

PAU Comunidad Valenciana



QUÍMICA
Junio 2024



Problema 2
Equilibrio químico

No dejes de revisar los ejercicios de pruebas de acceso a la Universidad que tengo en mi canal.
Encontrarás numerosos ejercicios de equilibrio químico que te ayudarán a reforzar este tema.

angelcuesta.com



Equilibrio químico
explicado desde CERO



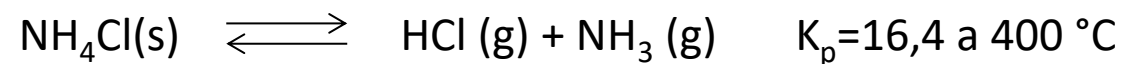
PAU Junio 2022
Comunidad Valenciana



PAU Junio 2021
Comunidad Valenciana

PROBLEMA 2

A 400 °C, el cloruro de amonio, $\text{NH}_4\text{Cl(s)}$, se descompone en cloruro de hidrógeno, HCl(g) , y amoníaco, $\text{NH}_3\text{(g)}$, de acuerdo con la siguiente ecuación química:



En un matraz donde se ha hecho el vacío, se deposita un exceso de NH_4Cl y se calienta hasta alcanzar los 400 °C.

- Calcule la presión total en el recipiente una vez se alcanza el equilibrio.
- En un experimento independiente, se introducen 1 mol de HCl y 1 mol de NH_3 en un matraz de 10 L de volumen y se mantiene a 400 °C. ¿Cuál es el número de moles de NH_4Cl formado al alcanzarse el equilibrio?

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

Solución: En este ejercicio, nos conviene trabajar con un cuadro de equilibrio en el que consten las presiones parciales de las sustancias que participan en el equilibrio químico. Ello es posible, ya que las presiones parciales son directamente proporcionales a las cantidades de sustancia en fase gas expresadas en moles.

Construyo el cuadro de equilibrio.

	$\text{NH}_4\text{Cl(s)}$	$\rightleftharpoons$	HCl (g)	$+$	$\text{NH}_3 \text{ (g)}$
Presiones iniciales	— —		— —		— —
Variación de presión	— —		x		x
Presión en el equilibrio	— —		x		x

PROBLEMA 2

a) Calcule la presión total en el recipiente una vez se alcanza el equilibrio.

Se plantea una ecuación con K_p .

$$K_p = P_{HCl} \cdot P_{NH_3} = x \cdot x = x^2 \longrightarrow x = \sqrt{K_p} = \sqrt{16,4} = 4,05 \text{ atm}$$

La presión total es la suma de las presiones parciales de los gases en el equilibrio.

$$P_T = P_{HCl} + P_{NH_3} = x + x = 2x = 2 \cdot 4,05 = \mathbf{8,1 \text{ atm}}$$

La presión total en el recipiente una vez se alcanza el equilibrio es **8,1 atm**.

	$NH_4Cl(s)$	$\rightleftharpoons$	$HCl(g) + NH_3(g)$
Presiones iniciales	— —		— —
Variación de presión	— —		x x
Presión en el equilibrio	— —		x x

PROBLEMA 2

b) En un experimento independiente, se introducen 1 mol de HCl y 1 mol de NH₃ en un matraz de 10 L de volumen y se mantiene a 400 °C. ¿Cuál es el número de moles de NH₄Cl formado al alcanzarse el equilibrio?

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

Construyo el cuadro de equilibrio.

	$\text{NH}_4\text{Cl(s)} \rightleftharpoons \text{HCl (g)} + \text{NH}_3 \text{ (g)}$	
Moles iniciales	— —	1 1
Variación de moles	x	$-x -x$
Moles en el equilibrio	x	$1 - x 1 - x$
Concentración en el equilibrio	— —	$\frac{1 - x}{10} \frac{1 - x}{10}$

Calculo el valor de K_c para poder aplicar la ley de acción de masas.

$$K_p = K_c \cdot (R \cdot T)^{\Delta n} \longrightarrow K_c = \frac{K_p}{(R \cdot T)^{\Delta n}} = \frac{16,4}{[(0,082 \cdot (400 + 273))]^{1+1-0}} = 5,385 \cdot 10^{-3}$$

$$K_c = [\text{HCl}] \cdot [\text{NH}_3] = \left(\frac{1 - x}{10}\right) \cdot \left(\frac{1 - x}{10}\right) = \left(\frac{1 - x}{10}\right)^2 \longrightarrow \pm \sqrt{K_c} = \frac{1 - x}{10} \xrightarrow{1 - x > 0} \sqrt{K_c} = \frac{1 - x}{10}$$

$$10\sqrt{K_c} = 1 - x \longrightarrow x = 1 - 10\sqrt{K_c} = 1 - 10\sqrt{5,385 \cdot 10^{-3}} = 0,266$$

La cantidad de moles de cloruro de amonio en el equilibrio es **0,266 mol**.

PROBLEMA 2 (BONUS)

b) En un experimento independiente, se introducen 1 mol de HCl y 1 mol de NH₃ en un matraz de 10 L de volumen y se mantiene a 400 °C. ¿Cuál es el número de moles de NH₄Cl formado al alcanzarse el equilibrio?

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

Se podría haber resuelto el ejercicio de otra forma más *rápida en este caso particular*. Para ello es necesario saber que, en las condiciones dadas en el ejercicio, la presión parcial en el equilibrio será independiente de la cantidad inicial puesta de HCl y NH₃. Esto será verdad, siempre y cuando, **sean iguales las cantidades iniciales de ambos gases y sean suficientes para que se establezca el equilibrio químico**. Si las cantidades iniciales no fueran iguales, tampoco lo serían sus presiones parciales y el resultado obtenido por este método, no sería válido.

Bajo los supuestos comentados anteriormente:

$$P_{\text{HCl}} \cdot V = n_{\text{HCl}} \cdot R \cdot T \longrightarrow n_{\text{HCl}} = \frac{P_{\text{HCl}} \cdot V}{R \cdot T} \longrightarrow 1 - x = \frac{P_{\text{HCl}} \cdot V}{R \cdot T} \longrightarrow x = 1 - \frac{P_{\text{HCl}} \cdot V}{R \cdot T}$$

$$x = 1 - \frac{4,05 \cdot 10}{0,082 \cdot 673} = 0,266 \text{ mol se han formado de cloruro de amonio}$$

La cantidad de moles de cloruro de amonio en el equilibrio es **0,266 mol**.