QUÍMICA 2º BACHILLERATO

HOJA Nº 9

EQUILIBRIO QUÍMICO

1.-/ A 450 ºC las presiones parciales de H_2 , I_2 e HI en equilibrio, son, respectivamente 0,1095 atm, 0,1095 atm y 0,7810 atm. Determine la K_p y la K_c del proceso:

$$H_2\,(g) + I_2\,(g) \rightleftharpoons 2\,HI\,(g)$$

2.-/ A 400 ºC una mezcla gaseosa de H_2, I_2 e HI en equilibrio contiene 0,0031 moles de H_2, 0,0031 moles de I_2 y 0,0239 moles de HI por litro. Calcule:

a) La constante de equilibrio, K_c.
b) La presión total de la mezcla.
c) La presión parcial de cada componente en el equilibrio.
d) La constante de equilibrio, K_p.

3.-/ En un matraz de 1 litro de capacidad se colocan 6 g de PCl_5 sólido. Se hace el vacío, se cierra el matraz y se calienta a 250 ºC. El PCl_5 pasa al estado de vapor y se disocia parcialmente en PCl_3 y Cl_2, siendo la presión total del sistema de 2,078 atm. Halle:

a) El grado de disociación, α.
b) La K_p a dicha temperatura.

Datos: Masas atómicas relativas: P = 31; Cl = 35,5.

4.-/ Si un mol de hidrógeno y un mol de yodo contenidos en una vasija de 1 litro, alcanzan el equilibrio a 458 ºC. ¿Cuál será la concentración de cada sustancia en el equilibrio, si la K_c del proceso a esa temperatura vale 48,9?

5.-/ La ecuación de disociación del tetraóxido de dinitrógeno es: $N_2O_4\,(g) \rightleftharpoons 2\,NO_2\,(g)$. Tomamos 1,59 g de N_2O_4 en un matraz de 500 mL a 25 ºC, y la presión del sistema es de 1 atm. Calcule:

a) El grado de disociación.
b) La presión parcial de cada componente.
c) La K_p.
d) La K_c.

Datos: Masas atómicas relativas: N = 14; O = 16.

6.-/ Se introducen en un recipiente de 250 cm^3 de capacidad, 0,5 moles de hidrógeno, 1 mol de yodo y 0,75 moles de yoduro de hidrógeno. Calcúlese la concentración de cada especie una vez alcanzado el equilibrio a 435 ºC, si la K_c a esa temperatura vale 45,9.

7.-/ La constante de equilibrio, K_p en el sistema $CO\,(g) + H_2O\,(g) \rightleftharpoons CO_2\,(g) + H_2\,(g)$, vale 0,63 a la temperatura de 986 ºC. Cuando se mezclan 3 moles de CO con 1 mol de vapor de agua, a la presión total de 2 atm, se desea conocer:

a) Los moles de cada componente en el equilibrio.
b) Las presiones parciales de cada componente en la mezcla gaseosa en equilibrio.

8.-/ Calcular la concentración de cada especie en el equilibrio $H_2\,(g) + I_2\,(g) \rightleftharpoons 2\,HI\,(g)$, en los siguientes casos:

a) Partimos inicialmente de las siguientes concentraciones: 1 M de hidrógeno, 2 M de yodo y 3 M de HI, siendo la K_c en condiciones estándar de 45,9.
b) Partimos de una concentración 2 molar de HI en las mismas condiciones de temperatura.

9.-/ A 49,8 ºC y presión de 1 atm, el tetraóxido de dinitrógeno se disocia en un 40 % en dióxido de nitrógeno. Calcule:

a) Las constantes de equilibrio K_p y K_c.

b) El grado de disociación, α, del N_2O_4 a la misma temperatura, pero a la presión de 10 atm.

10.-/ Dado el equilibrio de disociación del pentacloruro de fósforo:

$$PCl_5\ (g) \rightleftharpoons PCl_3\ (g) + Cl_2\ (g)$$, en el que conocemos:

$\Delta H_f^o\ [PCl_5\ (g)] = -397{,}5$ kJ/mol

$\Delta H_f^o\ [PCl_3\ (g)] = -305{,}0$ kJ/mol.

Explique, razonando la respuesta, el efecto que produce en este equilibrio:

a) Un aumento de la presión.

b) Un aumento de la temperatura.

c) Un aumento de la concentración de PCl_5.

d) Una disminución de temperatura.

e) Retirar el PCl_3 a medida que se produce.

f) Un aumento en la concentración de Cl_2.

11.-/ A 2000 ºC y 1 atm de presión total el dióxido de carbono se descompone en un 60 % de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$2\ CO_2\ (g) \rightleftharpoons 2\ CO\ (g) + O_2\ (g), \quad \Delta H > 0$$

a) Calcule la constante de equilibrio K_p a 2273 K.

b) Explique, razonadamente, qué efecto tendría en el equilibrio un aumento de la temperatura.

c) ¿Y una disminución de la presión?

12.-/ Para el equilibrio $I_2\ (g) + H_2\ (g) \rightleftharpoons 2\ HI\ (g)$, la constante K_c, a 400 ºC, vale 64. Calcule los gramos de HI que se formarán cuando en un recipiente cerrado se mezclan 2 moles de yodo con dos moles de hidrógeno y se deja alcanzar el equilibrio a esa temperatura.

Datos: Masas atómicas relativas: H = 1; I = 127.

13.-/ Razone el efecto que sobre el equilibrio:

$$CH_4\ (g) + 2\ O_2\ (g) \rightleftharpoons CO_2\ (g) + 2\ H_2O\ (l), \quad \Delta H < 0$$ tiene:

a) Una disminución de la temperatura.

b) Un aumento de la presión total.

c) Una disminución de la presión parcial de oxígeno.

d) El empleo de un catalizador.

14.-/ En un recipiente de 2 litros se introduce una cierta cantidad de $NaHCO_3$, se extrae el aire existente en el mismo, se cierra y se calienta a 400 ºC produciéndose la reacción de descomposición siguiente:

$$2\ NaHCO_3\ (s) \rightleftharpoons Na_2CO_3\ (s) + CO_2\ (g) + H_2O\ (g)$$

Una vez alcanzado el equilibrio, la presión dentro del recipiente es de 0,962 atm. Calcule:

a) La constante de equilibrio K_p de esa reacción.

b) La cantidad de $NaHCO_3$ que se ha descompuesto expresada en moles y en gramos.

Datos: Masas atómicas relativas: H = 1; C = 12; O = 16; Na = 23.

15.-/ Para el equilibrio: I_2 (g) + H_2 (g) $\rightleftharpoons$ 2 HI (g), la constante de equilibrio K_c es 54,8 a la temperatura de 425 ºC.

Calcule:

a) Las concentraciones de todas las especies en el equilibrio si se calientan, a la citada temperatura, 0,60 moles de HI y 0,10 moles de H_2 en un recipiente de un litro de capacidad.

b) El porcentaje de disociación.

16.-/ En la tabla adjunta se recogen los valores, a distintas temperaturas, de la constante del equilibrio químico: 2 SO_3 (g) $\rightleftharpoons$ 2 SO_2 (g) + O_2 (g)

T (K)	298	400	600	800	1000
K_p	$2{,}82\cdot10^{-25}$	$1{,}78\cdot10^{-16}$	$1{,}98\cdot10^{-8}$	$1{,}29\cdot10^{-3}$	$2{,}64\cdot10^{-1}$

a) Justifique si la reacción anterior es endotérmica o exotérmica.

b) Explique cómo afecta al equilibrio un aumento de la presión, manteniendo constante la temperatura.

c) Calcule, a 298 K, la constante K_p del equilibrio:

2 SO_2 (g) + O_2 (g) $\rightleftharpoons$ 2 SO_3 (g)

17.-/ A 613 K, el valor de K_c para la reacción:

Fe_2O_3 (s) + 3 H_2 (g) $\rightleftharpoons$ 2 Fe (s) + 3 H_2O (g) es de 0,064. Si en el equilibrio anterior, la presión parcial de hidrógeno es de 1 atm, calcule:

a) La concentración de hidrógeno.

b) La presión total.

18.-/ Suponga el siguiente sistema en equilibrio:

UO_2 (s) + 4 HF (g) $\rightleftharpoons$ UF_4 (g) + 2 H_2O (g)

Explique, razonando su respuesta, hacia dónde se desplaza el equilibrio cuando:

a) Se adiciona UO_2 (s) al sistema.

b) Se elimina HF (g).

19.-/ A 523 K las concentraciones de PCl_5, PCl_3 y Cl_2 en equilibrio para la reacción:

PCl_5 (g) $\rightleftharpoons$ PCl_3 (g) + Cl_2 (g), son 0,809 M; 0,190 M y 0,190 M, respectivamente.

Calcule a esa temperatura:

a) Las presiones parciales de las tres especies en el equilibrio.

b) La constante K_p de la reacción.

20.-/ En un recipiente se introduce una cierta cantidad de $SbCl_5$ y se calienta a 182 ºC, alcanzando la presión de una atmósfera y estableciéndose el equilibrio:

$SbCl_5$ (g) $\rightleftharpoons$ $SbCl_3$ (g) + Cl_2 (g). Sabiendo que en las condiciones anteriores el $SbCl_5$ se disocia en un 29,2 %. Calcule:

a) Las constantes de equilibrio K_p y K_c.

b) La presión total necesaria para que, a esa temperatura, el $SbCl_5$ se disocie un 60 %.

21.-/ A 600 K y a la presión de una atmósfera, el pentacloruro de fósforo se disocia un 40 % según la reacción: PCl_5 (g) $\rightleftharpoons$ PCl_3 (g) + Cl_2 (g). Calcule:

a) K_p y K_c a esa temperatura.

b) El grado de disociación a 4 atmósferas de presión.

22.-/ En un matraz de un litro de capacidad se introducen 0,387 moles de nitrógeno y 0,642 moles de hidrógeno, se calienta a 800 K y se establece el equilibrio: N_2 (g) + 3 H_2 (g) $\rightleftharpoons$ 2 NH_3 (g), encontrándose que se han formado 0,06 moles de amoníaco. Calcule:

a) La composición de la mezcla gaseosa en el equilibrio.
b) K_c y K_p a la citada temperatura.

23.-/ A partir de la composición de mezclas gaseosas de I_2 e H_2 a diferentes temperaturas se han obtenido los siguientes valores de K_p para la reacción: H_2 (g) + I_2 (g) $\rightleftharpoons$ 2 HI (g)

T (ºC)	340	360	380	400	420	440	460	480
K_p	70,8	66,0	61,9	57,7	53,7	50,5	48,8	43,8

a) Calcule K_c a 400 ºC.
b) Justifique por qué esta reacción es exotérmica.
c) ¿Variará K_p si se altera la concentración de H_2? Razone la respuesta.

24.-/ Las especies químicas NO, O_2 y NO_2 se encuentran en equilibrio gaseosos a una determinada temperatura, según la siguiente reacción: 2 NO (g) + O_2 (g) $\rightleftharpoons$ 2 NO_2 (g) $\Delta H < 0$.

Justifique en qué sentido se desplazará el equilibrio cuando:

a) Se eleva la temperatura.
b) Se retira parte del O_2.
c) Se añade un catalizador.

25.-/ Se añade un número igual de moles de CO y H_2O a un recipiente cerrado de 5 L que se encuentra a 327 ºC, estableciéndose el siguiente equilibrio:

$$CO\ (g) + H_2O\ (g) \rightleftharpoons CO_2\ (g) + H_2\ (g).$$

Una vez alcanzado éste, se encuentra que la concentración de CO_2 es 4,6 M y el valor de K_c es 302.

a) ¿Cuáles son las concentraciones de CO, H_2 y H_2O en el equilibrio?
b) Calcule la presión total del sistema en equilibrio.

26.-/ El tetraóxido de dinitrógeno se disocia a 27 ºC según la reacción: N_2O_4 (g) $\rightleftharpoons$ 2 NO_2 (g).
En un recipiente de un litro de capacidad se introducen 15 g de N_2O_4 y una vez alcanzado el equilibrio la presión total es 4,46 atm. Calcule:

a) El grado de disociación y K_p.
b) La presión parcial del N_2O_4 y del NO_2 así como K_c.

Datos: Masas atómicas relativas: N = 14; O = 16.

27.-/ Para la reacción: $SbCl_5$ (g) $\rightleftharpoons$ $SbCl_3$ (g) + Cl_2 (g) K_p, a la temperatura de 182 ºC, vale $9{,}32 \cdot 10^{-2}$. En un recipiente de 0,40 litros se introducen 0,2 moles de pentacloruro y se eleva la temperatura a 182 ºC hasta que se establece el equilibrio anterior. Calcule:

a) La concentración de las especies presentes en el equilibrio.
b) La presión de la mezcla gaseosa.

28.-/ La constante K_c, para la reacción siguiente vale 0,016 a 800 K: 2 HI (g) $\rightleftharpoons$ H_2 (g) + I_2 (g).
En una mezcla en equilibrio a 800 K, calcule:

a) La concentración de HI, cuando las de H_2 e I_2 sean iguales, si la presión del sistema es de una atmósfera.
b) Las concentraciones de los componentes si se duplica la presión del sistema.

29.-/ Para la reacción: SnO_2 (s) + 2 H_2 (g) $\rightleftharpoons$ 2 H_2O (g) + Sn (s), el valor de K_p a la temperatura de 627 ºC es 1,5 y a 727 ºC es 10,0. Conteste razonadamente, si para conseguir un mayor consumo de SnO_2 deberán emplearse:

a) Temperaturas elevadas.
b) Altas presiones.
c) Un catalizador.

30.-/ En el proceso en equilibrio: CO (g) + 2 H_2 (g) $\rightleftharpoons$ CH_3OH (l), $\Delta H > 0$, cuál o cuáles de los siguientes factores aumentaría el rendimiento en la producción de metanol:

a) Adición de un catalizador.
b) Disminución de la concentración de hidrógeno.
c) Aumento de la temperatura.

31.-/ Para la reacción: PCl_5 (g) $\rightleftharpoons$ PCl_3 (g) + Cl_2 (g), el valor de K_c a 360 ºC es 0,58. En un recipiente de 25 litros se introducen 2 moles de Cl_2, 1,5 moles de PCl_3 y 0,15 moles de PCl_5.

a) Calcule la concentración de todas las especies en el equilibrio.
b) Calcule las presiones parciales de cada una de las especies en el equilibrio.

32.-/ Dado el equilibrio: H_2 (g) + I_2 (g) $\rightleftharpoons$ 2 HI (g), $\Delta H > 0$. Justifique la veracidad o falsedad de las siguientes afirmaciones:

a) Al aumentar la concentración de hidrógeno el equilibrio no se desplaza porque no puede variar la constante de equilibrio.
b) Al aumentar la presión total el equilibrio se desplaza a la izquierda.
c) Al aumentar la temperatura el equilibrio no se modifica.

33.-/ En un matraz de un litro de capacidad en el que se ha hecho el vacío, se introducen 0,0724 moles de N_2O_4 y se calienta a 35 ºC. Parte del N_2O_4 se disocia en NO_2:

$$N_2O_4 \text{ (g)} \rightleftharpoons 2\ NO_2 \text{ (g)}.$$

Cuando se alcanza el equilibrio la presión total es de 2,17 atm. Calcule:

a) El grado de disociación del N_2O_4.
b) La presión parcial del NO_2 en el equilibrio y el valor de K_c.

34.-/ En un matraz de 2 litros se introducen 12 gramos de pentacloruro de fósforo y se calienta hasta 300 ºC. Al establecerse el equilibrio de disociación: PCl_5 (g) $\rightleftharpoons$ PCl_3 (g) + Cl_2 (g) la presión total de la mezcla es de 2,12 atm.

a) ¿Cuánto vale el grado de disociación en las condiciones señaladas?
b) ¿Cuál el valor de K_p a esa temperatura?

<u>Datos</u>: Masas atómicas relativas: P = 31; Cl = 35,5.

35.-/ En una vasija que tiene una capacidad de 3 litros se hace el vacío y se introducen 0,5 gramos de H_2 y 30 gramos de I_2. Se eleva la temperatura a 500 ºC, estableciéndose el siguiente equilibrio:

I_2 (g) + H_2 (g) $\rightleftharpoons$ 2 HI (g), para el que K_c vale 50. Calcule:

a) Moles de HI que se han formado.
b) Moles de I_2 (g) presentes en el equilibrio.

<u>Datos</u>: Masas atómicas relativas: H = 1; I = 127.

36.-/ Para la reacción en equilibrio:

CH_3COOH (l) + CH_3CH_2OH (l) $\rightleftharpoons$ $CH_3COOCH_2CH_3$ (l) + H_2O (l), el valor de la constante K_c a 25 ºC, es 4. Calcule:

a) La masa de ácido acético que se debe mezclar con 150 g de etanol para obtener 90 g de acetato de etilo.

b) ¿Cuántos moles de etanol reaccionarán con un mol de ácido acético para obtener acetato de etilo, si el rendimiento es del 75 %?

Datos: Masas atómicas relativas: H = 1; C = 12; O = 16.

37.-/ En el equilibrio C (s) + O_2 (g) $\rightleftharpoons$ CO_2 (g):

a) Escriba las expresiones de K_c y K_p.

b) Establezca la relación entre ambas.

38.-/ A la temperatura de 650 K, la deshidrogenación del propan-2-ol para producir propanona, según la reacción: $CH_3CHOHCH_3$ (g) $\rightleftharpoons$ CH_3COCH_3 (g) + H_2 (g) es una reacción endotérmica. Indique, razonadamente, si la constante de equilibrio de esta reacción:

a) Aumenta al elevar la temperatura.

b) Aumenta cuando se utiliza un catalizador.

c) Aumenta al elevar la presión total, manteniendo constante la temperatura.

39.-/ En un matraz de un litro, a 440 ºC, se introducen 0,03 moles de yoduro de hidrógeno y se cierra, estableciéndose el equilibrio: 2 HI (g) $\rightleftharpoons$ I_2 (g) + H_2 (g). En estas condiciones la fracción molar del HI en la mezcla es 0,80. Calcule:

a) Las concentraciones de cada gas y K_c.

b) La presión parcial de cada gas y K_p.

40.-/ La siguiente tabla presenta la variación de la constante de equilibrio con la temperatura para la síntesis del amoniaco según la reacción: N_2 (g) + 3 H_2 (g) $\rightleftharpoons$ 2 NH_3 (g)

Temperatura (ºC)	25	200	300	400	500
K_c	$6\cdot10^{5}$	0,65	0,011	$6{,}2\cdot10^{-4}$	$7{,}4\cdot10^{-5}$

Indique, razonadamente, si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas:

a) La reacción directa es endotérmica.

b) Un aumento de la presión sobre el sistema en equilibrio favorece la obtención de amoniaco.

41.-/ En un recipiente de 10 litros se introducen 2 moles de compuesto **A** y 1 mol del compuesto **B**. Se calienta a 573 K y se establece el siguiente equilibrio:

A (g) + 3 **B** (g) $\rightleftharpoons$ 2 **C** (g)

Sabiendo que cuando se alcanza el equilibrio el número de moles de **B** es igual al de **C**. Calcule:

a) Las concentraciones de **A**, **B** y **C** en el equilibrio.

b) El valor de las constantes de equilibrio K_c y K_p a esa temperatura.

42.-/ A 200 ºC y 2 atm el PCl_5 se encuentra disociado en un 50 %, según el siguiente equilibrio:

PCl_5 (g) $\rightleftharpoons$ PCl_3 (g) + Cl_2 (g). Calcule:

a) La presión parcial de cada gas en el equilibrio.

b) Las constantes K_c y K_p a esa temperatura.

43.-/ Dado el equilibrio: $H_2O\ (g) + C\ (s) \rightleftharpoons CO\ (g) + H_2\ (g)$ $\Delta H > 0$
Señale, razonadamente, cuál de las siguientes medidas produce un aumento de la concentración de monóxido de carbono:

a) Elevar la temperatura.
b) Retirar vapor de agua de la mezcla en el equilibrio.
c) Introducir H_2 en la mezcla en equilibrio.

44.-/ Se introduce una mezcla de 0,5 moles de H_2 y 0,5 moles de I_2 en un recipiente de 1 litro y se calienta a la temperatura de 430 ºC. Calcule:

a) Las concentraciones de H_2, I_2 y HI en el equilibrio, sabiendo que, a esa temperatura, la constante de equilibrio K_c es 54,3 para la reacción: $H_2\ (g) + I_2\ (g) \rightleftharpoons 2\ HI\ (g)$
b) El valor de la constante K_p a la misma temperatura.

45.-/ En un recipiente de 2 litros que se encuentra a 25 ºC, se introducen 0,5 gramos de N_2O_4 en estado gaseoso y se produce la reacción: $N_2O_4\ (g) \rightleftharpoons 2\ NO_2\ (g)$. Calcule:

a) La presión parcial ejercida por el N_2O_4 en el equilibrio.
b) El grado de disociación del mismo.

Datos: $K_p = 0{,}114$; Masas atómicas relativas: N = 14; O = 16.

46.-/ Para el siguiente equilibrio: $PCl_5\ (g) \rightleftharpoons PCl_3\ (g) + Cl_2\ (g)$ $\Delta H > 0$
Indique, razonadamente, el sentido en que se desplaza el equilibrio cuando:

a) Se agrega cloro gaseoso a la mezcla en equilibrio.
b) Se aumenta la temperatura.
c) Se aumenta la presión del sistema.

47.-/ Al calentar bicarbonato de sodio, $NaHCO_3$, en un recipiente cerrado se establece el equilibrio:

$$2\ NaHCO_3\ (s) \rightleftharpoons Na_2CO_3\ (s) + H_2O\ (g) + CO_2\ (g)$$

Indique, razonadamente, cómo se afectaría la posición del equilibrio si permaneciendo constante la temperatura:

a) Se retira CO_2 del sistema.
b) Se adiciona H_2O al sistema.
c) Se retira parte de $NaHCO_3$ del sistema.

48.-/ En la reacción: $Br_2\ (g) \rightleftharpoons 2\ Br\ (g)$, la constante de equilibrio K_c, a 1200 ºC, vale $1{,}04 \cdot 10^{-3}$.

a) Si la concentración inicial de bromo molecular es 1 M, calcule la concentración de bromo atómico en el equilibrio.
b) ¿Cuál es el grado de disociación del Br_2?

49.-/ Para la reacción: $2\ NO\ (g) \rightleftharpoons N_2\ (g) + O_2\ (g)$ $\Delta H^o = -182$ kJ.
Indique razonadamente si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas.

a) La constante de equilibrio aumenta al adicionar NO.
b) Una disminución de temperatura favorece la obtención de N_2 y O_2.

50.-/ En un recipiente de 1 L, a 2000 K, se introduce $6{,}1 \cdot 10^{-3}$ moles de CO_2 y una cierta cantidad de H_2, produciéndose la reacción: $H_2\ (g) + CO_2\ (g) \rightleftharpoons H_2O\ (g) + CO\ (g)$.
Si cuando se alcanza el equilibrio, la presión total es de 6 atm y la $K_c = 4{,}4$, calcule:

a) Los moles iniciales de H_2.
b) Los moles en el equilibrio de todas las especies químicas presentes.

51.-/ Al calentar PCl_5 (g) a 250 ºC, en un reactor de 1 litro de capacidad, se descompone según:

$$PCl_5\ (g) \rightleftharpoons PCl_3\ (g) + Cl_2\ (g).$$

Si una vez alcanzado el equilibrio, el grado de disociación es 0,8 y la presión total es 1 atm, calcule:

a) El número de moles de PCl_5 iniciales.
b) La constante K_p a esa temperatura.

52.-/ En un matraz vacío se introducen igual número de moles de H_2 y N_2 que reaccionan según la ecuación: $N_2\ (g) + 3\ H_2\ (g) \rightleftharpoons 2\ NH_3\ (g)$. Justifique si, una vez alcanzado el equilibrio, las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas:

a) Hay doble número de moles de amoniaco de los que había inicialmente de N_2.
b) La presión parcial de nitrógeno será mayor que la presión parcial de hidrógeno.
c) La presión total será igual a la presión de amoniaco elevada al cuadrado.

53.-/ El NO_2 y el SO_2 reaccionan según la ecuación:

$$NO_2\ (g) + SO_2\ (g) \rightleftharpoons NO\ (g) + SO_3\ (g)$$

Una vez alcanzado el equilibrio, la composición de la mezcla contenida en un recipiente de 1 litro de capacidad es: 0,6 moles de SO_3, 0,4 moles de NO, 0,1 moles de NO_2 y 0,8 moles de SO_2. Calcule:

a) El valor de K_p, en esas condiciones de equilibrio.
b) La cantidad en moles de NO que habría que añadir al recipiente, en las mismas condiciones, para que la cantidad de NO_2 fuera 0,3 moles.

54.-/ Dado el siguiente sistema en equilibrio: $SO_2\ (g) + \frac{1}{2}\ O_2\ (g) \rightleftharpoons SO_3\ (g)$ $\Delta H = -197{,}6$ kJ.

a) Explique tres formas de favorecer la formación de SO_3 (g).
b) Deduzca la relación entre las constantes K_c y K_p, para esta reacción.

55.-/ A 1000 K se establece el siguiente equilibrio: $I_2\ (g) \rightleftharpoons 2\ I\ (g)$

Sabiendo que cuando la concentración inicial de I_2 es 0,02 M, su grado de disociación es 2,14 %, calcule:

a) El valor de K_c a esa temperatura.
b) El grado de disociación del I_2, cuando su concentración inicial es $5 \cdot 10^{-4}$ M.

56.-/ A 670 K, un recipiente de un litro contiene una mezcla gaseosa en equilibrio de 0,003 moles de hidrógeno, 0,003 moles de yodo y 0,024 moles de yoduro de hidrógeno, según:

$H_2\ (g) + I_2\ (g) \rightleftharpoons 2\ HI\ (g)$. En estas condiciones, calcule:

a) El Valor de K_c y K_p.
b) La presión total en el recipiente y las presiones parciales de los gases de la mezcla.

57.-/ Considérese el siguiente sistema en equilibrio:

$$2\ NO\ (g) \rightleftharpoons N_2\ (g) + O_2\ (g) \qquad \Delta H^o = -182\ kJ.$$

Justifique la veracidad o falsedad de las siguientes afirmaciones:

a) La constante de equilibrio, K_c, aumenta al añadir NO.
b) K_c aumenta con la temperatura.
c) Una disminución de temperatura favorece la formación de N_2 (g) y O_2 (g).

58.-/ En un recipiente de 10 litros de capacidad se introducen 2 moles del compuesto **A** y un mol del compuesto **B**. Se calienta a 300 ºC y se establece el siguiente equilibrio:

$$\mathbf{A}\ (g) + 3\ \mathbf{B}\ (g) \rightleftharpoons 2\ \mathbf{C}\ (g)$$

Cuando se alcanza el equilibrio, el número de moles de **B** es igual al de **C**. Calcule:

a) El número de moles de cada componente de la mezcla.
b) El valor de las constantes K_c y K_p a esa temperatura.

59.-/ En un recipiente de 1 litro de capacidad, en el que previamente se ha hecho el vacío, se introducen 6 g de PCl_5. Se calienta a 250 ºC y se establece el siguiente equilibrio:

$$PCl_5\ (g) \rightleftharpoons PCl_3\ (g) + Cl_2\ (g).$$

Si la presión total en el equilibrio es 2 atmósferas, calcule:

a) El grado de disociación del PCl_5.

b) El valor de la constante K_p a esa temperatura.

Datos: Masas atómicas relativas: P = 31; Cl = 35,5.

60.-/ Considere el siguiente sistema en equilibrio:

$$CO_2\ (g) + C\ (s) \rightleftharpoons 2\ CO\ (g)$$

a) Escriba las expresiones de las constantes K_c y K_p.

b) Establezca la relación entre ambas constantes de equilibrio.

61.-/ Considérese el siguiente sistema en equilibrio: $MX_5\ (g) \rightleftharpoons MX_3\ (g) + X_2\ (g)$.
A 200 ºC la constante de equilibrio K_c vale 0,022. En un momento dado las concentraciones de las sustancias presentes son: $[MX_5] = 0{,}04$ M, $[MX_3] = 0{,}40$ M y $[X_2] = 0{,}20$ M.

a) Razone si, en esas condiciones, el sistema está en equilibrio. En el caso en que no estuviera en equilibrio, ¿cómo evolucionaría para alcanzarlo?

b) Discuta cómo afectaría un cambio de presión en el sistema en equilibrio.

62.-/ Para el sistema: $SnO_2\ (s) + 2\ H_2\ (g) \rightleftharpoons 2\ H_2O\ (g) + Sn\ (s)$, el valor de la constante K_p es 1,5 a 900 K y 10 a 1100 K. Razone si para conseguir una mayor producción de estaño deberá:

a) Aumentar la temperatura.

b) Aumentar la presión.

c) Añadir un catalizador.

63.-/ Considere el siguiente sistema en equilibrio: $SO_3\ (g) \rightleftharpoons SO_2\ (g) + \frac{1}{2}\ O_2\ (g)$ $\Delta H > 0$
Justifique la veracidad o falsedad de las siguientes afirmaciones:

a) Al aumentar la concentración de oxígeno el equilibrio no se desplaza, porque no puede variar la constante de equilibrio.

b) Un aumento de la presión total provoca el desplazamiento del equilibrio hacia la izquierda.

c) Al aumentar la temperatura el equilibrio no se modifica.

64.-/ Un recipiente de un litro de capacidad a 35 ºC, contiene una mezcla gaseosa en equilibrio de 1,251 g de NO_2 y 5,382 g de N_2O_4, según: $2\ NO_2\ (g) \rightleftharpoons N_2O_4\ (g)$. Calcule:

a) Los valores de las constantes K_c y K_p a esa temperatura.

b) Las presiones parciales de cada gas y la presión total en el equilibrio.

Datos: $R = 0{,}082\ atm \cdot L \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1}$. Masas atómicas relativas: N = 14; O = 16.

65.-/ En un matraz, en el que se ha practicado parcialmente el vacío, se introduce cierta cantidad de $NaHCO_3$ y se calienta a 100º C. Sabiendo que la presión en el equilibrio es 0,962 atm, calcule:

a) La constante K_p para la descomposición del $NaHCO_3$, a esa temperatura, según:

$$2\ NaHCO_3\ (s) \rightleftharpoons Na_2CO_3\ (s) + H_2O\ (g) + CO_2\ (g)$$

b) La cantidad de $NaHCO_3$ descompuesto si el matraz tiene una capacidad de 2 litros.

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

66.-/ El hidrogenosulfuro de amonio, NH_4SH se descompone a temperatura ambiente según:

$$NH_4SH\ (s) \rightleftharpoons NH_3\ (g) + H_2S\ (g)$$

El valor de K_p es 0,108, a 25 ºC. En un recipiente, en el que se ha hecho el vacío, se introduce una muestra de NH_4SH a esa temperatura, calcule:

a) La presión total en el equilibrio.
b) El valor de K_c a esa temperatura.

67.-/ En un recipiente vacío se introduce cierta cantidad de $NaHCO_3$ y a 120 ºC se establece el equilibrio: $2\ NaHCO_3\ (s) \rightleftharpoons Na_2CO_3\ (s) + H_2O\ (g) + CO_2\ (g)$.

Si la presión en el equilibrio es 1720 mm de Hg, calcule:

a) Las presiones parciales de CO_2 y H_2O en el equilibrio.
b) Los valores de las constantes K_c y K_p a esa temperatura.

68.-/ Para el proceso Haber: $N_2\ (g) + 3\ H_2\ (g) \rightleftharpoons 2\ NH_3\ (g)$, el valor de K_p es $1{,}45 \cdot 10^{-5}$, a 500 ºC. En una mezcla en equilibrio de los tres gases, a esa temperatura, la presión parcial de H_2 es 0,928 atm y la de N_2 es 0,432 atm. Calcule:

a) La presión total en el equilibrio.
b) El valor de la constante K_c.

69.-/ El óxido de mercurio (II) contenido en un recipiente cerrado se descompone a 380 ºC según:

$$2\ HgO\ (s) \rightleftharpoons 2\ Hg\ (g) + O_2\ (g)$$

Sabiendo que a esa temperatura el valor de K_p es 0,186, calcule:

a) Las presiones parciales de O_2 y de Hg en el equilibrio.
b) La presión total en el equilibrio y el valor de K_c a esa temperatura.

70.-/ Escriba las expresiones de las constantes K_c y K_p y establezca la relación entre ambas para los siguientes equilibrios:

a) $CO\ (g) + Cl_2\ (g) \rightleftharpoons COCl_2\ (g)$.
b) $2\ HgO\ (s) \rightleftharpoons 2\ Hg\ (l) + O_2\ (g)$

71.-/ Dado el equilibrio: $2\ HI\ (g) \rightleftharpoons I_2\ (g) + H_2\ (g)$.

Si la concentración inicial de HI es 0,1 M y cuando se alcanza el equilibrio, a 520 ºC, la concentración de H_2 es 0,01 M, calcule:

a) La concentración de I_2 y de HI en el equilibrio.
b) El valor de las constantes K_c y K_p a esa temperatura.

72.-/ En un recipiente de 200 mL de capacidad, en el que previamente se ha hecho el vacío, se introducen 0,40 g de N_2O_4. Se cierra el recipiente, se calienta a 45 ºC y se establece el siguiente equilibrio: $N_2O_4\ (g) \rightleftharpoons 2\ NO_2\ (g)$.

Sabiendo que a esa temperatura el N_2O_4 se ha disociado en un 41, 6 %, calcule:

a) El valor de la constante K_c.
b) El valor de la constante K_p.

Datos: $R = 0{,}082\ atm \cdot L \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1}$. Masas atómicas relativas: N = 14; O = 16.

73.-/ A 30 ºC y 1 atm el N_2O_4 se encuentra disociado en un 20 % según el siguiente equilibrio:

$N_2O_4\ (g) \rightleftharpoons 2\ NO_2\ (g)$. Calcule:

a) El valor de las constantes K_p y K_c, a esa temperatura.
b) El porcentaje de disociación a 30 ºC y 0,1 atm de presión total.

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

74.-/ Considere el siguiente sistema en equilibrio:

$$I_2\,(g) + 5\,CO_2\,(g) \rightleftharpoons 5\,CO\,(g) + O_5I_2\,(s) \qquad \Delta H = 1175\ kJ$$

Justifique el efecto que tendrá sobre los parámetros que se indican el cambio que se propone:

Cambio	Efecto sobre
a) Aumento de la temperatura	K_c
b) Adición de O_5I_2 (s)	Cantidad de I_2
c) Aumento de la presión	Cantidad de CO

75.-/ El CO_2 reacciona con el H_2S a altas temperaturas según:

$$CO_2\,(g) + H_2S\,(g) \rightleftharpoons COS\,(g) + H_2O\,(g)$$

Se introduce 4,4 g de CO_2 en un recipiente de 2,5 litros, a 337 ºC, y una cantidad suficiente de H_2S para que, una vez alcanzado el equilibrio, la presión total sea 10 atm. En la mezcla en equilibrio hay 0,01 mol de agua. Calcule:

a) El número de moles de cada una de las especies en equilibrio.
b) El valor de las constantes K_c y K_p a esa temperatura.

Datos: Masas atómicas relativas: C = 12; O = 16. R = 0,082 atm·L·K^{-1}·mol^{-1}.

76.-/ Considere el siguiente sistema general en equilibrio:

$$a\,A(g) + b\,B(g) \rightleftharpoons c\,C(g) + d\,D(g) \qquad \Delta H < 0$$

a) Indique razonadamente en qué casos serán iguales los valores de las constantes K_c y K_p.
b) Justifique como afectará al sistema la continua eliminación del producto **C** formado.
c) Razone como afectará al sistema una disminución de la temperatura manteniendo el volumen constante.

77.-/ En un matraz de 2 L , en el que se ha practicado previamente el vacío, se introducen 0,40 moles de $COCl_2$ y se calienta a 900 ºC, estableciéndose el siguiente equilibrio:

$$COCl_2\,(g) \rightleftharpoons CO\,(g) + Cl_2\,(g).$$

Sabiendo que a esa temperatura el valor de K_c es 0,083, calcule:

a) Las concentraciones de cada una de las especies en el equilibrio.
b) El grado de disociación del fosgeno en esas condiciones.

78.-/ El proceso Deacon tiene lugar según: $4\,HCl\,(g) + O_2\,(g) \rightleftharpoons 2\,Cl_2\,(g) + 2\,H_2O\,(g)$.
A 390 ºC se mezclan 0,080 moles de HCl y 0,100 moles de O_2 y cuando se establece el equilibrio hay 0,034 moles de Cl_2 y la presión total es 1 atm. Calcule:

a) La constante K_p a esa temperatura.
b) El volumen del recipiente que contiene la mezcla.

Dato: R = 0,082 atm·L·mol^{-1}·K^{-1}.

79.-/ En un recipiente de 2 L de capacidad, en el que previamente se ha hecho el vacío, se introducen 2 moles de CuO. Se cierra el recipiente, se calienta a 1024 ºC y se establece el siguiente equilibrio:

$$4\,CuO\,(s) \rightleftharpoons 2\,Cu_2O\,(s) + O_2\,(g).$$

Sabiendo que el valor de la constante K_p es 0,49 a esa temperatura, calcule:

a) La concentración molar de oxígeno en el equilibrio.
b) Los gramos de CuO que hay en el equilibrio.

Datos: R = 0,082 atm·L·K^{-1}·mol^{-1}. Masas atómicas relativas: Cu = 63,5; O = 16.

80.-/ Considere el siguiente sistema en equilibrio: $3\,O_2\,(g) \rightleftharpoons 2\,O_3\,(g) \qquad \Delta H^o = 284\ kJ$

Razone cuál sería el efecto de:

a) Aumentar la presión del sistema disminuyendo el volumen.
b) Añadir O_2 a la mezcla en equilibrio.
c) Disminuir la temperatura.

81.-/ En un recipiente de 1 litro de capacidad, en el que previamente se ha hecho el vacío, se introducen 0'1 mol de NO, 0'05 moles de H_2 y 0'1 mol de agua. Se calienta el matraz y se establece el equilibrio: $2\ NO\ (g) + 2\ H_2\ (g) \rightleftharpoons N_2\ (g) + 2\ H_2O\ (g)$.

Sabiendo que cuando se establece el equilibrio la concentración de NO es 0'062 M, calcule:

a) La concentración de todas las especies en el equilibrio.

b) El valor de la constante K_c a esa temperatura.

82.-/ En un recipiente cerrado se establece el siguiente equilibrio:

$$2\ HgO\ (s) \rightleftharpoons 2\ Hg\ (l) + O_2\ (g) \qquad \Delta H > 0$$

a) Escriba las expresiones de las constantes K_c y K_p.

b) ¿Cómo afecta al equilibrio un aumento de la presión parcial de oxígeno?

c) ¿Qué le ocurrirá al equilibrio cuando se aumente la temperatura?

83.-/ En un matraz de 20 L, a 25 ºC, se encuentran en equilibrio 2,14 moles de N_2O_4 y 0,50 moles de NO_2 según: $N_2O_4\ (g) \rightleftharpoons 2\ NO_2\ (g)$.

a) Calcule el valor de las constantes K_c y K_p a esa temperatura.

b) ¿Cuál es la concentración de NO_2 cuando se restablezca el equilibrio después de introducir dos moles adicionales de N_2O_4, a la misma temperatura?

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

84.-/ A 25 ºC y 1 atmósfera, se establece el equilibrio:

$$N_2\ (g) + O_2\ (g) \rightleftharpoons 2\ NO\ (g) \qquad \Delta H = -180{,}2\ kJ$$

Razone sobre la veracidad o falsedad de las siguientes afirmaciones:

a) La constante de equilibrio se duplica si se duplica la presión.

b) La reacción se desplaza hacia la izquierda si se aumenta la temperatura.

c) Si se aumenta la concentración de NO la constante de equilibrio aumenta.

85.-/ En un recipiente de 1 L, a 20 ºC, se introducen 51 g de NH_4HS. Transcurrido un tiempo las concentraciones son 0,13 M para cada gas. Sabiendo que a esa temperatura el valor de K_c es 0,2 para el equilibrio: $NH_4HS\ (s) \rightleftharpoons H_2S\ (g) + NH_3\ (g)$

a) Demuestre que el sistema no se encuentra en equilibrio y calcule la concentración de cada especie una vez alcanzado el mismo.

b) Calcule la cantidad, en gramos, de NH_4HS que queda una vez alcanzado el equilibrio.

Datos: Masas atómicas relativas: N = 14; H = 1; S = 32.

86.-/ Al calentar yodo en una atmósfera de dióxido de carbono, se produce monóxido de carbono y pentóxido de diyodo: $I_2\ (g) + 5\ CO_2\ (g) \rightleftharpoons 5\ CO\ (g) + I_2O_5\ (s) \qquad \Delta H = 1175\ kJ$

Justifique el efecto que tendrán los cambios que se proponen:

a) Disminución del volumen sobre el valor de la constante K_c.

b) Adición de I_2 sobre la cantidad de CO.

c) Reducción de la temperatura sobre la cantidad de CO_2.

87.-/ En un recipiente de 2 L se introducen 2,1 mol de CO_2 y 1,6 mol de H_2 y se calienta a 1800 ºC. Una vez alcanzado el siguiente equilibrio: $CO_2\ (g) + H_2\ (g) \rightleftharpoons CO\ (g) + H_2O\ (g)$

Se analiza la mezcla y se encuentra que hay 0,9 mol de CO_2. Calcule:

a) La concentración de cada especie en el equilibrio.

b) El valor de las constantes K_c y K_p a esa temperatura.

88.-/ La descomposición del HgO sólido a 420 ºC se produce según: $2\ HgO\ (s) \rightleftharpoons 2\ Hg\ (s) + O_2\ (g)$
En un matraz en el que previamente se ha hecho el vacío, se introduce cierta cantidad de HgO y se calienta a 420 ºC. Sabiendo que la presión total en el equilibrio es 0,510 atmósferas, calcule:

a) El valor de las constantes K_c y K_p a esa temperatura.

b) La cantidad de HgO expresada en gramos que se ha descompuesto si el matraz tiene una capacidad de 5 litros.

Datos: Masas atómicas relativas: O = 16; Hg = 200,6.

89.-/ Cuando se mezclan 0,40 moles de gas xenón con 0,80 moles de gas flúor en un recipiente de 2 litros a cierta temperatura, se observa que el 60 % del xenón reacciona con el flúor formando XeF_4 gaseoso.

a) Calcule el valor de K_c a esa temperatura para la reacción: $Xe\ (g) + 2\ F_2\ (g) \rightleftharpoons XeF_4\ (g)$.

b) ¿Cuántos moles de F_2 se deben añadir a la cantidad inicial para que la conversión sea del 75%?

90.-/ En una vasija de 10 L mantenida a 270 ºC 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: $PCl_5\ (g) \rightleftharpoons PCl_3\ (g) + Cl_2\ (g)$.
Cuando se alcanza el equilibrio la presión es de 15,6 atm.

a) Calcule el número de moles de cada especie en el equilibrio.

b) Obtenga los valores de K_c y K_p.

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

91.-/ En un recipiente que tiene una capacidad de 4 L, se introducen 5 moles de $COBr_2$ (g) y se calienta hasta una temperatura de 350 K. Si la constante de disociación del $COBr_2$ (g) para dar CO (g) y Br_2 (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 CO al sistema. Determine la nueva concentración de todas las especies una vez alcanzado el equilibrio.

92.-/ A la temperatura de 60 ºC la constante de equilibrio para la reacción de disociación:

$$N_2O_4\ (g) \rightleftharpoons 2\ NO_2\ (g),\quad K_p = 2{,}49.\ \text{Determine:}$$

a) El valor de K_c.

b) El grado de disociación del citado compuesto a la misma temperatura cuando la presión del recipiente es de 1 atm.

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

93.-/ El metanol se prepara industrialmente según el proceso siguiente:

$$CO\ (g) + 2\ H_2\ (g) \rightleftharpoons CH_3OH\ (g) \qquad \Delta H^o < 0$$

Razone como afecta al rendimiento de la reacción:

a) Aumentar la temperatura.

b) Retirar del reactor el CH_3OH (g).

c) Aumentar la presión.

94.-/ El cianuro de amonio se descompone según el equilibrio: $NH_4CN\ (s) \rightleftharpoons NH_3\ (g) + HCN\ (g)$. 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 ºC la presión es de 0,3 atm. Calcule:

a) Los valores de K_c y K_p para dicho equilibrio.

b) La cantidad máxima de cianuro de amonio que puede descomponerse a 11 ºC en un recipiente de 2 L.

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

95.-/ A 350 K la constante de equilibrio K_c de la reacción de descomposición del bromuro de carbonilo vale 0,205: $COBr_2\ (g) \rightleftharpoons CO\ (g) + Br_2\ (g)$. Si en un recipiente de 3 L se introducen 3,75 mol de bromuro de carbonilo y se calienta hasta alcanzar esa temperatura:

a) ¿Cuáles son las concentraciones de todas las especies en equilibrio?

b) ¿Cuál es el grado de disociación del bromuro de carbonilo en esas condiciones?

96.-/ Para la siguiente reacción en equilibrio: $2\ BaO_2\ (s) \rightleftharpoons 2\ BaO\ (s) + O_2\ (g) \quad \Delta H > 0$

a) Escriba la expresión de las constantes de equilibrio K_c y K_p.

b) Justifique en qué sentido se desplazará el equilibrio si se eleva la temperatura.

c) Justifique cómo evoluciona el equilibrio si se eleva la presión a temperatura constante.

97.-/ Se introduce una cantidad de $NaHCO_3$ sólido en un recipiente de 2 L a 100 ºC y se establece el siguiente equilibrio: $2\ NaHCO_3\ (s) \rightleftharpoons Na_2CO_3\ (s) + H_2O\ (g) + CO_2\ (g)$. Si el valor de K_p a esa temperatura es 0,231, calcule:

a) La presión de CO_2 y los gramos de carbonato de sodio en el equilibrio.

b) Las concentraciones de las especies gaseosas en el equilibrio, al añadir al equilibrio anterior 0,01 mol de gas CO_2.

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

98.-/ Una mezcla gaseosa de 1 L, constituida inicialmente por 7,94 mol de gas dihidrógeno y 5,30 mol de gas diyodo, se calienta a 445 ºC, formándose en el equilibrio 9,52 mol de yoduro de hidrógeno gaseoso.

a) Calcule el valor de la constante de equilibrio K_c, a dicha temperatura.

b) Si hubiésemos partido de 4 mol de gas dihidrógeno y 2 mol de gas diyodo, ¿cuántos moles de yoduro de hidrógeno gaseoso habría en el equilibrio?

99.-/ A 298 K se establece el siguiente equilibrio químico: $2\ NO(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2\ NO_2(g) \quad \Delta H < 0$. Razone la veracidad o falsedad de las siguientes afirmaciones:

a) La relación entre K_c y K_p es $K_p = K_c \cdot R \cdot T$.

b) Si se aumenta la temperatura K_c aumenta.

c) El equilibrio se puede desplazar en el sentido de los productos con la adición de un catalizador adecuado.

100.-/ En el equilibrio: $C\ (s) + 2\ H_2\ (g) \rightleftharpoons CH_4\ (g) \quad \Delta H^o = -75\ kJ$. Prediga, razonadamente, cómo se modificará el equilibrio cuando se realicen los siguientes cambios:

a) Una disminución de la temperatura.

b) La adición de C(s).

c) Una disminución de la presión de H_2, manteniendo la temperatura constante.

101.-/ Dada la reacción: $4\ NH_3\ (g) + 3\ O_2\ (g) \rightleftharpoons 2\ N_2\ (g) + 6\ H_2O\ (l)$ $\Delta H^o = -80{,}4$ 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 NH_3 en la mezcla.

102.-/ En una cámara de vacío y a 448 ºC se hacen reaccionar 0,5 moles de I_2 (g) y 0,5 moles de 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: $H_2\ (g) + I_2\ (g) \rightleftharpoons 2\ HI\ (g)$.

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

103.-/ Para la reacción en equilibrio a 25 ºC: $2\ ICl\ (s) \rightleftharpoons I_2\ (s) + Cl_2\ (g)$, $K_p = 0{,}24$. En un recipiente de 2 litros en el que se ha hecho el vacío se introducen 2 moles de ICl (s).

a) ¿Cuál será la concentración de Cl_2 (g) cuando se alcance el equilibrio?

b) ¿Cuántos gramos de ICl (s) quedarán en el equilibrio?

Datos: Masas atómicas relativas: I = 127; Cl = 35,5; $R = 0{,}082\ atm \cdot L \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1}$.

104.-/ Razone el efecto que tendrán sobre el siguiente equilibrio cada uno de los cambios:

$$4\ HCl\ (g) + O_2\ (g) \rightleftharpoons 2\ H_2O\ (g) + 2\ Cl_2\ (g) \qquad \Delta H^o = -115\ kJ$$

a) Aumentar la temperatura.

b) Eliminar parcialmente HCl (g).

c) Añadir un catalizador.

105.-/ Dado el siguiente equilibrio: $SO_2\ (g) + \frac{1}{2}\ O_2(g) \rightleftharpoons SO_3\ (g)$. Se introducen 128 g de SO_2 y 64 g de O_2 en un recipiente cerrado de 2 L en el que previamente se ha hecho el vacío. Se calienta la mezcla y cuando se ha alcanzado el equilibrio, a 830 ºC, ha reaccionado el 80% del SO_2 inicial. Calcule:

a) La composición (en moles) de la mezcla en equilibrio y el valor de K_c.

b) La presión parcial de cada componente en la mezcla de equilibrio y, a partir de estas presiones parciales, calcule el valor de K_p.

Datos: Masas atómicas relativas: O = 16; S = 32; $R = 0{,}082\ atm \cdot L \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1}$.

106.-/ En el proceso Deacon, el cloro (g) se obtiene según el siguiente equilibrio:

$$4\ HCl\ (g) + O_2\ (g) \rightleftharpoons 2\ Cl_2\ (g) + 2\ H_2O\ (g)$$

Se introducen 32,85 g HCl (g) y 38,40 g de O_2 (g) en un recipiente cerrado de 10 L en el que previamente se ha hecho el vacío. Se calienta la mezcla a 390 ºC y cuando se ha alcanzado el equilibrio a esta temperatura se observa la formación de 28,40 g de Cl_2 (g).

a) Calcule el valor de K_c.

b) Calcule la presión parcial de cada componente en la mezcla de equilibrio y, a partir de estas presiones parciales, calcule el valor de K_p.

Datos: Masas atómicas relativas: H = 1; O = 16; Cl = 35,5. $R = 0{,}082\ atm \cdot L \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1}$.

107.-/ Para el equilibrio: $Ca(HCO_3)_2$ (s) $\rightleftharpoons$ $CaCO_3$ (s) + CO_2 (g) + H_2O (g) $\Delta H > 0$
Razone si las siguientes proposiciones son verdaderas o falsas:
a) Los valores de las constantes K_c y K_p son iguales.
b) Un aumento de la temperatura desplaza el equilibrio hacia la derecha.
c) Un aumento de la presión facilita la descomposición del hidrogenocarbonato de calcio.

108.-/ En un recipiente de 2,0 L, en el que previamente se ha realizado el vacío, se introducen 0,20 moles de CO_2 (g), 0,10 moles de H_2 (g) y 0,16 moles de H_2O (g). A continuación, se establece el siguiente equilibrio a 500 K: CO_2 (g) + H_2 (g) $\rightleftharpoons$ CO (g) + H_2O (g).
a) Si en el equilibrio la presión parcial del agua es 3,51 atm, calcule las presiones parciales en el equilibrio de CO_2, H_2 y CO.
b) Calcule K_p y K_c para el equilibrio a 500 K.
Dato: R = 0,082 atm·L·mol^{-1}·K^{-1}.

109.-/ En un recipiente de 14 litros se introducen 3,2 moles de N_2(g) y 3 moles de H_2(g). Cuando se alcanza el equilibrio: N_2 (g) + 3 H_2 (g) $\rightleftharpoons$ 2 NH_3 (g), a 200 ºC se obtienen 1,6 moles de amoníaco. Calcule:
a) El número de moles de H_2(g) y N_2(g) en el equilibrio y el valor de la presión total.
b) Los valores de las constantes K_c y K_p a 200 ºC.
Dato: R = 0,082 atm·L·mol^{-1}·K^{-1}.

110.-/ La síntesis industrial del metanol se rige por el siguiente equilibrio homogéneo:

$$CO\ (g) + 2\ H_2\ (g) \rightleftharpoons CH_3OH\ (g) \qquad \Delta H = -112{,}86\ kJ$$

A 300ºC, $K_p = 9{,}28 \cdot 10^{-3}$. Responda verdadero o falso, de forma razonada:
a) El valor de K_c será mayor que el de K_p.
b) Aumentando la presión se obtendrá mayor rendimiento en el proceso de síntesis.
c) Una disminución de la temperatura supondrá un aumento de las constantes de equilibrio.
Dato: R = 0,082 atm·L·mol^{-1}·K^{-1}.

111.-/ Dado el siguiente equilibrio para la obtención de hidrógeno:

$$CH_4\ (g) \rightleftharpoons C\ (s) + 2\ H_2\ (g) \qquad \Delta H > 0$$

a) Escriba la expresión de la constante de equilibrio K_p.
b) Justifique cómo afecta una disminución del volumen de reacción a la cantidad de H_2 (g) obtenida.
c) Justifique cómo afecta un aumento de la temperatura a la cantidad de H_2 (g) obtenida.

112.-/ Para la reacción en equilibrio SnO_2 (s) + 2 H_2 (g) $\rightleftharpoons$ Sn (s) + 2 H_2O (g), a 750ºC, la presión total del sistema es 32,0 mmHg y la presión parcial del agua 23,7 mmHg. Calcule:
a) El valor de la constante K_p para dicha reacción, a 750ºC.
b) Los moles de H_2O (g) y de H_2 (g) presentes en el equilibrio, sabiendo que el volumen del reactor es de 2 L.
Dato: R = 0,082 atm·L·mol^{-1}·K^{-1}.

113.-/ Para el equilibrio: H_2 (g) + CO_2 (g) $\rightleftharpoons$ H_2O (g) + CO (g), la constante K_c = 4,40 a 200 K. Calcule:
a) Las concentraciones en el equilibrio cuando se introducen simultáneamente 1 mol de H_2 y 1 mol de CO_2 en un reactor de 4,68 L a dicha temperatura.
b) La presión parcial de cada especie en el equilibrio y el valor de K_p.
Dato: R = 0,082 atm·L·mol^{-1}·K^{-1}.

114.-/ El cianuro de amonio se descompone según el equilibrio: NH_4CN (s) $\rightleftharpoons$ NH_3 (g) + 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 11ºC la presión es de 0,3 atm. Calcule:

a) Los valores de K_c y K_p para dicho equilibrio.

b) La cantidad máxima de NH_4CN (en gramos) que puede descomponerse a 11ºC en un recipiente de 2 L.

Datos: R = 0,082 atm·L·mol^{-1}·K^{-1}; Masas atómicas relativas: H = 1; C = 12; N =14.

115.-/ Para el equilibrio: 2 HI (g) $\rightleftharpoons$ I_2 (g) + H_2 (g), la constante K_c a 425ºC vale $1{,}82 \cdot 10^{-2}$. Calcule:

a) Las concentraciones de todas las especies en el equilibrio si se calientan a la citada temperatura 0,60 mol de HI y 0,10 mol de H_2 en un recipiente de 1 L de capacidad.

b) El grado de disociación del HI y K_p.

116.-/ En el equilibrio: C (s) + O_2 (g) $\rightleftharpoons$ CO_2 (g)

a) Escriba las expresiones de K_c y K_p.

b) Obtenga, para este equilibrio, la relación entre ambas.

c) ¿Qué ocurre con el equilibrio al reducir el volumen del reactor a la mitad?

117.-/ En un recipiente de 4 litros, a una cierta temperatura, se introducen 0,16 moles de HCl, 0,08 moles de O_2 y 0,02 moles de Cl_2, estableciéndose el siguiente equilibrio:

$$4\ HCl\ (g) + O_2\ (g) \rightleftharpoons 2\ H_2O\ (g) + 2\ Cl_2\ (g)$$

Cuando se alcanza el equilibrio hay 0,06 moles de HCl. Calcule:

a) Los moles de O_2, H_2O y Cl_2 en el equilibrio.

b) El valor de K_c a esa temperatura.

118.-/ Sea el sistema en equilibrio: $CaCO_3$ (s) $\rightleftharpoons$ CaO (s) + CO_2 (g), indique, razonadamente, si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas:

a) La presión total del reactor será igual a la presión parcial del CO_2.

b) Si se añade más $CaCO_3$ (s) se produce más CO_2.

c) K_p y K_c son iguales.

119.-/ La deshidrogenación del alcohol bencílico para fabricar benzaldehído (un agente aromatizante) es un proceso de equilibrio descrito por la ecuación:

$$C_6H_5CH_2OH\ (g) \rightleftharpoons C_6H_5CHO\ (g) + H_2\ (g)$$

A 523 K el valor de la constante de equilibrio K_p = 0,558.

a) Si colocamos 1,2 g de alcohol bencílico en un matraz cerrado de 2 L a 523 K, ¿cuál será la presión parcial de benzaldehído cuando se alcance el equilibrio?

b) ¿Cuál es el valor de la constante K_c a esa temperatura?

Datos: Masas atómicas relativas: H = 1; C = 12; O =16; R = 0,082 atm·L·mol^{-1}·K^{-1}.

120.-/ A 200ºC y presión 1 atm, el PCl_5 se disocia en PCl_3 y Cl_2, en un 48,5%. Calcule:

a) Las fracciones molares de todas las especies en el equilibrio.

b) K_c y K_p.

Dato: R = 0,082 atm·L·mol^{-1}·K^{-1}.

121.-/ En un reactor de 5 L se introducen inicialmente 0,8 moles de CS_2 y 0,8 moles de H_2. A 300ºC se establece el equilibrio: $CS_2\,(g) + 4\,H_2\,(g) \rightleftarrows CH_4\,(g) + 2\,H_2S\,(g)$, siendo la concentración de CH_4 de 0,025 mol/L. Calcule:

a) La concentración molar de todas las especies en el equilibrio.
b) K_c y K_p a dicha temperatura.

122.-/ Se añade el mismo número de moles de CO_2 que de H_2 en un recipiente cerrado de 2 L que se encuentra a 1259 K, estableciéndose el siguiente equilibrio: $H_2\,(g) + CO_2\,(g) \rightleftharpoons H_2O\,(g) + CO\,(g)$. Una vez alcanzado el equilibrio, la concentración de CO es 0,16 M y el valor de K_c es 1,58. Calcule:

a) Las concentraciones del resto de los gases en el equilibrio.
b) La presión total del sistema en el equilibrio.

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

123.-/ Explique cómo afectaría al siguiente equilibrio: $3\,Fe\,(s) + 4\,H_2O\,(g) \rightleftharpoons Fe_3O_4\,(s) + 4\,H_2\,(g)$

a) Un aumento del volumen del recipiente donde se lleva a cabo la reacción.
b) Un aumento de la concentración de H_2.
c) Un aumento de la cantidad de Fe presente en la reacción.

124.-/ A temperaturas elevadas, el BrF_5 se descompone según la reacción:

$$2\,BrF_5\,(g) \rightleftharpoons Br_2\,(g) + 5\,F_2\,(g)$$

En un recipiente herméticamente cerrado de 10 L, se introducen 0,1 moles de BrF_5 y se deja que el sistema alcance el equilibrio a 1500 K. Si en el equilibrio la presión total es de 2,12 atm, calcule:

a) El número de moles de cada gas en el equilibrio.
b) El valor de K_p y K_c.

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

125.-/ Para la obtención de O_2 se utiliza la siguiente reacción:

$$4\,KO_2\,(s) + 2\,CO_2\,(g) \rightleftharpoons 2\,K_2CO_3\,(s) + 3\,O_2\,(g)$$

Sabiendo que K_p es 28,5 a 25ºC, justifique si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas:

a) Una vez alcanzado el equilibrio, la presión total del sistema es la presión parcial de O_2 elevada al cubo.
b) La constante K_c tiene un valor de 28,5.
c) Un aumento de la cantidad de KO_2 implica una mayor obtención de O_2.

126.-/ En un recipiente de 2 L y a 100ºC se encontró que los moles de N_2O_4 y NO_2 eran 0,4 y 0,6 respectivamente. Sabiendo que K_c a dicha temperatura es de 0,212 para la reacción:

$$N_2O_4\,(g) \rightleftharpoons 2\,NO_2\,(g)$$

a) Razone si el sistema se encuentra en equilibrio
b) Calcule las concentraciones de NO_2 y N_2O_4 en el equilibrio.

127.-/ En un recipiente de 2 L se introducen 4,90 g de CuO y se calienta hasta 1025ºC, alcanzándose el equilibrio siguiente: $4\,CuO\,(s) \rightleftharpoons 2\,Cu_2O\,(s) + O_2\,(g)$

Si la presión total en el equilibrio es de 0,5 atm, calcule:

a) Los moles de O_2 que se han formado y la cantidad de CuO que queda sin descomponer.
b) Las constantes K_p y K_c a esa temperatura.

Datos: $R = 0{,}082\ atm\cdot L\cdot K^{-1}\cdot mol^{-1}$; Masas atómicas relativas: O = 16; Cu = 63,5.

128.-/ Uno de los métodos utilizados industrialmente para la obtención de dihidrógeno consiste en hacer pasar una corriente de vapor de agua sobre carbón al rojo, según la reacción:

$$C\ (s) + H_2O\ (g) \rightleftharpoons CO\ (g) + H_2\ (g) \qquad \Delta H = +131{,}2\ kJ\cdot mol^{-1}$$

Explique cómo afectan los siguientes cambios al rendimiento de producción de H_2:

a) La adición de C (s)
b) El aumento de la temperatura.
c) La reducción del volumen del recipiente.

129.-/ En un recipiente de 2 L se introducen 0,043 moles de NOCl (g) y 0,01 moles de Cl_2 (g). Se cierra, se calienta hasta una temperatura de 30ºC y se deja que alcance el equilibrio:

$$2\ NOCl\ (g) \rightleftharpoons Cl_2\ (g) + 2\ NO\ (g).\ \text{Calcule:}$$

a) El valor de K_c sabiendo que en el equilibrio se encuentran 0,031 moles de NOCl (g).
b) La presión total y las presiones parciales de cada gas en el equilibrio.

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

130.-/ Un recipiente de 2 L contiene 1,37 moles de $FeBr_3$, 2,42 moles de $FeBr_2$ y 1,34 moles de Br_2, a una temperatura dada. Sabiendo que para la reacción: $2\ FeBr_3\ (s) \rightleftharpoons 2\ FeBr_2\ (g) + Br_2\ (g)$, la constante de equilibrio, K_c, a esa temperatura, vale 0,683, responda razonadamente a las siguientes cuestiones:

a) ¿Se encuentra el sistema en equilibrio?
b) Si no lo está, ¿en qué sentido evolucionará?
c) Una vez en equilibrio, ¿qué ocurrirá si aumentamos el volumen del recipiente?

131.-/ La obtención de dicloro mediante el proceso Deacon tiene lugar por medio de la siguiente reacción: $4\ HCl\ (g) + O_2\ (g) \rightleftharpoons 2\ Cl_2\ (g) + 2\ H_2O\ (g)$. Si a 390ºC se mezclan 0,08 moles de HCl y 0,1 mol de O_2 se forman, a la presión total de 1 atmósfera, $3{,}32\cdot 10^{-2}$ moles de Cl_2. Calcule:

a) El volumen del recipiente que contiene la mezcla.
b) El valor de K_p a esa temperatura.

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

132.-/ La descomposición del hidrogenosulfuro de amonio según la reacción:

$NH_4SH\ (s) \rightleftharpoons NH_3\ (g) + H_2S\ (g)$, es un proceso endotérmico. Una muestra de 6,16 g del sólido se coloca en un recipiente al vacío de 4 L a 24 ºC. Una vez alcanzado el equilibrio la presión total en el interior es de 0,709 atm. Calcule:

a) El valor de K_p para la reacción.
b) El porcentaje de sólido que se ha descompuesto.

Datos: $R = 0{,}082\ atm\cdot L\cdot mol^{-1}\cdot K^{-1}$; Masas atómicas relativas: H = 1; N = 14; S = 32.

133.-/ En un matraz de 5 L se introduce una mezcla de 0,92 moles de N_2 y 0,51 moles de O_2. Se calienta la mezcla hasta 2200 K, estableciéndose el equilibrio: $N_2\ (g) + O_2\ (g) \rightleftharpoons 2\ NO\ (g)$. Teniendo en cuenta que en estas condiciones reacciona el 1,09 % del N_2 inicial con el O_2 correspondiente, calcule:

a) La concentración de todos los compuestos en el equilibrio a 2200 K.
b) El valor de las constantes K_c y K_p a esa temperatura.

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

134.-/ En un recipiente de 5 L se introducen 1 mol de SO_2 y 1 mol de O_2 y se calienta a 727 ºC, produciéndose la siguiente reacción: 2 SO_2 (g) + O_2 (g) $\rightleftharpoons$ 2 SO_3 (g). Una vez alcanzado el equilibrio, se analiza la mezcla encontrando que hay 0,15 moles de SO_2. Calcule:

a) Los gramos de SO_3 que se forman.

b) El valor de la constante de equilibrio K_c.

Datos: R = 0,082 atm·L·mol^{-1}·K^{-1}. Masas atómicas relativas: O = 16; S = 32.

135.-/ Justifique la veracidad o falsedad de las siguientes afirmaciones:

a) Para un equilibrio, K_p nunca puede ser más pequeña que K_c.

b) Para aumentar la concentración de NO_2 en el equilibrio:
N_2O_4 (g) $\rightleftharpoons$ 2 NO_2 (g), ΔH = +58,2 kJ/mol, tendremos que calentar el sistema.

c) Un incremento de presión en el siguiente equilibrio:
2 C (s) + 2 H_2O (g) $\rightleftharpoons$ CO_2 (g) + CH_4 (g) aumenta la producción de metano gaseoso.

136.-/ En un recipiente cerrado y vacío de 5 L de capacidad, a 727 ºC, se introducen 1 mol de selenio y 1 mol de dihidrógeno, alcanzándose el equilibrio siguiente:

$$Se\ (g) + H_2\ (g) \rightleftharpoons H_2Se\ (g).$$

Cuando se alcanza el equilibrio se observa que la presión en el interior del recipiente es de 18,1 atm. Calcule:

a) Las concentraciones de cada una de las especies en el equilibrio.

b) El valor de K_p y de K_c.

Datos: R = 0,082 atm·L·mol^{-1}·K^{-1}.

137.-/ En un recipiente de 5 litros se introducen 2,0 moles de PCl_5 (g) y 1,0 mol de PCl_3 (g). La temperatura se eleva a 250 ºC, estableciéndose el siguiente equilibrio:
PCl_5 (g) $\rightleftharpoons$ PCl_3 (g) + Cl_2 (g). Sabiendo que K_c para la reacción a esa misma temperatura es de 0,042, calcule:

a) La concentración de Cl_2(g) en el equilibrio.

b) El valor de K_p a esa misma temperatura y la presión en el recipiente una vez alcanzado el equilibrio.

Datos: R = 0,082 atm·L·mol^{-1}·K^{-1}.

138.-/ El cloruro de nitrosilo (NOCl) se forma según la reacción: Cl_2 (g) + 2 NO (g) $\rightleftharpoons$ 2 NOCl (g), cuya $K_c = 4{,}6 \cdot 10^4$ a 298 K. En el equilibrio, en un matraz de 1,5 L, hay 4,125 moles de NOCl y 0,2215 moles de Cl_2. Calcule:

a) La presión parcial de NO en el equilibrio.

b) El valor de la K_p a esa temperatura y la presión total del matraz en el equilibrio.

Datos: R = 0,082 atm·L·mol^{-1}·K^{-1}.

139.-/ En el siguiente equilibrio: 2 NO_2 (g) $\rightleftharpoons$ 2 NO (g) + O_2 (g), razone si las siguientes afirmaciones son correctas o no:

a) Un aumento de la presión en el sistema favorece la formación de NO.

b) Un aumento de la concentración de O_2 desplaza el equilibrio a la izquierda.

c) K_p es igual a K_c.

140.-/ En un recipiente de 10 L se introducen 0,61 moles de CO_2 y 0,39 moles de H_2 calentando hasta 1250 ºC. Una vez alcanzado el equilibrio según la reacción: CO_2 (g) + H_2 (g) $\rightleftharpoons$ CO (g) + H_2O (g), se analiza la mezcla de gases, encontrándose 0,35 moles de CO_2.

a) Calcule la presión total en el equilibrio.

b) Calcule el valor de K_c y K_p a esa temperatura.

Datos: R = 0,082 atm·L·mol^{-1}·K^{-1}.

141.-/ El cloruro de amonio se descompone según la reacción: $NH_4Cl\ (s) \rightleftharpoons HCl\ (g) + NH_3\ (g)$. En un recipiente de 5 L, en el que previamente se ha hecho el vacío, se introducen 2,5 g de cloruro de amonio y se calienta a 300 ºC hasta alcanzar el equilibrio. Si el valor de $K_p = 1{,}2 \cdot 10^{-3}$, calcule:

a) La presión total de la mezcla en el equilibrio.
b) La masa de cloruro de amonio sólido que queda en el recipiente.

Datos: $R = 0{,}082\ atm \cdot L \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1}$; Masas atómicas relativas: H = 1; N = 14; Cl = 35,5.

142.-/ Dada la reacción a 25ºC y 1 atm de presión $N_2\ (g) + O_2\ (g) \rightleftharpoons 2\ NO\ (g)$; $\Delta H = 180{,}2$ kJ, razone si son verdaderas o falsas las siguientes afirmaciones:

a) La constante de equilibrio K_p se duplica si se duplica la presión.
b) El sentido de la reacción se favorece hacia la izquierda si se aumenta la temperatura.
c) El valor de la constante de equilibrio para este proceso depende del catalizador utilizado.

143.-/ Para la reacción de disociación del N_2O_4 gaseoso, $N_2O_4\ (g) \rightleftharpoons 2\ NO_2\ (g)$, la constante de equilibrio K_p vale 2,49 a 60ºC.

a) Sabiendo que la presión total en el equilibrio es de 1 atm, calcule el grado de disociación del N_2O_4 a esa temperatura y las presiones parciales de las especies en el equilibrio.
b) Determine el valor de K_c.

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

144.-/ Dado el equilibrio $N_2F_4\ (g) \rightleftharpoons 2\ NF_2\ (g)$ con $\Delta H^o = 38{,}5$ kJ, razone los cambios que se producen si:

a) La mezcla de reacción se calienta.
b) El gas NF_2 se elimina de la mezcla de reacción a temperatura y volumen constante.
c) Se añade helio gaseoso a la mezcla de reacción a temperatura y volumen constante.

145.-/ En un recipiente de 250 mL se introducen 0,46 g de $N_2O_4\ (g)$ y se calienta hasta 40ºC, disociándose el $N_2O_4\ (g)$ en un 42% al alcanzar el siguiente equilibrio: $N_2O_4\ (g) \rightleftharpoons 2\ NO_2\ (g)$.

a) Calcule la constante K_c del equilibrio.
b) Determine la presión total en el sistema y el valor de K_p.

Datos: $R = 0{,}082\ atm \cdot L \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1}$; Masas atómicas relativas: N = 14; O = 16.

146.-/ Se introduce cierta cantidad de A(s) en un matraz de 2 L. A 100 ºC, el equilibrio siguiente, $A(s) \rightleftharpoons B(s) + C(g) + D(g)$ se alcanza cuando la presión es de 0,962 atm. Calcule:

a) La constante K_p de dicho equilibrio.
b) La masa de A(s) que se descompone.

Datos: $R = 0{,}082\ atm \cdot L \cdot K^{-1} \cdot mol^{-1}$; Masa molar de A: 84 $g \cdot mol^{-1}$.

147.-/ A la temperatura de 400 ºC, cuando la presión total del sistema es de 710 mmHg, el amoníaco se encuentra disociado un 40% en nitrógeno e hidrógeno moleculares, según la reacción:

$$2\ NH_3(g) \rightleftharpoons N_2(g) + 3\ H_2(g).\ \text{Calcule:}$$

a) La presión parcial de cada uno de los productos de reacción en el equilibrio.
b) El valor de las constantes de equilibrio K_p y K_c a dicha temperatura.

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

148.-/ Se calienta NOCl puro a 240 ºC en un recipiente de 1 L, estableciéndose el siguiente equilibrio: $2\ NOCl(g) \rightleftharpoons 2\ NO(g) + Cl_2(g)$. Sabiendo que la presión total en el equilibrio es de 1 atm y la presión parcial del NOCl es de 0,64 atm:

a) Calcule las presiones parciales del NO y Cl_2 en el equilibrio.
b) Determine K_p y K_c.

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

149.-/ La descomposición del cianuro de amonio a 11 ºC en un recipiente de 2 L alcanza una presión total de 0,3 atm cuando se establece el siguiente equilibrio: $NH_4CN(s) \rightleftharpoons NH_3(g) + HCN(g)$.

a) Determine K_c y K_p.

b) Si se parte de 1,0 g de cianuro de amonio, calcule la masa que queda sin descomponer en las mismas condiciones de presión y temperatura.

Datos: R = 0,082 atm·L· K^{-1}·mol^{-1}; Masas atómicas relativas: H = 1; C = 12; N = 14.

150.-/ En un matraz de 5 L se introducen 14,5 g de yoduro de amonio (NH_4I) sólido. Cuando se calienta a 650 K se descompone según la ecuación:

$$NH_4I(s) \rightleftharpoons NH_3(g) + HI(g) \quad K_c = 7{,}6\cdot 10^{-5}$$

Calcule una vez alcanzado el equilibrio:

a) El valor de K_p a 650 K y la presión total dentro del matraz.

b) Los moles de NH_4I que quedan en el matraz.

Datos: R = 0,082 atm·L· K^{-1}·mol^{-1}; Masas atómicas relativas: H = 1; N = 14; I = 127.

151.-/ El $SbCl_5$ se descompone en un 6,8% a 190 ºC, de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$SbCl_5\,(g) \rightleftharpoons SbCl_3\,(g) + Cl_2\,(g) \quad K_p = 9{,}3\cdot 10^{-2}$$

Se introduce cierta cantidad de $SbCl_5$ en un recipiente cerrado de 0,5 L y se calienta a 190 ºC, calcule:

a) La masa en gramos de $SbCl_5$ que hay inicialmente en el recipiente.

b) Las presiones parciales de todas las especies y la presión total en el equilibrio.

Datos: R = 0,082 atm·L· K^{-1}·mol^{-1}; Masas atómicas relativas: Cl = 35,5; Sb = 121,8.

152.-/ Se introducen 0,035 moles de I_2 en un recipiente de 2 L, se cierra y se calienta a 1000 K. En estas condiciones, el I_2 gaseoso se encuentra en equilibrio según la siguiente ecuación:
$I_2\,(g) \rightleftharpoons 2\,I\,(g)$. Si la presión total que se alcanza en el equilibrio es de 1,69 atm, calcule:

a) Las concentraciones de las especies en el equilibrio y el grado de disociación del I_2.

b) los valores de K_c y K_p.

Dato: R = 0,082 atm·L·mol^{-1}·K^{-1}

153.-/ El denominado gas de síntesis (mezcla de CO y H_2) posee muchas aplicaciones en la industria química y puede obtenerse mediante la siguiente reacción química:

$$CH_4\,(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO\,(g) + 3\,H_2\,(g) \qquad \Delta H > 0$$

Justifique si las siguientes actuaciones mejorarían el rendimiento de la obtención de gas de síntesis.

a) Aumentar la temperatura a volumen constante.

b) Aumentar la concentración de vapor de agua.

c) Disminuir el volumen del reactor a temperatura constante.

154.-/ En la reacción: $N_2\,(g) + 3\,H_2\,(g) \rightleftharpoons 2\,NH_3\,(g)$ a 300 ºC, las concentraciones de N_2, H_2 y NH_3 en el equilibrio son, respectivamente, 0,076 M, 0,228 M y 0,084 M.

a) Si la concentración inicial de NH_3 es cero, calcule las concentraciones iniciales de N_2 y H_2.

b) Calcule el valor de K_p y la presión total en el equilibrio, sabiendo que el volumen del recipiente de reacción es de 2 L.

Dato: R = 0,082 atm·L·mol^{-1}·K^{-1}

155.-/ El hidrogenocarbonato de sodio se descompone según el equilibrio:

$$2\,NaHCO_3\,(s) \rightleftharpoons Na_2CO_3\,(s) + CO_2\,(g) + H_2O\,(g) \qquad \Delta H > 0$$

a) Escriba la expresión de la constante de equilibrio K_p.

b) Justifique cómo afecta al equilibrio la adición de $NaHCO_3$.

c) El hidrogenocarbonato de sodio se usa como impulsor en repostería, ya que las burbujas de CO_2 hacen que suba la masa y sea más esponjosa. Justifique si horneando la masa a mayor temperatura obtenemos un bizcocho más esponjoso.

156.-/ Las erupciones volcánicas emiten dióxido de azufre que en contacto con el oxígeno de la atmósfera da lugar a trióxido de azufre, uno de los gases responsables de la lluvia ácida, estableciéndose el siguiente equilibrio: $2\ SO_2\ (g) + O_2\ (g) \rightleftharpoons 2\ SO_3\ (g)$.
Se ha realizado un experimento en el laboratorio, introduciendo 0,015 moles de SO_2 y el mismo número de moles de O_2 en un matraz de 100 mL. Después de calentarlo a 1000 K, la concentración de SO_3 en equilibrio es de 0,024 M. Calcule:

a) La constante K_c a 1000 K y la fracción molar de SO_3.
b) La presión en el interior del recipiente y el valor de K_p a 1000 K.

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

157.-/ En un recipiente de 2 L se introducen 1 g de carbono sólido y 0,1 mol de dióxido de carbono gaseoso. Cuando se calienta a 200 ºC se obtiene monóxido de carbono gaseoso, según la siguiente ecuación: $C\ (s) + CO_2\ (g) \rightleftharpoons 2\ CO\ (g)$ $K_c = 0{,}036$. Calcule:

a) Los moles de CO_2 y CO en el equilibrio.
b) La presión total y la masa de C que no reacciona.

Datos: $R = 0{,}082\ atm \cdot L \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1}$; Masa atómica relativa: C = 12.

158.-/ Dado el siguiente equilibrio: $2\ SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2\ SO_3(g)$
Se introducen 128 g de SO_2 y 64 g de O_2 en un recipiente cerrado de 2 L. Se calienta la mezcla y cuando se ha alcanzado el equilibrio, a 830 ºC, ha reaccionado el 80 % del SO_2 inicial. Calcule:

a) La composición en moles de la mezcla en el equilibrio y el valor de K_c.
b) La presión total de la mezcla en el equilibrio y el valor de K_p.

Datos: $R = 0{,}082\ atm \cdot L \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1}$; Masas atómicas relativas: O = 16; S = 32.

159.-/ Justifique si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas:

a) En una reacción entre gases del tipo $A(g) + 2B(g) \rightleftharpoons 2C(g)$; los valores de K_c y K_p son iguales.
b) Para una reacción endotérmica en equilibrio, se produce un incremento de la cantidad de productos al aumentar la temperatura.
c) Cuando una mezcla de reacción alcanza el equilibrio la formación de productos se detiene.

160.-/ En un recipiente de 2 L se introducen 4,9 g de CuO y se calienta hasta 1025 ºC, alcanzándose el siguiente equilibrio: $4\ CuO\ (s) \rightleftharpoons 2\ Cu_2O\ (s) + O_2\ (g)$

Si la presión total en el equilibrio es de 0,5 atm, calcule:

a) Los moles de O_2 que se han formado y la masa de CuO que queda sin descomponer.
b) Las constantes K_p y K_c a esa temperatura.

Datos: $R = 0{,}082\ atm \cdot L \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1}$; Masas atómicas relativas: O = 16; Cu = 63,5.

161.-/ A 200 ºC y presión de 1 atm, el PCl_5 se disocia en PCl_3 y Cl_2 en un 48,5 %, según el siguiente equilibrio: $PCl_5(g) \rightleftharpoons PCl_3(g) + Cl_2(g)$

a) Calcule las fracciones molares de todas las especies en el equilibrio.
b) Determine el valor de K_c y de K_p.

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

162-/ En un reactor de 1 L a 1000 K, se establece el siguiente equilibrio:

$$CO(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO_2(g) + H_2(g) \qquad \Delta H = 42\ kJ \cdot mol^{-1}$$

Explique si la cantidad de H_2 aumenta, disminuye o permanece constante:

a) Tras la adición de catalizador.
b) Al aumentar la temperatura.
c) Al transferir la mezcla a un reactor de 10 L a temperatura constante.

163.-/ En un matraz de 1,75 L, en el que previamente se ha hecho el vacío, se introducen 0,1 mol de CO y 1 mol de $COCl_2$. A continuación se establece el siguiente equilibrio a 668 K:

$$CO(g) + Cl_2(g) \rightleftharpoons COCl_2(g)$$

Si en el equilibrio la presión parcial de Cl_2 es 10 atm, calcule:

a) Las presiones parciales de CO y $COCl_2$ en el equilibrio.

b) Los valores de K_p y K_c para la reacción a 668 K.

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

164.-/ En un recipiente cerrado de 0,5 L, en el que previamente se ha realizado el vacío, se introducen 1 g de H_2 y 1 g de H_2S. Se eleva la temperatura de la mezcla hasta 1670 K, alcanzándose el equilibrio:

$$2\ H_2S(g) \rightleftharpoons 2\ H_2(g) + S_2(g)$$

En el equilibrio la fracción molar de S_2 en la mezcla gaseosa es 0,015. Calcule:

a) Las presiones parciales de cada especie en el equilibrio.

b) El valor de K_c y K_p a 1670 K.

Datos: $R = 0{,}082\ atm \cdot L \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1}$; Masas atómicas relativas: H = 1; S = 32.

165.-/ La constante K_p es 0,24 para la siguiente reacción en equilibrio a 25 ºC:

$$2\ ICl(s) \rightleftharpoons I_2(s) + Cl_2(g)$$

En un recipiente de 2 L en el que se ha hecho el vacío se introducen 2 moles de ICl. Calcule:

a) La concentración de Cl_2 (g) cuando se alcance el equilibrio

b) Los gramos de ICl que quedarán en el equilibrio.

Datos: $R = 0{,}082\ atm \cdot L \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1}$; Masas atómicas relativas: I = 127; Cl = 35,5.

166.-/ El metanol se prepara industrialmente según el proceso siguiente:

$$CO(g) + 2\ H_2(g) \rightleftharpoons CH_3OH(g) \qquad \Delta H < 0$$

Razone cómo afectaría al rendimiento de la reacción:

a) Aumentar la temperatura.

b) Retirar del reactor el CH_3OH a medida que se vaya produciendo.

c) Aumentar la presión del sistema a temperatura constante.

167.-/ El N_2O_4 se descompone en NO_2, estableciéndose el siguiente equilibrio:

$$N_2O_4\ (g) \rightleftharpoons 2\ NO_2\ (g)$$

En un recipiente de 0,5 L se introducen 0,025 moles N_2O_4 a 250 ºC. Una vez alcanzado el equilibrio, la presión total es de 3,86 atm. Calcule:

a) La presión parcial de cada gas en el equilibrio y el valor de K_p a la temperatura dada.

b) El grado de disociación del N_2O_4 y el valor de K_c a la temperatura dada.

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

168.-/ El bromuro de amonio es un sólido cristalino que se descompone en un proceso endotérmico según el siguiente equilibrio:

$$NH_4Br(s) \rightleftharpoons NH_3(g) + HBr(g)$$

En un reactor en el que se ha alcanzado el equilibrio anterior:

a) Explique si la cantidad de $NH_4Br(s)$ aumenta, disminuye o no se modifica al introducir $NH_3(g)$ en el reactor.

b) Justifique qué ocurre si duplicamos el volumen del reactor a temperatura constante.

c) Razone si el valor de la constante de equilibrio a 400 ºC será mayor, menor o igual que a 25 ºC.

169.-/ Se introduce 0,1 mol de PCl_5 en un matraz cerrado de 0,5 L y se calienta a 525 ºC, disociándose un 48% según la siguiente reacción:

$$PCl_5(g) \rightleftharpoons PCl_3(g) + Cl_2(g)$$

Calcule:

a) Las concentraciones de los gases en el equilibrio y el valor de K_c a esa temperatura.

b) La presión total en el interior del matraz cuando se alcanza el equilibrio y el valor de K_p a esa temperatura.

Dato: R = 0,082 atm·L·mol^{-1}·K^{-1}.

170.-/ Se introducen 2 g de $CaCO_3$ en un recipiente de 2 L y se calienta a 800 ºC estableciéndose el siguiente equilibrio: $CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g)$. Calcule:

a) Las constantes K_p y K_c a esa temperatura si la presión en el equilibrio es de 0,236 atm.

b) Los gramos de $CaCO_3$ y de CaO que hay en el recipiente después de que se alcance el equilibrio.

Datos: R = 0,082 atm·L·mol^{-1}·K^{-1}; Masas atómicas relativas: C = 12; O = 16; Ca = 40.

171.-/ El cloro gaseoso, $Cl_2(g)$, se obtiene industrialmente a partir de HCl(g) y $O_2(g)$, de acuerdo con la siguiente ecuación: $4\ HCl(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2\ Cl_2(g) + 2\ H_2O(g)$

Se introducen 32,85 g de HCl y 38,40 g de O_2 en un recipiente cerrado de 10 L y se calienta la mezcla de reacción a 390 ºC. Cuando se alcanza el equilibrio se observa que la presión parcial de $Cl_2(g)$ vale 2,175 atm. Calcule:

a) La concentración de todos los gases en el equilibrio.

b) Las constantes K_c y K_p a 390 ºC.

Datos: R = 0,082 atm·L·mol^{-1}·K^{-1}; Masas atómicas relativas: H = 1; O = 16; Cl = 35,5.

172.-/ En un recipiente de 10 L se introduce el mismo número de moles de I_2 y H_2. Se calienta a 623 K y se obtienen 2 moles de HI, de acuerdo con el siguiente equilibrio:

$$H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2\ HI(g)$$

Calcule:

a) Los moles de I_2 y H_2 que se han introducido y la presión total en el equilibrio.

b) El valor de K_p y el porcentaje de H_2 que ha reaccionado.

Datos: R = 0,082 atm·L·mol^{-1}·K^{-1}; K_c = 60.

173.-/ Al calentar HgO(s) a 400 ºC en un recipiente cerrado se obtiene Hg(g) y $O_2(g)$, estableciéndose el siguiente equilibrio: $2\ HgO(s) \rightleftharpoons 2\ Hg(g) + O_2(g)$

Si la presión total cuando se alcanza el equilibrio es de 0,195 atm, calcule:

a) Las presiones parciales de cada gas en el equilibrio y el valor de K_p a 400 ºC,

b) El valor de K_c a 400 ºC y los moles de HgO que se han descompuesto si el recipiente tiene un volumen de 2 L.

Dato: R = 0,082 atm·L·mol^{-1}·K^{-1}.

174.-/ El equilibrio de descomposición del $NaHCO_3$ puede expresase como:

$$2\ NaHCO_3(s) \rightleftharpoons Na_2CO_3(s) + CO_2(g) + H_2O(g)$$

Para estudiar este equilibrio en el laboratorio, se depositaron 200 g de $NaHCO_3(s)$ en un recipiente cerrado de 25 L, en el que previamente se hizo el vacío y se calentó a 110 ºC. La presión en el interior del recipiente, una vez alcanzado el equilibrio, fue de 1,65 atm. Calcule:

a) La masa de $NaHCO_3(s)$ que queda en el recipiente tras alcanzarse el equilibrio a 110 ºC.

b) El valor de K_p y K_c a esa temperatura.

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

175.-/ Explique cómo afectan los siguientes cambios al equilibrio:

$$H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2\ HI(g) \qquad \Delta H = 51{,}8\ kJ$$

a) Elevar la temperatura.
b) Retirar H_2.
c) Introducir HI.
d) Añadir un catalizador.

176.-/ El NO_2 se descompone según el equilibrio: $2\ NO_2(g) \rightleftharpoons 2\ NO(g) + O_2(g)$.
En un recipiente de 2 L a 25 ºC se introduce $NO_2(g)$ hasta que su presión es de 21,1 atm. Posteriormente se calienta a 300 ºC hasta alcanzar el equilibrio y se observa que la presión es 50 atm.

a) Calcule el valor de K_c.
b) Calcule el valor de K_p y el grado de disociación del NO_2 en esas condiciones.

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

----oOOo----