio químico, señale lo correcto :

- a) La velocidad al inicio de la reacción es menor.

- b) En el equilibrio las velocidades directa e inversa son iguales a cero.
c) La constante de equilibrio cambia con la presión y temperatura.
d) El orden de la reacción se obtiene a partir de datos experimentales
e) Molecularidad es siempre igual al orden de reacción.

3. ¿Cuál alternativa indica el orden correcto del desplazamiento del equilibrio hacia la derecha?



- a) II < IV < I < III d) II < III < IV < I
 b) III < IV < I < II e) III < I < IV < II
 c) IV < I < III < II

4. A 1000 K la síntesis del HCl presenta el siguiente equilibrio :



Si se parte de 1 mol-g de cada reactante. Hallar las molaridades del H_2 y Cl_2 una vez alcanzado el equilibrio.

- a) 0,5 ; 1, 11, 2 L d) 0,5 ; 2,5, 112 L
 b) 0,5 ; 0,5, 22, 44 e) 0,2 ; 0,2, 44,8 L
 c) 0,1 ; 0, 1, 22, 4 L

5. Para la reacción en la fase gaseosa $3\text{H}_2(\text{g}) + \text{N}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$ las presiones parciales de H_2 y N_2 son 0,4 atm y 0,8 atm respectivamente la presión total del sistema es 2,0 atm. ¿Cuánto vale K_p si el sistema está en equilibrio?

- a) 1 b) 50 c) 25
 d) 125 e) 12,5

6. Para la ecuación $2\text{A}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{B}(\text{g}) + \text{C}(\text{g}) ; K_c = 0,25$ Hallar K_c para la reacción si se produce a la misma temperatura : $3\text{B}(\text{g}) + 3\text{C}(\text{g}) \rightleftharpoons 6\text{A}(\text{g})$

- a) 16 b) 4 c) 64
 d) 0,4 e) 6,4

7. Si se tiene inicialmente 4 moles de H_2 y 4 moles de Cl_2 para formar cloruro de hidrógeno (HCl). Determinar cuántas moles de hidrógeno existe en equilibrio si $K_p = 4$ a 727°C .

- a) 1 b) 2 c) 3
 d) 4 e) 5

8. Según la reacción :

$\text{NH}_4\text{CO}_2\text{NH}_2(\text{s}) \rightleftharpoons \text{NH}_3(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g})$ a 25°C la presión total de los gases en equilibrio con el sólido es de 0,12 atm. Calcular K_p para el proceso.

- a) $12,8 \times 10^{-5}$ d) $12,8 \times 10^{-7}$
 b) $25,6 \times 10^{-5}$ e) $25,6 \times 10^{-6}$
 c) $25,6 \times 10^{-7}$

9. Una mezcla de equilibrio para la reacción : $2\text{H}_2\text{S}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{H}_2(\text{g}) + \text{S}_2(\text{g})$ tenía 1 mol de H_2S , 0,2 moles de H_2 y 0,8 moles de S_2 en un recipiente 2 litros. Hallar K_c .

- a) 0,004 b) 0,08 c) 0,016
 d) 0,032 e) 0,160

10. La constante de equilibrio de la reacción es : $\text{FeO}(\text{s}) + \text{CO}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$ si las concentraciones iniciales son $[\text{CO}_2] = 0,05$ y $[\text{CO}] = 0,01$ M. Determine la concentración en equilibrio del CO_2

- a) 0,04 b) 0,02 c) 0,01
 d) 0,03 e) 0,05

11. Determine la ecuación donde K_c y K_p son números iguales :

- a) $\text{H}_2(\text{g}) + \text{N}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{NH}_3(\text{g})$
 b) $\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{NO}_2(\text{g})$
 c) $\text{H}_2(\text{g}) + \text{Br}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{HBr}(\text{g})$
 d) $\text{NH}_3(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{NO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{v})$
 e) $\text{C}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g})$

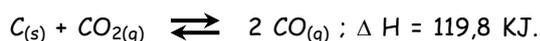
12. A 500°C se tiene el sistema en equilibrio : $\text{I}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{HI}(\text{g})$ las presiones parciales son $\text{I}_2 = 2$ atm ; $\text{H}_2 = 2$ atm ; $\text{HI} = 8$ atm. Calcular K_p

- a) 3,2 b) 4,8 c) 0,16
 d) 6,4 e) 2,4

13. En un recipiente inicialmente vacío cuya capacidad es 10 L se ubican 18,4 g de N_2O_4 . Si alcanzando el equilibrio disocia el 20% del N_2O_4 en NO_2 . Hallar K_p : $\text{N}_2\text{O}_4 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$

- a) 0,4 B) 4×10^{-3} C) 4×10^{-5}
 d) 4 e) 0,4

14. Observe el sistema en equilibrio :

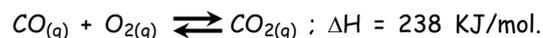


¿Cuántos de los siguientes efectos favorecen la reacción directa?

- I. Añadir $CO_{2(g)}$
- II. Agregar $C_{(s)}$
- III. Calentar
- IV. Incrementar la presión en el sistema al disminuir el volumen
- V. Agregar un catalizador

- a) 1 b) 2 c) 3
d) 4 e) 5

15. Sea la siguientes reacción en equilibrio :



¿Qué efecto favorece el rendimiento en la formación del producto?

- a) Disminución de presión
- b) Aumento de volumen
- c) Adición de catalizador
- d) Incremento de la $[O_2]$
- e) Aumento de temperatura

TAREA DOMICILIARIA N° 5

1. Indicar cuáles de las siguientes proposiciones son verdaderas :

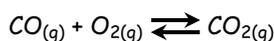
- La constante de equilibrio tiene un valor para una temperatura determinada
- La K_{eq} solo considera masas activas, RxQm
- Los valores numéricos de K_c se obtienen generalmente de forma experimental

- a) 0 b) 1 c) 2
d) 3 e) Ninguna

2. Para la siguiente RxQm en fase gaseosa se tiene a $25^\circ C$: $2A + 2 = C$; $K_c = 25$. Calcular la constante de equilibrio a la misma temperatura de la reacción : $1/2 C = A + B$

- a) 5 b) 1/5 c) 50
d) 0,5 e) 10

3. Al realizar la siguiente RxQm se encontró la siguiente composición en equilibrio :



Moles eq : 1 1 4

Hallar la K_c si el volumen del matraz es 2 L

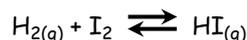
- a) 8 b) 16 c) 24
d) 32 e) 40

4. A $200^\circ C$ 1 mol H_2 y 2 mol de CO_2 reaccionan para producir CO y H_2O si el 80% de H_2 se transforma en H_2O . Calcular K_c si la operación se realiza en un recipiente de 20 litros.



- a) 1 b) 2,6 c) 2,8
d) 3,8 e) 6

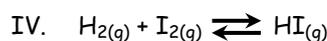
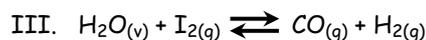
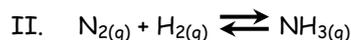
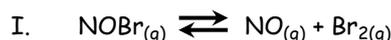
5. Para la siguiente reacción en equilibrio si la presión total es 1,6 atm. Hallar K_p a $448^\circ C$:



n_{eq} : 2 2 4

- a) 2 b) 4 c) 8
d) 16 e) 20

6. De las siguientes reacciones, ¿cuál de ellas se cumple que $K_c = K_p$?



- a) I b) I y II c) III
d) IV e) II y IV

7. ¿Cuál será el efecto de aumentar la temperatura en el sistema en equilibrio :
 $2 \text{SO}_{2(g)} + \text{O}_{2(g)} \rightleftharpoons 2 \text{SO}_{3(g)} + 198 \text{ KJ?}$

- a) No se modifica
- b) Se consume más oxígeno
- c) Disminuye el volumen
- d) Aumenta el volumen
- e) N.A.

8. Hallar la expresión de K_c para la siguiente reacción en equilibrio heterogéneo :
 $\text{CaSO}_4 \rightleftharpoons \text{CaO}_{(s)} + \text{SO}_2$

- a) $\frac{[\text{CaSO}_4]}{[\text{CaO}][\text{SO}_2][\text{O}_2]}$
- b) $\frac{[\text{CaO}]}{[\text{CaSO}_4]}$
- c) $\frac{[\text{CaO}][\text{SO}_2][\text{O}_2]}{[\text{CaO}]}$
- d) $[\text{Ca}][\text{SO}_2][\text{O}_2]$
- e) $[\text{SO}_2]^2[\text{O}_2]$

9. Hallar el grado de disociación de 0,1 mol-g de PCl_5 contenidos en un recipiente de un litro si K_p para este proceso es de 0,82 a 127°C
 $\text{PCl}_5 \rightleftharpoons \text{PCl}_3 + \text{Cl}_2$

- a) 70%
- b) 60%
- c) 59%
- d) 40%
- e) 30%

10. Si K_c para la reacción es 49 a determinada temperatura si se colocan 0,4 moles A y B en un recipiente de 2 litros a esa temperatura. ¿Cuál es la concentración de C y D en el equilibrio : $A + B \rightleftharpoons C + D$?

- a) 0,075 M ; 0,025 M
- b) 0,025 M ; 0,025 M
- c) 0,75 M ; 0,075 M
- d) 0,075 M ; 0,075 M
- e) 0,025 M ; 0,075 M

11. Hallar la K_p a 100 K si la presión en el equilibrio es 10 atm para la RxQm donde la disociación es de 40% : $\text{C}_{(g)} + \text{CO}_{2(g)} \rightleftharpoons 2 \text{CO}_{(g)}$

- a) 3,05
- b) 3,85
- c) 4,85
- d) 4,05
- e) 4,5

12. ¿Cuál de los siguientes equilibrios no se afectaría por cambios en el volumen a temperaturas constantes?

- a) $\text{N}_{2(g)} + \text{H}_{2(g)} \rightleftharpoons \text{NH}_{3(g)}$
- b) $\text{NO}_{(g)} + \text{O}_{2(g)} \rightleftharpoons \text{NO}_{2(g)}$
- c) $\text{H}_{2(g)} + \text{Cl}_{2(g)} \rightleftharpoons \text{HCl}_{(g)}$
- d) $\text{F}_{2(g)} + \text{Cl}_{2(g)} \rightleftharpoons \text{ClF}_{3(g)}$
- e) $\text{NOCl}_{(g)} \rightleftharpoons \text{NO}_{(g)} + \text{Cl}_{2(g)}$

13. Determinar la relación K_c/K_p a 1000 K para las reacciones : $\text{N}_{2(g)} + \text{O}_{2(g)} \rightleftharpoons \text{NO}_{(g)}$



- a) 1 y R
- b) 1 y R^2
- c) 1 y 1
- d) 1 y $10^0 R$
- e) 10^6 y R^2

14. En la reacción : $\text{C}_{(s)} + \text{O}_{2(g)} \rightleftharpoons \text{CO}_{(g)}$ a temperatura de 1000°C y presión 30 atm la mezcla en equilibrio contiene 20% en volumen de CO. Hallar K_p

- a) 1,2
- b) 1,5
- c) 1,8
- d) 2,5
- e) 3,0

15. Para la siguiente RxQm exotérmicamente :
 $2 \text{NO}_{2(g)} \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_{4(g)}$ que condiciones favorecen a la formación N_2O_4

- a) Disminución de la presión y temperatura
- b) Disminución de la temperatura y aumento de volumen
- c) Aumento de presión y disminución de temperatura
- d) Aumento de presión y temperatura
- e) Aumento de temperatura y volumen