

EQUILIBRIO QUÍMICO

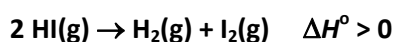
EJERCICIOS DE ENTRENAMIENTO PARA LA XIV OLIMPIADA NACIONAL DE QUÍMICA

Bibliografía recomendada: “Química, La Ciencia Central”, T. L. Brown, H. E. LeMay, Jr., B. Burnsten. Editorial Prentice-Hall Hispanoamericana, México, 9a Edición, 2004. Capítulo 15 (páginas 575 a 603), capítulo 16 (páginas 613 a 644), capítulo 17 (páginas 660 a 671 y 678 a 690) y apéndice D.

Ejercicios recomendados del Brown: capítulo 15 (todos), capítulo 16 (1 a 80) y capítulo 17 (1 a 22 y 35 a 50).

EQUILIBRIO GASEOSO

Las preguntas 1 a 5 están referidas al siguiente sistema:



PROBLEMA 1

Para un sistema homogéneo en el cual están presentes HI, I₂ y H₂ **en equilibrio**, señale cuál de las siguientes afirmaciones es verdadera:

- las concentraciones de reactivos y productos cambian con el tiempo
- la expresión de la constante de equilibrio depende de la estequiometría de la reacción
- la expresión de la constante de equilibrio depende del mecanismo de la reacción
- el valor de la constante de equilibrio depende de la concentración inicial de HI(g)
- ninguna de las opciones anteriores es correcta

PROBLEMA 2

¿Cuál de las siguientes operaciones **NO** afecta la situación de equilibrio?

- disminución de la concentración de reactivo
- disminución de la concentración de productos
- aumento de la temperatura
- aumento de la presión total
- ninguna de las opciones anteriores es correcta

PROBLEMA 3

La expresión de la constante de equilibrio K_p es:

$$\text{a) } K_p = \frac{P_{\text{I}_2} x P_{\text{H}_2}}{P_{\text{HI}}^2}$$

$$\text{b) } K_p = \frac{P_{\text{I}_2} + P_{\text{H}_2}}{P_{\text{HI}}^2}$$

$$\text{c) } K_p = \frac{P_{\text{I}_2} x P_{\text{H}_2}}{(2xP_{\text{HI}})^2}$$

$$\text{d) } K_p = \frac{P_{\text{I}_2} + P_{\text{H}_2}}{2xP_{\text{HI}}}$$

- ninguna de las opciones anteriores es correcta

PROBLEMA 4

En un experimento se coloca una cierta cantidad de HI(g) en un recipiente de 5 L y se deja llegar al equilibrio ($t = 458\text{ }^{\circ}\text{C}$). Se analizan las concentraciones de la **mezcla en equilibrio** y se encuentra que valen: $[\text{H}_2] = [\text{I}_2] = 0,07\text{ M}$ y $[\text{HI}] = 0,49\text{ M}$. La cantidad inicial de HI(g) en moles vale:

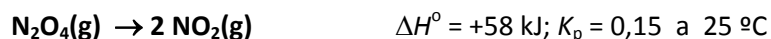
- a) 0,56
- b) 0,63
- c) 2,80
- d) 3,15
- e) ninguna de las opciones anteriores es correcta

PROBLEMA 5

A la **mezcla en equilibrio** se le agregan 5 moles de HI(g) y se deja reaccionar hasta alcanzar una nueva situación de equilibrio. La concentración de HI(g) en el nuevo equilibrio vale:

- a) 1,27
- b) 1,38
- c) 1,40
- d) 1,49
- e) ninguna de las opciones anteriores es correcta

Las preguntas 6 a 14 están referidas a la siguiente reacción en equilibrio:

**PROBLEMA 6**

Señale cuál de las siguientes afirmaciones para el sistema en equilibrio es correcta:

- a) la reacción se da en ambas direcciones pero con distinta velocidad
- b) las concentraciones de reactivos y productos no permanecen constantes en el tiempo, sólo el cociente.
- c) la expresión de la constante de equilibrio depende del mecanismo de la reacción
- d) el valor de la constante de equilibrio es independiente de la cantidad inicial de N_2O_4
- e) ninguna de las opciones anteriores es correcta

PROBLEMA 7

Indique cuál de las siguientes afirmaciones para el sistema en equilibrio es correcta:

- a) si se disminuye la temperatura; el equilibrio se desplazará a la izquierda, aumentando la concentración de N_2O_4
- b) si se añade N_2O_4 ; el equilibrio se desplazará a la izquierda disminuyendo la concentración de NO_2
- c) si se incrementa la presión total por adición de un gas inerte, las presiones parciales disminuyen, el equilibrio se desplazará a la derecha aumentando la concentración de NO_2
- d) si se disminuye el volumen; el equilibrio se desplazará a la derecha aumentando la concentración de NO_2
- e) ninguna de las opciones anteriores es correcta

PROBLEMA 8

¿Cuál de los factores siguientes provocaría que **disminuyese** el valor de la constante de equilibrio?

- a) la eliminación de parte del NO_2
- b) la disminución de la presión total

- c) el aumento de la temperatura
- d) la adición de un catalizador
- e) ninguna de las opciones anteriores es correcta

PROBLEMA 9

La expresión de K_c es:

- a) $K_c = \frac{[NO_2]}{[N_2O_4]}$ b) $K_c = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]}$
- c) $K_c = \frac{2[NO_2]^2}{[N_2O_4]}$ d) $K_c = \frac{[2NO_2]^2}{[N_2O_4]}$

- e) ninguna de las opciones anteriores es correcta

PROBLEMA 10

En un matraz rígido y previamente vaciado se introduce una mezcla gaseosa de N_2O_4 y NO_2 cuyo cociente de reacción Q_p es 0,02. Al establecerse el equilibrio a 25 °C se encuentra que:

- a) disminuyó la presión total
- b) disminuyó la concentración de N_2O_4
- c) disminuyó la concentración de NO_2
- d) no se modificaron las concentraciones
- e) ninguna de las opciones anteriores es correcta

PROBLEMA 11

Conociendo el valor de K_p a 25 °C, calcule K_c a 25 °C para esta reacción

- a) 371,5
- b) 0,006
- c) 0,073
- d) 3,665
- e) ninguna de las opciones anteriores es correcta

PROBLEMA 12

Si K_p a 25 °C vale 0,15 para esta reacción, calcule K_p a 50 °C

- a) 0,02
- b) 0,30
- c) 0,92
- d) 40,4
- e) ninguna de las anteriores opciones es correcta

PROBLEMA 13

Teniendo en cuenta que $S^\circ NO_2 = 240,45 \text{ J/mol K}$, calcule $S^\circ N_2O_4$ en J/mol K

- a) 302
- b) 62
- c) 270
- d) 293
- e) ninguna de las opciones anteriores es correcta

PROBLEMA 14

Una mezcla gaseosa en equilibrio de N_2O_4 y NO_2 a 100°C que contiene $[\text{N}_2\text{O}_4] = 4,010 \text{ M}$ y $[\text{NO}_2] = 0,920 \text{ M}$ en un recipiente de $5,00 \text{ L}$ se comprime, a T constante, hasta llegar a $2,00 \text{ L}$. Se deja el tiempo necesario para que alcance una nueva posición de equilibrio. Las concentraciones en esta nueva situación valen:

- a) $[\text{N}_2\text{O}_4] = 10,03 \text{ M}$ y $[\text{NO}_2] = 2,300 \text{ M}$
- b) $[\text{N}_2\text{O}_4] = 10,43 \text{ M}$ y $[\text{NO}_2] = 1,484 \text{ M}$
- c) $[\text{N}_2\text{O}_4] = 10,02 \text{ M}$ y $[\text{NO}_2] = 1,454 \text{ M}$
- d) $[\text{N}_2\text{O}_4] = 10,82 \text{ M}$ y $[\text{NO}_2] = 0,712 \text{ M}$
- e) ninguna de las anteriores opciones es correcta

Las preguntas 15 a 18 se refieren a la siguiente reacción:

**PROBLEMA 15**

Indique en cuál de las siguientes mezclas iniciales la reacción se dará hacia la formación de reactivos:

- a) $P_{\text{NO}} = 0,15 \text{ atm}$, $P_{\text{Cl}_2} = 0,20 \text{ atm}$, $P_{\text{NOCl}} = 0,03 \text{ atm}$
- b) $P_{\text{NO}} = 0,20 \text{ atm}$, $P_{\text{Cl}_2} = 0,31 \text{ atm}$, $P_{\text{NOCl}} = 0,05 \text{ atm}$
- c) $P_{\text{NO}} = 1,24 \text{ atm}$, $P_{\text{Cl}_2} = 0,62 \text{ atm}$, $P_{\text{NOCl}} = 0,49 \text{ atm}$
- d) $P_{\text{NO}} = 0,15 \text{ atm}$, $P_{\text{Cl}_2} = 0,31 \text{ atm}$, $P_{\text{NOCl}} = 0,11 \text{ atm}$
- e) ninguna de las anteriores opciones es correcta

PROBLEMA 16

K_c a 700 K para la reacción anterior vale:

- a) $4,53 \times 10^{-3}$
- b) $0,26$
- c) $14,9$
- d) $20,7$
- e) ninguna de las opciones anteriores es correcta

PROBLEMA 17

En un experimento se coloca Cl_2 ($P_{\text{Cl}_2} = 0,25 \text{ atm}$) y NOCl ($P_{\text{NOCl}} = 0,68 \text{ atm}$). Cuando se alcanza el equilibrio $P_{\text{total}} = 1,18 \text{ atm}$ y en esa situación las presiones parciales valen:

- a) $P_{\text{NO}} = 0,50 \text{ atm}$, $P_{\text{Cl}_2} = 0,50 \text{ atm}$, $P_{\text{NOCl}} = 0,18 \text{ atm}$
- b) $P_{\text{NO}} = 0,40 \text{ atm}$, $P_{\text{Cl}_2} = 0,16 \text{ atm}$, $P_{\text{NOCl}} = 0,62 \text{ atm}$
- c) $P_{\text{NO}} = 0,48 \text{ atm}$, $P_{\text{Cl}_2} = 0,24 \text{ atm}$, $P_{\text{NOCl}} = 0,48 \text{ atm}$
- d) $P_{\text{NO}} = 0,55 \text{ atm}$, $P_{\text{Cl}_2} = 0,35 \text{ atm}$, $P_{\text{NOCl}} = 0,28 \text{ atm}$
- e) ninguna de las opciones anteriores es correcta

PROBLEMA 18

Si K_p para la reacción a 700 K vale $0,26$, calcule K_p para la reacción a 1000 K

- a) $0,26$
- b) $5,3 \times 10^{-3}$
- c) 13
- d) $0,37$
- e) ninguna de las opciones anteriores es correcta

Las preguntas 19 y 20 se refieren a la siguiente reacción: $\text{CCl}_4(\text{g}) \rightarrow \text{C}(\text{s}) + 2 \text{Cl}_2(\text{g})$

A 700 K, la constante de equilibrio para la reacción vale 0,76.

PROBLEMA 19

Se colocan 100 atm de CCl_4 en un recipiente rígido, P_{CCl_4} al alcanzarse el equilibrio vale:

- a) $P_{\text{CCl}_4} = 95,7 \text{ atm}$
- b) $P_{\text{CCl}_4} = 94,4 \text{ atm}$
- c) $P_{\text{CCl}_4} = 76,0 \text{ atm}$
- d) $P_{\text{CCl}_4} = 72,5 \text{ atm}$
- e) ninguna de las opciones anteriores es correcta

PROBLEMA 20

Se colocan CCl_4 y Cl_2 ($P_{\text{CCl}_4} = 10 \text{ atm}$, $P_{\text{Cl}_2} = 2,5 \text{ atm}$) en un recipiente de 2,00 L a 700 K y se deja alcanzar el equilibrio. La masa (en gramos) de $\text{C}(\text{s})$ formado vale:

- a) 0,05
- b) 1,04
- c) 1,44
- d) 4,18
- e) ninguna de las opciones anteriores es correcta

EQUILIBRIO ÁCIDO-BASE

PROBLEMA 21

Señale cuál de las siguientes afirmaciones es correcta:

- a) Según Bronsted, las bases son sustancias capaces de ceder un protón
- b) Cuanto más débil sea el ácido, más débil será la base conjugada
- c) $\text{H}^+(\text{ac})$ es el donador de protones más débil en solución acuosa
- d) En las soluciones ácidas el pH es mayor que el pOH
- e) ninguna de las opciones anteriores es correcta

PROBLEMA 22

Señale cuál de las siguientes afirmaciones es correcta:

- a) Una solución 0,1 M de un ácido débil tiene pH menor que 1
- b) La constante de disociación básica, K_b , se refiere a la reacción de una base con el agua
- c) Las sales que derivan de base fuerte y ácido débil son ácidas
- d) Las sales que derivan de base débil y ácido débil son siempre neutras
- e) ninguna de las opciones anteriores es correcta

PROBLEMA 23

Una solución acuosa neutra, por definición es aquella en que:

- a) $[\text{H}^+] = 10^{-14}$
- b) $[\text{H}^+] = [\text{OH}^-]$
- c) $[\text{H}^+] = 0$
- d) $[\text{H}^+] = 7 \text{ M}$
- e) ninguna de las opciones anteriores es correcta

Las preguntas 24 y 25 se refieren al ácido láctico $\text{HC}_3\text{H}_5\text{O}_3$ que presenta $K_a = 1,4 \times 10^{-4}$

PROBLEMA 24

El pH de una solución de ácido láctico 2 M vale:

- a) 1,8
- b) 3,6
- c) 10,4
- d) 12,2
- e) ninguna de las opciones anteriores es correcta

PROBLEMA 25

El pH de una solución acuosa de $\text{HC}_3\text{H}_5\text{O}_3$ 2 M y $\text{NaC}_3\text{H}_5\text{O}_3$ 0,5 M vale:

- a) 1,6
- b) 3,3
- c) 4,5
- d) 12,4
- e) ninguna de las opciones anteriores es correcta

Las preguntas 26 a 31 se refieren a la reacción ácido-base del ácido butanoico en solución acuosa a 25 °C: $\text{HC}_4\text{H}_7\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_4\text{H}_7\text{O}_2^- + \text{H}_3\text{O}^+$ ($K_a = 1,5 \times 10^{-5}$)

PROBLEMA 26

Señale cuál de las siguientes afirmaciones es correcta:

- a) el $\text{C}_4\text{H}_7\text{O}_2^-$ actúa como ácido en dicha reacción
- b) el $\text{HC}_4\text{H}_7\text{O}_2$ es la base conjugada del $\text{C}_4\text{H}_7\text{O}_2^-$
- c) el H_2O actúa como base en dicha reacción
- d) el H_3O^+ es la base conjugada del H_2O
- e) ninguna de las opciones anteriores es correcta

PROBLEMA 27

El pH de una solución 2,5 M de $\text{HC}_4\text{H}_7\text{O}_2$ vale:

- a) 0,40
- b) 2,21
- c) 4,43
- d) 9,57
- e) ninguna de las opciones anteriores es correcta

PROBLEMA 28

El pH de una solución 2,5 M de la sal butanoato de sodio ($\text{NaC}_4\text{H}_7\text{O}_2$), vale:

- a) 5,22
- b) 8,79
- c) 9,61
- d) 11,8
- e) ninguna de las opciones anteriores es correcta

PROBLEMA 29

Se mezclan 50 mL de la solución de $\text{HC}_4\text{H}_7\text{O}_2$ 2,5 M y 100 mL de la solución de $\text{NaC}_4\text{H}_7\text{O}_2$ 2,5 M. Una vez establecido el equilibrio, el pH de dicha solución amortiguadora vale:

- a) 4,82
- b) 5,12
- c) 7,14

- d) 12,3
 e) ninguna de las opciones anteriores es correcta
 NOTA: considerar volúmenes aditivos.

PROBLEMA 30

La constante de disociación básica (K_b) para el amoníaco es la constante de equilibrio de la reacción:

- a) $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$
 b) $\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_3 + \text{H}_3\text{O}^+$
 c) $\text{NH}_3 + \text{OH}^- \rightarrow \text{NH}_2^- + \text{H}_2\text{O}$
 d) $\text{NH}_2^- + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_3 + \text{OH}^-$
 e) ninguna de las opciones anteriores es correcta

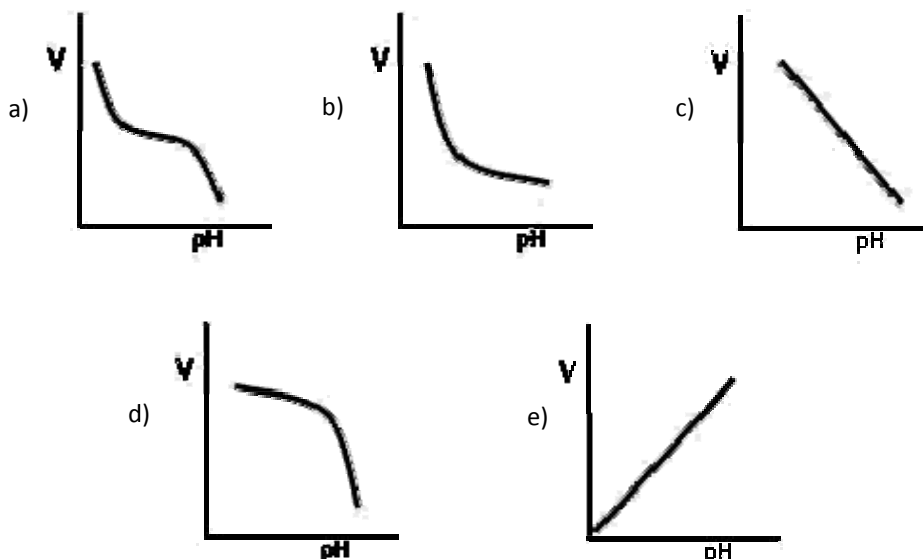
PROBLEMA 31

El pH de una solución de amoníaco 0,1 M ($K_b[\text{NH}_3] = 1,8 \times 10^{-5}$) vale:

- a) 2,9
 b) 5,7
 c) 8,3
 d) 11,1
 e) ninguna de las opciones anteriores es correcta

PROBLEMA 32

¿Cuál de los siguientes gráficos representa mejor la relación entre el volumen de ácido añadido a un cierto volumen de álcali y el pH de la disolución resultante?



EQUILIBRIO DE PRECIPITACIÓN**PROBLEMA 33**

Las sales AX , BY_2 y CZ_3 tienen una solubilidad molar en agua de $1,1 \times 10^{-5} M$, a $25^\circ C$. Indique cuál de las siguientes afirmaciones es correcta:

- a) el producto de solubilidad (K_{ps}) de las tres sales a $25^\circ C$ tiene el mismo valor
- b) la solubilidad molar de las tres sales a $50^\circ C$ es necesariamente la misma
- c) la sal CZ_3 es la que tiene el mayor producto de solubilidad (K_{ps}) a $25^\circ C$
- d) la sal AX es la que tiene el mayor producto de solubilidad (K_{ps}) a $25^\circ C$
- e) ninguna de las opciones anteriores es correcta

PROBLEMA 34

Para una sal del tipo CA_2 , la expresión de K_{ps} es:

- a) $[C^{2+}] \times [A^-]$
- b) $[C^{2+}] \times 2[A^-]$
- c) $[C^{2+}] \times [A^-]^2$
- d) $[C^{2+}] \times [2A^-]^2$
- e) ninguna de las opciones anteriores es correcta

PROBLEMA 35

Del conjunto de sales dado, la más insoluble en agua es:

- a) $Mn(OH)_2$
- b) $AgCl$
- c) $PbCl_2$
- d) CrF_3
- e) es imposible determinarlo con los datos proporcionados

DATOS:

Compuesto	$Mn(OH)_2$	$AgCl$	$PbCl_2$	CrF_3
K_{ps}	$1,9 \times 10^{-13}$	$1,8 \times 10^{-10}$	$1,6 \times 10^{-5}$	$6,6 \times 10^{-11}$

Las preguntas 36 y 37 se refieren al proceso de disolución de Ag_2SO_4 . ($K_{ps} Ag_2SO_4 = 1,4 \times 10^{-5}$)

PROBLEMA 36

La solubilidad molar del Ag_2SO_4 en agua es:

- a) $3,70 \times 10^{-3}$
- b) $15,2 \times 10^{-3}$
- c) $24,1 \times 10^{-3}$
- d) $34,5 \times 10^{-3}$
- e) ninguna de las opciones anteriores es correcta

PROBLEMA 37

La solubilidad molar del Ag_2SO_4 en Na_2SO_4 1 M es:

- a) $1,4 \times 10^{-4}$
- b) $4,2 \times 10^{-3}$
- c) $1,9 \times 10^{-3}$
- d) 12×10^{-3}
- e) ninguna de las opciones anteriores es correcta

PROBLEMA 38

La solubilidad molar del Ag_2SO_4 en AgNO_3 0,1 M es:

- a) $1,4 \times 10^{-4}$
- b) $3,5 \times 10^{-4}$
- c) $7,1 \times 10^{-4}$
- d) $1,4 \times 10^{-3}$
- e) ninguna de las opciones anteriores es correcta

Las preguntas 39 a 41 están referidas a la disolución del sulfato de plomo

PROBLEMA 39

El PbSO_4 es una sal poco soluble. La expresión de su K_{ps} es:

- a) $K_{ps} = \frac{[\text{Pb}^{2+}] \times [\text{SO}_4^{2-}]}{[\text{PbSO}_4]}$
- b) $K_{ps} = [\text{Pb}^{2+}]^2 \times [\text{SO}_4^{2-}]^2$
- c) $K_{ps} = [\text{Pb}^{2+}] \times [\text{SO}_4^{2-}]$
- d) $K_{ps} = \frac{[\text{Pb}^{2+}]}{[\text{SO}_4^{2-}]}$

e) Ninguna de las opciones anteriores es correcta

PROBLEMA 40

La máxima cantidad de PbSO_4 (PF = 303,3) que se disuelve en 185 mL de agua pura a 25 °C, es $7,1 \times 10^{-3}$ g, por lo que su K_{ps} vale:

- a) $2,3 \times 10^{-5}$
- b) $1,6 \times 10^{-8}$
- c) $5,5 \times 10^{-10}$
- d) $1,3 \times 10^{-4}$
- e) Ninguna de las opciones anteriores es correcta

PROBLEMA 41

Al adicionar 10 g de $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ (PF = 331,2) a 40 mL de una solución de Na_2SO_4 0,04 M, se verifica que:

- a) Precipita 0,48 g de PbSO_4
- b) Precipita 8,61 g de PbSO_4
- c) No precipita PbSO_4 , pero la solución queda saturada
- d) No precipita PbSO_4 y ni siquiera queda saturada la solución
- e) Ninguna de las opciones anteriores es correcta