

## EQUILIBRIO

Los problemas y cuestiones teóricas de Equilibrio que suelen caer en Selectividad son de los siguientes tipos:

<i>Tipo de ejercicio</i>	<i>Frecuencia</i>
1) Problema numérico de Equilibrio: Concentraciones finales, $K$ , $\alpha$	.....44%
2) Cuestión teórica de aplicación del Pº de LeChâtelier: $C$ , $p$ , $T$	.....21%
3) Cuestión teórica sobre Cinética: catalizadores, $E_a$ , $\Delta H$ , unidades de $k$ , órdenes de reacción	.....14%
4) $K$ para reacciones heterogéneas, o relación entre $K_p$ y $K_c$ para reacciones en fase gas	.....21%

Este cálculo se ha llevado a cabo haciendo el recuento correspondiente entre los exámenes (convocatorias ordinarias y reserva) de los años 2012- junio de 2015, que se detallan en las páginas siguientes (fuente: [emestrada.net](http://emestrada.net)).

**IMPORTANTE:** No se incluyen en esta revisión los temas de *aplicación* del Equilibrio Químico: Reacciones de Transferencia de Protones (Ácido-Base) (aplicación del equilibrio homogéneo) y Equilibrios de Precipitación (Solubilidad) (aplicación del equilibrio heterogéneo).

Estos documentos pretenden ilustrar que existen pocos tipos de ejercicios diferentes que pueden caer en los exámenes de Selectividad, para que seáis capaces de autoevaluar cuánto os queda por estudiar, qué tipos de ejercicios domináis o a qué temas debéis dedicar algo más de esfuerzo. No se puede *garantizar* que en el examen de Septiembre no vayan a incluir algún ejercicio diferente, pero seamos realistas: si todos los ejercicios desde 2000 hasta 2015 han sido de estos cuatro tipos, ¿cómo de probable es que innoven para el próximo examen?

Por tanto, **si sabéis resolver los cuatro tipos de ejercicios, ya lleváis muy bien preparado el tema de Equilibrio**: seguid estudiando el resto de temas. Sólo retomad los temas que lleváis estudiados un rato a la semana, para repasar; esto os asegurará un buen resultado en la próxima convocatoria. ¡Suerte!

## Examen de junio de 2015:

Cuando a una reacción se le añade un catalizador, justifique si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas:  
 a) La entalpia de la reacción disminuye.  
 b) La energía de activación no varía  
 c) La velocidad de reacción aumenta.  
 QUÍMICA. 2015. JUNIO. EJERCICIO 4. OPCION A

tipo 3

Para la reacción en equilibrio a 25°C:  $2\text{ICl}(s) \rightleftharpoons \text{I}_2(s) + \text{Cl}_2(g)$ ,  $K_p = 0'24$ . En un recipiente de 2 litros en el que se ha hecho el vacío se introducen 2 moles de  $\text{ICl}(s)$ .  
 a) ¿Cuál será la concentración de  $\text{Cl}_2(g)$  cuando se alcance el equilibrio?.  
 b) ¿Cuántos gramos de  $\text{ICl}(s)$  quedarán en el equilibrio?.  
 Dato:  $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ . Masas atómicas:  $\text{I} = 127$ ;  $\text{Cl} = 35'5$   
 QUÍMICA. 2015. JUNIO. EJERCICIO 5. OPCION B

tipo 1

## Exámenes de 2014:

En el equilibrio:  $\text{C}(s) + 2\text{H}_2(g) \rightleftharpoons \text{CH}_4(g)$   $\Delta H^\circ = -75 \text{ kJ}$ . Prediga, razonadamente, cómo se modificará el equilibrio cuando se realicen los siguientes cambios:  
 a) Una disminución de la temperatura.  
 b) La adición de  $\text{C}(s)$ .  
 c) Una disminución de la presión de  $\text{H}_2$ , manteniendo la temperatura constante.  
 QUÍMICA. 2014. JUNIO. EJERCICIO 3. OPCION A

tipo 2

Dada la reacción:  $4\text{NH}_3(g) + 3\text{O}_2(g) \rightleftharpoons 2\text{N}_2(g) + 6\text{H}_2\text{O}(l)$   $\Delta H^\circ = -80'4 \text{ kJ}$ . Razone:  
 a) Cómo tendría que modificarse la temperatura para aumentar la proporción de nitrógeno molecular en la mezcla.  
 b) Cómo influiría en el equilibrio la inyección de oxígeno molecular en el reactor en el que se encuentra la mezcla.  
 c) Cómo tendría que modificarse la presión para aumentar la cantidad de  $\text{NH}_3$  en la mezcla.  
 QUÍMICA. 2014. RESERVA 1. EJERCICIO 3. OPCION A

tipo 2

En una cámara de vacío y a 448°C se hacen reaccionar 0,5 moles de  $\text{I}_2(g)$  y 0,5 moles de  $\text{H}_2(g)$ . Si la capacidad de la cámara es de 10 litros y el valor de  $K_c$  a dicha temperatura es de 50, determine para la reacción:  $\text{H}_2(g) + \text{I}_2(g) \rightleftharpoons 2\text{HI}(g)$ .  
 a) El valor de  $K_p$ .  
 b) Presión total y presiones parciales de cada gas en el interior de la cámara, una vez alcanzado el equilibrio.  
 Dato:  $R = 0'082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ .  
 QUÍMICA. 2014. RESERVA 1. EJERCICIO 6. OPCION B

tipo 1

El fosgeno es un gas venenoso que se descompone según la reacción:  
 $\text{COCl}_2(g) \rightarrow \text{CO}(g) + \text{Cl}_2(g)$   
 A la temperatura de 900°C el valor de la constante  $K_c$  para el proceso anterior es 0'083. Si en un recipiente de 2 L se introducen, a la temperatura indicada, 0'4 mol de  $\text{COCl}_2$ , calcule:  
 a) Las concentraciones de todas las especies en equilibrio.  
 b) El grado de disociación del fosgeno en esas condiciones.  
 QUÍMICA. 2014. RESERVA 2. EJERCICIO 5. OPCION B

tipo 1

Cuando el óxido de mercurio (sólido) se calienta en un recipiente cerrado en el que se ha hecho el vacío, se disocia reversiblemente en vapor de  $\text{Hg}$  y  $\text{O}_2$  hasta alcanzar una presión total que en el equilibrio a 380°C vale 141 mmHg, según  $2\text{HgO}(s) \rightleftharpoons 2\text{Hg}(g) + \text{O}_2(g)$  Calcule:  
 a) Las presiones parciales de cada componente en el equilibrio.  
 b) El valor de  $K_p$ .  
 QUÍMICA. 2014. RESERVA 3. EJERCICIO 6. OPCION A

tipo 1

La ecuación de velocidad de cierta reacción es  $v = k \cdot [\text{A}]^2 \cdot [\text{B}]$ . Razone si las siguientes proposiciones son verdaderas o falsas:  
 a) La unidad de la constante de velocidad es  $\text{mol}^{-1} \cdot \text{L} \cdot \text{s}$   
 b) Si se duplican las concentraciones de A y B, en igualdad de condiciones, la velocidad de la reacción será ocho veces mayor.  
 c) Si se disminuye el volumen a la mitad, la velocidad de reacción será ocho veces mayor.  
 QUÍMICA. 2014. SEPTIEMBRE. EJERCICIO 3. OPCION B

tipo 3

El cianuro de amonio, a 11°C, se descompone según la reacción:  
 $\text{NH}_4\text{CN}(s) \rightleftharpoons \text{NH}_3(g) + \text{HCN}(g)$   
 En un recipiente de 2 litros de capacidad, en el que previamente se ha hecho el vacío, se introduce una cierta cantidad de cianuro de amonio y se calienta a 11°C. Cuando se alcanza el equilibrio, la presión total es de 0,3 atm. Calcule:  
 a)  $K_c$  y  $K_p$ .  
 b) La masa de cianuro de amonio que se descompondrá en las condiciones anteriores.  
 Dato:  $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ . Masas atómicas:  $\text{N} = 14$ ;  $\text{C} = 12$ ;  $\text{H} = 1$   
 QUÍMICA. 2014. SEPTIEMBRE. EJERCICIO 6. OPCION B

tipos 1 y 4

### Exámenes de 2013:

Para la reacción:  $A(g) \rightarrow B(g) + C(g)$  el valor de la constante de velocidad a una cierta temperatura es  $1,5 \cdot 10^{-3} \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$

- ¿Cuál es el orden de la reacción?
- ¿Cuál es la ecuación de velocidad?
- A esa misma temperatura, ¿cuál será la velocidad de la reacción cuando la concentración de A sea 0,242 M?

QUÍMICA. 2013. JUNIO. EJERCICIO 3. OPCIÓN B

tipo 3

A 350°K la constante de equilibrio  $K_c$  de la reacción de descomposición del bromuro de carbonilo vale 0,205:  $\text{COBr}_2(g) \rightleftharpoons \text{CO}(g) + \text{Br}_2(g)$ . Si en un recipiente de 3L se introducen 3,75 moles de bromuro de carbonilo y se calienta hasta alcanzar esa temperatura:

- ¿Cuáles son las concentraciones de todas las especies en el equilibrio?
- ¿Cuál es el grado de disociación del bromuro de carbonilo en esas condiciones?

QUÍMICA. 2013. JUNIO. EJERCICIO 6. OPCIÓN B

tipo 1

Una mezcla gaseosa de 1 L, constituida inicialmente por 7,94 mol de gas dihidrógeno ( $\text{H}_2$ ) y 5,30 mol de gas yoduro ( $\text{I}_2$ ), se calienta a 445 °C, formándose en el equilibrio 9,52 mol de yoduro de hidrógeno gaseoso.

- Calcule el valor de la constante de equilibrio  $K_c$ , a dicha temperatura.
- Si hubiésemos partido de 4 mol de gas dihidrógeno y 2 mol de gas yoduro, ¿cuántos moles de yoduro de hidrógeno gaseoso habría en el equilibrio?

QUÍMICA. 2013. RESERVA 1. EJERCICIO 5. OPCIÓN B

tipo 1

Para la siguiente reacción en equilibrio:  $2\text{BaO}_2(s) \rightleftharpoons 2\text{BaO}(s) + \text{O}_2(g)$   $\Delta H > 0$

- Escriba la expresión de las constantes de equilibrio  $K_c$  y  $K_p$ .
- Justifique en qué sentido se desplazará el equilibrio si se eleva la temperatura.
- Justifique cómo evoluciona el equilibrio si se eleva la presión a temperatura constante.

QUÍMICA. 2013. RESERVA 2. EJERCICIO 3. OPCIÓN A

tipos 2 y 4

A 298° K se establece el siguiente equilibrio químico:  $2\text{NO}(g) + \text{O}_2(g) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(g)$   $\Delta H < 0$ . Razone la veracidad o falsedad de las siguientes afirmaciones:

- La relación entre  $K_c$  y  $K_p$  es  $K_p = K_c \cdot R \cdot T$ .
- Si se aumenta la temperatura  $K_c$  aumenta.
- El equilibrio se puede desplazar en el sentido de los productos con la adición de un catalizador adecuado.

QUÍMICA. 2013. RESERVA 3. EJERCICIO 3. OPCIÓN A

tipos 2 y 4

Se introduce una cantidad de  $\text{NaHCO}_3$  sólido en un recipiente de 2 L a 100°C y se establece el siguiente equilibrio:  $2\text{NaHCO}_3(s) \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{CO}_3(s) + \text{H}_2\text{O}(g) + \text{CO}_2(g)$ . Si el valor de  $K_p$  a esa temperatura es 0,231, calcule:

- La presión de  $\text{CO}_2$  y los gramos de carbonato de sodio en el equilibrio.
- Las concentraciones de las especies gaseosas en el equilibrio, al añadir al equilibrio anterior 0,01 mol de gas  $\text{CO}_2$ .

Datos:  $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ . Masas atómicas C =12; H = 1; O = 16; Na = 23.

QUÍMICA. 2013. RESERVA 3. EJERCICIO 6. OPCIÓN B

tipo 1

A 473° K y 2 atm de presión total, el  $\text{PCl}_5$  se disocia en un 50% en  $\text{PCl}_3$  y  $\text{Cl}_2$ . Calcule:

- Las presiones parciales de cada gas en el equilibrio.
- Las constantes  $K_c$  y  $K_p$ .

Dato:  $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

QUÍMICA. 2013. SEPTIEMBRE. EJERCICIO 6. OPCIÓN A

tipos 1 y 4

### Exámenes de 2012:

En una vasija de 10 L mantenida a 270°C y previamente evacuada se introducen 2'5 moles de pentacloruro de fósforo y se cierra herméticamente. La presión en el interior comienza entonces a elevarse debido a la disociación térmica del pentacloruro:

$$\text{PCl}_5(g) \rightleftharpoons \text{PCl}_3(g) + \text{Cl}_2(g)$$

Cuando se alcanza el equilibrio la presión es de 15'6 atm.

- Calcule el número de moles de cada especie en el equilibrio.
- Obtenga los valores de  $K_c$  y  $K_p$ .

Datos:  $R = 0'082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$

QUÍMICA. 2012. JUNIO. EJERCICIO 5. OPCIÓN B

tipos 1 y 4

A la temperatura de 60 °C la constante de equilibrio para la reacción de disociación:

$$\text{N}_2\text{O}_4(g) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(g), K_p = 2'49.$$

Determine:

- El valor de  $K_c$ .
- El grado de disociación del citado compuesto a la misma temperatura cuando la presión del recipiente es de 1 atm.

Datos:  $R = 0'082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ .

QUÍMICA. 2012. RESERVA 1. EJERCICIO 6. OPCIÓN A

tipo 1

El metanol se prepara industrialmente según el proceso siguiente:  

$$\text{CO(g)} + 2\text{H}_2\text{(g)} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH(g)} \quad \Delta H^\circ < 0$$

Razona como afecta al rendimiento de la reacción:

- Aumentar la temperatura.
- Retirar del reactor el  $\text{CH}_3\text{OH(g)}$ .
- Aumentar la presión.

QUIMICA. 2012. RESERVA 2. EJERCICIO 3. OPCIÓN A

tipo 2

El cianuro de amonio se descompone según el equilibrio:  $\text{NH}_4\text{CN(s)} \rightleftharpoons \text{NH}_3\text{(g)} + \text{HCN(g)}$

Cuando se introduce una cantidad de cianuro de amonio en un recipiente de 2 L en el que previamente se ha hecho el vacío, se descompone en parte y cuando se alcanza el equilibrio a la temperatura de 11 °C la presión es de 0'3 atm. Calcule:

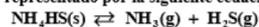
- Los valores de  $K_c$  y  $K_p$  para dicho equilibrio.
- La cantidad máxima de cianuro de amonio que puede descomponerse a 11 °C en un recipiente de 2L.

Datos:  $R = 0'082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ . Masas atómicas: H = 1; C = 12; N = 14.

QUIMICA. 2012. RESERVA 2. EJERCICIO 6. OPCIÓN B

tipos 1 y 4

Dado el sistema de equilibrio representado por la siguiente ecuación:



Indique, razonadamente, cómo varían las concentraciones de las especies participantes en la reacción en cada uno de los siguientes casos, manteniendo la temperatura y el volumen del reactor constante:

- Se añade una cantidad de  $\text{NH}_4\text{HS(s)}$ .
- Se añade una cantidad de  $\text{NH}_3\text{(g)}$ .
- Se elimina una cantidad de  $\text{H}_2\text{S(g)}$ .

QUIMICA. 2012. RESERVA 3. EJERCICIO 3. OPCIÓN A

tipo 2

En una reacción endotérmica: a) Dibuja el diagrama entálpico de la reacción. b) ¿Cuál es mayor, la energía de activación directa o la inversa? c) ¿Cómo afectará al diagrama anterior la adición de un catalizador?

QUIMICA. 2012. SEPTIEMBRE. EJERCICIO 3. OPCIÓN B

tipo 3

En un recipiente que tiene una capacidad de 4L, se introducen 5 moles de  $\text{COBr}_2\text{(g)}$  y se calienta hasta una temperatura de 350 K. Si la constante de disociación del  $\text{COBr}_2\text{(g)}$  para dar  $\text{CO(g)}$  y  $\text{Br}_2\text{(g)}$  es  $K_c = 0'190$ . Determine: a) El grado de disociación y la concentración de las especies en equilibrio. b) A continuación, a la misma temperatura, se añaden 4 moles de  $\text{CO}$  al sistema. Determine la nueva concentración de todas las especies una vez alcanzado el equilibrio.

QUIMICA. 2012. SEPTIEMBRE. EJERCICIO 6. OPCIÓN B

tipo 1