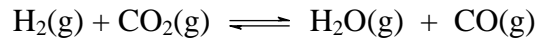


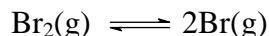
1.- En un recipiente de 1L, a 2000 K, se introducen $6 \cdot 10^{-3}$ moles de CO_2 y una cierta cantidad de H_2 , produciéndose la reacción:



Si cuando se alcanza el equilibrio, la presión total es de 6 atm, calcule:

- Los moles iniciales de H_2 .
 - Los moles en el equilibrio de todas las especies químicas presentes.
- Datos: $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$. $K_C = 4,4$

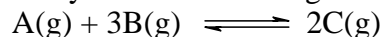
2.- En la reacción:



la constante de equilibrio K_C , a 1200 °C, vale $1,04 \cdot 10^{-3}$

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

3.- En un recipiente de 10 litros se introducen 2 moles de compuesto A y 1 mol del compuesto B. Se calienta a 300 °C y se establece el siguiente equilibrio:



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

- Las concentraciones de cada componente en el equilibrio.
 - El valor de las constantes de equilibrio K_C y K_P a esa temperatura.
- Datos : $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$.

4.- A 200 °C y 2 atmósferas el PCl_5 se encuentra disociado en un 50%, según el siguiente equilibrio:



Calcule:

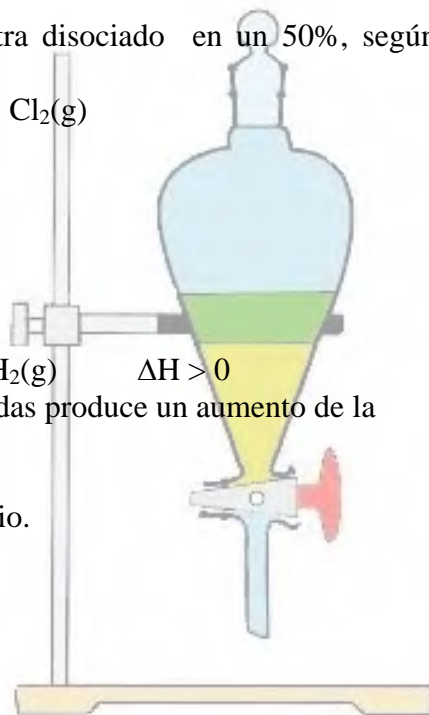
- La presión parcial de cada gas en el equilibrio.
 - Las constantes K_C y K_P a esa temperatura.
- Datos: $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$.

5.- Dado el equilibrio:



Señale, razonadamente, cuál de las siguientes medidas produce un aumento de la concentración de monóxido de carbono:

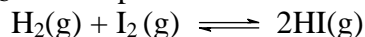
- Elevar la temperatura.
- Retirar vapor de agua de la mezcla en el equilibrio.
- Introducir H_2 en la mezcla en equilibrio.



EQUILIBRIO QUÍMICO QCA 01 ANDALUCÍA

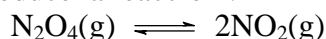
6.- Se introduce una mezcla de 0'5 moles de H_2 y 0'5 moles de I_2 en un recipiente de 1 litro y se calienta a la temperatura de 430 °C. Calcule:

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:



b) El valor de la constante K_P a la misma temperatura.

7.- En un recipiente de 2 litros que se encuentra a 25 °C, se introducen 0'5 gramos de N_2O_4 en estado gaseoso y se produce la reacción :



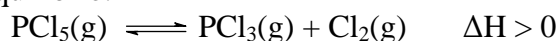
Calcule:

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: N = 14; O = 16.

8.- Para el siguiente equilibrio:



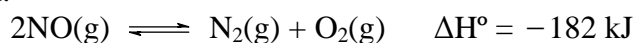
Indique, razonadamente, el sentido en que se desplaza el equilibrio cuando:

a) Se agrega cloro gaseoso a la mezcla en equilibrio.

b) Se aumenta la temperatura.

c) Se aumenta la presión del sistema.

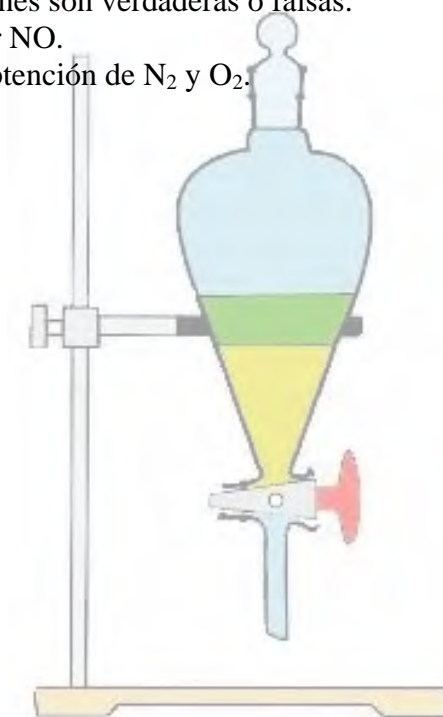
9.- Para la reacción:



Indique razonadamente si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas:

a) La constante de equilibrio aumenta al adicionar NO.

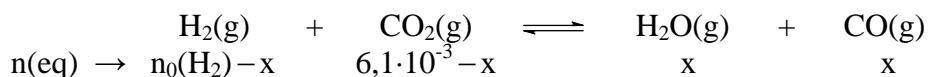
b) Una disminución de temperatura favorece la obtención de N_2 y O_2 .



EQUILIBRIO QUÍMICO QCA 01 ANDALUCÍA

1.- $V = 1 \text{ L}$ $T = 2000 \text{ K}$ $n_0(\text{CO}_2) = 6,1 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ $P_T(\text{eq}) = 6 \text{ atm}$ $K_c = 4,4$

a) Si le llamamos x al número de moles de CO_2 que desaparecen, podemos formular el número de moles de cada compuesto en el equilibrio de la siguiente forma



calculamos, sumando, el número total de moles en el equilibrio

$$n_T(\text{eq}) = n_0(\text{H}_2) - x + 6,1 \cdot 10^{-3} - x + x + x = n_0(\text{H}_2) + 6,1 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

aplicamos la ecuación general de los gases ideales al punto de equilibrio

$$P_T(\text{eq}) \cdot V = n_T(\text{eq}) \cdot R \cdot T$$

$$6 \text{ atm} \cdot 1 \text{ L} = [n_0(\text{H}_2) + 6,1 \cdot 10^{-3}] \text{ mol} \cdot 0,082 \frac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{K} \cdot \text{mol}} \cdot 2000 \text{ K}$$

despejando obtenemos $n_0(\text{H}_2) = 3 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$

b) $K_c = \frac{[\text{H}_2\text{O}] \cdot [\text{CO}]}{[\text{H}_2] \cdot [\text{CO}_2]}$ $4,4 = \frac{x^2}{(3 \cdot 10^{-2} - x) \cdot (6,1 \cdot 10^{-3} - x)}$

desarrollando la ecuación nos queda $3,4x^2 - 0,159x + 8 \cdot 10^{-4} = 0$ despejando

$$x = \frac{0,159 \pm \sqrt{0,159^2 - 4 \cdot 3,4 \cdot 8 \cdot 10^{-4}}}{6,8} \quad x_1 = 0,04 \text{ mol} \quad \text{y} \quad x_2 = 5,7 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

se anula x_1 porque x ha de ser menor que $6,1 \cdot 10^{-3}$, por lo tanto los moles en el equilibrio son

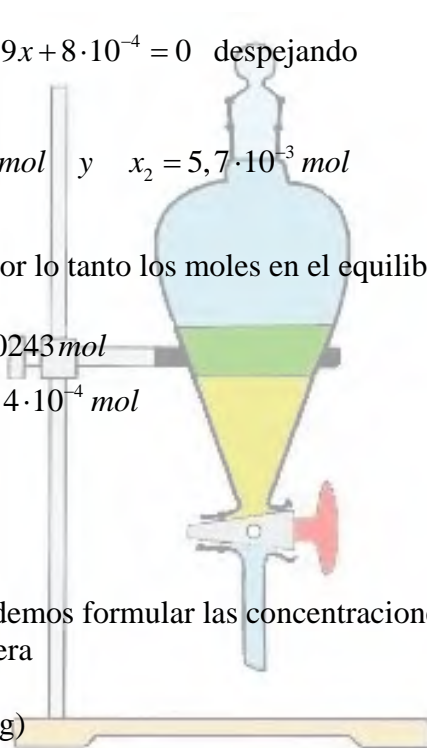
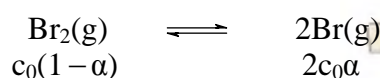
$$n(\text{H}_2) = 3 \cdot 10^{-2} - 5,7 \cdot 10^{-3} = 0,0243 \text{ mol}$$

$$n(\text{CO}_2) = 6,1 \cdot 10^{-3} - 5,7 \cdot 10^{-3} = 4 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

$$n(\text{H}_2) = n(\text{CO}) = 5,7 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

2.- $K_c = 1,04 \cdot 10^{-3}$ $c_0(\text{Br}_2) = 1 \text{ M}$

a) Usando el concepto de grado de disociación podemos formular las concentraciones de cada especie en el equilibrio de la siguiente manera



EQUILIBRIO QUÍMICO QCA 01 ANDALUCÍA

2.-

a) (continuación) aplicamos la expresión de K_c

$$K_c = \frac{[Br]^2}{[Br_2]} = \frac{4c_0^2\alpha^2}{c_0(1-\alpha)} = \frac{4c_0\alpha^2}{1-\alpha} \quad \text{sustituyendo obtenemos}$$

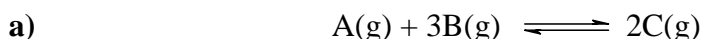
$$1,04 \cdot 10^{-3} = \frac{4\alpha^2}{1-\alpha} \quad 4\alpha^2 + 1,04 \cdot 10^{-3}\alpha - 1,04 \cdot 10^{-3} = 0$$

ecuación que tiene dos soluciones, una negativa que desechamos y otra positiva que es

$$\alpha = 0,016 \quad (1,6 \%)$$

b) $[Br](eq) = 2c_0\alpha = 2 \cdot 1 \frac{mol}{L} \cdot 0,016 = 0,032 \frac{mol}{L}$

3.- $V = 10 L$ $T = 573 \text{ }^\circ K$ $n_B(eq) = n_C(eq)$



si le llamamos x al número de moles de A que desaparecen, podemos formular los moles de cada especie en el equilibrio en la siguiente tabla

especie	A	B	C
n_0	2	1	0
n_{eq}	$2-x$	$1-3x$	$2x$

como $n_B(eq) = n_C(eq)$ $1-3x = 2x$ $x = 0,2 \text{ mol}$ por lo tanto la concentración de cada especie en el equilibrio es

$$[A]_{eq} = \frac{n_A}{V} = \frac{2-0,2}{10} = 0,18 M$$

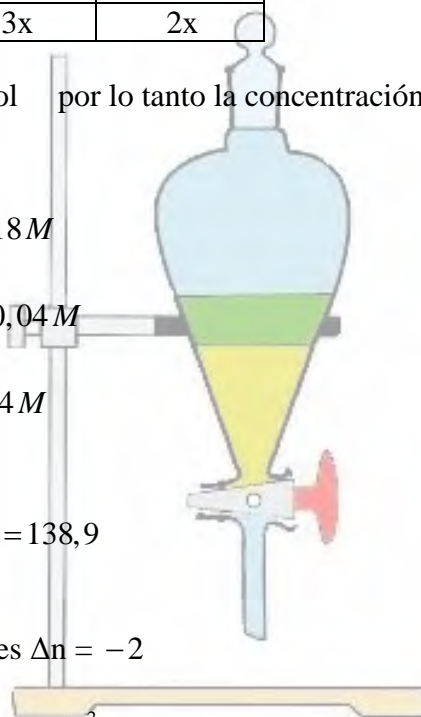
$$[B]_{eq} = \frac{n_B}{V} = \frac{1-3 \cdot 0,2}{10} = 0,04 M$$

$$[C]_{eq} = \frac{n_C}{V} = \frac{2 \cdot 0,2}{10} = 0,04 M$$

b) $K_c = \frac{[C]^2}{[A] \cdot [B]^3} = \frac{0,04^2}{0,18 \cdot 0,04^3} = 138,9$

como la variación de moles en la reacción ajustada es $\Delta n = -2$

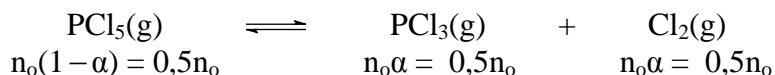
$$K_p = K_c (RT)^{\Delta n} = 138,9 (0,082 \cdot 573)^{-2} = 0,063$$



EQUILIBRIO QUÍMICO QCA 01 ANDALUCÍA

4.- $T = 473 \text{ °K}$ $P_T(\text{eq}) = 2 \text{ atm}$ $\alpha = 0,5$

a) Llamando n_0 al número de moles iniciales de pentacloruro de fósforo y sabiendo que el grado de disociación es la fracción de mol que se disocia, podemos formular el número de moles de cada especie en el equilibrio de la siguiente forma



el número total de moles $n_T = n_0(1-\alpha) + n_0\alpha + n_0\alpha = n_0(1+\alpha) = 1,5n_0$

$$P_{\text{PCl}_5} = X_{\text{PCl}_5} \cdot P_T = \frac{n_{\text{PCl}_5}}{n_T} \cdot P_T = \frac{0,5n_0}{1,5n_0} \cdot 2 \text{ atm} = 0,666 \text{ atm}$$

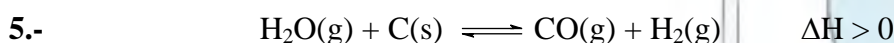
$$P_{\text{PCl}_3} = X_{\text{PCl}_3} \cdot P_T = \frac{n_{\text{PCl}_3}}{n_T} \cdot P_T = \frac{0,5n_0}{1,5n_0} \cdot 2 \text{ atm} = 0,666 \text{ atm}$$

$$P_{\text{Cl}_2} = X_{\text{Cl}_2} \cdot P_T = \frac{n_{\text{Cl}_2}}{n_T} \cdot P_T = \frac{0,5n_0}{1,5n_0} \cdot 2 \text{ atm} = 0,666 \text{ atm}$$

b)
$$K_p = \frac{P_{\text{PCl}_3} \cdot P_{\text{Cl}_2}}{P_{\text{PCl}_5}} = \frac{0,666 \cdot 0,666}{0,666} = 0,666$$

como la variación de moles en la reacción ajustada es $\Delta n = 1$

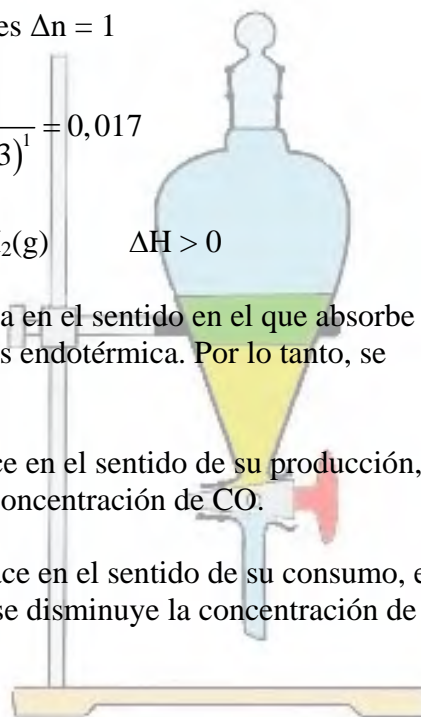
$$K_c = \frac{K_p}{(RT)^{\Delta n}} = \frac{0,666}{(0,082 \cdot 473)^1} = 0,017$$



a) Al elevar la temperatura el equilibrio se desplaza en el sentido en el que absorbe calor, es decir hacia la derecha, ya que la reacción es endotérmica. Por lo tanto, se aumenta la concentración de CO.

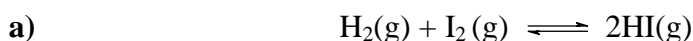
b) Retirar $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ hace que el equilibrio se desplace en el sentido de su producción, es decir hacia la izquierda, con lo que se disminuye la concentración de CO.

c) Introducir $\text{H}_2(\text{g})$ hace que el equilibrio se desplace en el sentido de su consumo, es decir, hacia la izquierda. Por consiguiente también se disminuye la concentración de CO.



EQUILIBRIO QUÍMICO QCA 01 ANDALUCÍA

6.- $V = 1 \text{ L}$ $T = 703 \text{ °K}$ $K_c = 54,3$



Si le llamamos x al número de moles de $\text{H}_2(\text{g})$ que desaparecen, podemos formular los moles de cada especie en el equilibrio y la concentración, que es la misma ya que el volumen es 1 L, en la siguiente tabla

especie	$\text{H}_2(\text{g})$	$\text{I}_2(\text{g})$	$\text{HI}(\text{g})$
n_0	0,5	0,5	0
$c_{\text{eq}} = n_{\text{eq}}$	$0,5 - x$	$0,5 - x$	$2x$

aplicamos la expresión de la constante de equilibrio y sustituimos

$$K_c = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2] \cdot [\text{I}_2]} \quad 54,3 = \frac{4x^2}{(0,5 - x)^2}$$

al desarrollar la expresión anterior obtenemos $50,3x^2 - 54,3x + 13,57 = 0$ ecuación que tiene dos soluciones $x_1 = 0,68$ y $x_2 = 0,39$ eliminamos 0,68 porque $x < 0,5$ que son los moles iniciales de hidrógeno

$$[\text{H}_2] = [\text{I}_2] = 0,5 - 0,39 = 0,11 \text{ M}$$

$$[\text{HI}] = 2 \cdot 0,39 = 0,78 \text{ M}$$

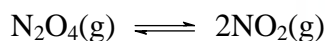


$$K_p = K_c (RT)^{\Delta n} \quad K_p = K_c = 54,3$$

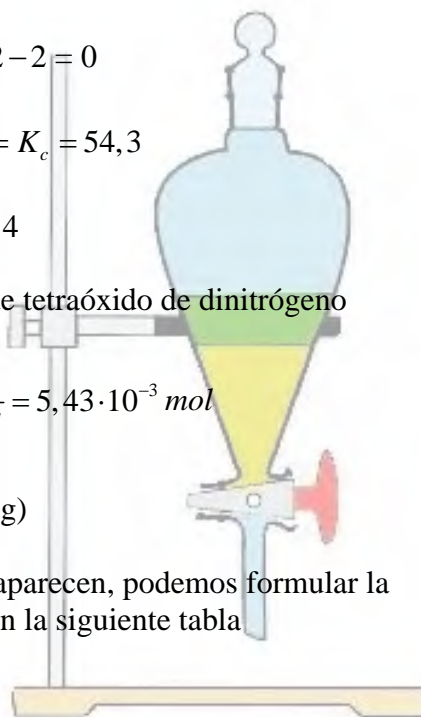
7.- $V = 2 \text{ L}$ $T = 298 \text{ °K}$ $K_p = 0,114$

a) Calculamos el número de moles que son 0,5 g de tetraóxido de dinitrógeno
 $M_m(\text{N}_2\text{O}_4) = 92 \text{ g/mol}$

$$n_0(\text{N}_2\text{O}_4) = \frac{m_0(\text{N}_2\text{O}_4)}{M_m(\text{N}_2\text{O}_4)} = \frac{0,5 \text{ g}}{92 \text{ g/mol}} = 5,43 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$



si llamamos x al número de moles de N_2O_4 que desaparecen, podemos formular la concentración de cada especie en el equilibrio, según la siguiente tabla



EQUILIBRIO QUÍMICO QCA 01 ANDALUCÍA

7.-

a) (continuación)

especie	N_2O_4	NO_2
n_0	$5,43 \cdot 10^{-3}$	0
n_{eq}	$5,43 \cdot 10^{-3} - x$	$2x$
c_{eq}	$\frac{5,43 \cdot 10^{-3} - x}{2}$	x

calculamos la presión parcial de cada gas en el equilibrio

$$P_{N_2O_4} = c_{N_2O_4} \cdot R \cdot T = \frac{5,43 \cdot 10^{-3} - x}{2} \cdot 0,082 \cdot 298 = 0,066 - 12,22x$$

$$P_{NO_2} = c_{NO_2} \cdot R \cdot T = x \cdot 0,082 \cdot 298 = 24,44x$$

aplicamos la expresión de K_p y sustituimos

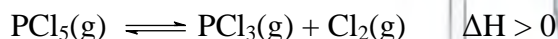
$$K_p = \frac{P_{NO_2}^2}{P_{N_2O_4}} \quad 0,114 = \frac{(24,44x)^2}{0,066 - 12,22x}$$

al desarrollar la expresión anterior obtenemos $597,31x^2 + 1,39x - 7,52 \cdot 10^{-3} = 0$
ecuación que tiene dos soluciones, una negativa y la otra $x = 2,57 \cdot 10^{-3}$

$$P_{N_2O_4} = 0,066 - 12,22x = 0,066 - 12,22 \cdot 2,57 \cdot 10^{-3} = 0,034 \text{ atm}$$

$$\text{b) } \alpha = \frac{n_{eq}(N_2O_4)}{n_0(N_2O_4)} = \frac{5,43 \cdot 10^{-3} - 2,57 \cdot 10^{-3}}{5,43 \cdot 10^{-3}} = 0,526 \quad (52,6\%)$$

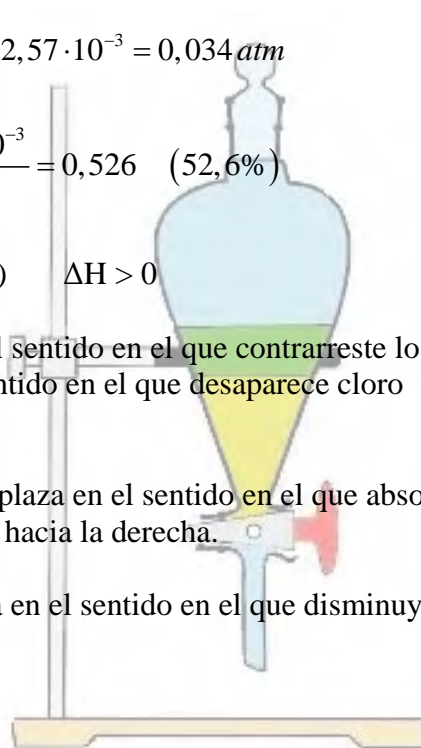
8.-



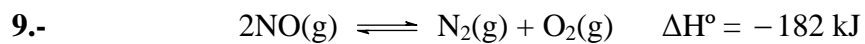
a) Al agregar $Cl_2(g)$, el equilibrio se desplaza en el sentido en el que contrarreste lo que ha producido el desequilibrio, es decir, en el sentido en el que desaparece cloro molecular. Se desplaza hacia la izquierda.

b) Al aumentar la temperatura, el equilibrio se desplaza en el sentido en el que absorbe calor. Como la reacción es endotérmica se desplaza hacia la derecha.

c) Al aumentar la presión, el equilibrio se desplaza en el sentido en el que disminuye el número de moles. Se desplaza hacia izquierda.



EQUILIBRIO QUÍMICO QCA 01 ANDALUCÍA



- a) Es falsa. La K_c depende de la temperatura, no de las concentraciones.
- b) Es verdadera. Al enfriar, la reacción se desplaza hacia donde produce calor, como es exotérmica lo hace hacia la derecha favoreciendo la obtención de N_2 y de O_2 .

