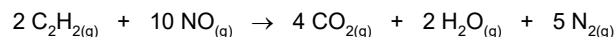


## Tema 6: Termoquímica, equilibrio químico y cinética química

Semestre 2018-1

Termoquímica

1. La reacción siguiente:

Libera 700 [kJ] a partir de 14 [g] de  $\text{C}_2\text{H}_2$  y 77 [g] de NO en condiciones normales.

Determine:

- a) La cantidad de calor que se libera para un 100 % de rendimiento.  
b) El rendimiento porcentual de la reacción.

a)  $Q = -876.453 \text{ [kJ]}$

b) 79.86 %

2. Cuando se queman 70 [g] de propano,  $\text{C}_3\text{H}_{8(g)}$ , en presencia de 14 [g] de oxígeno,  $\text{O}_{2(g)}$ , se producen experimentalmente 6 [L] de  $\text{CO}_{2(g)}$  medidos a 25°C y 101 325 [Pa].

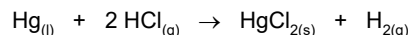
Determine:

- a) El rendimiento porcentual de la reacción.  
b) La cantidad de calor que se liberó. La  $\Delta H_f^\circ$  del propano es  $-103.8 \text{ [kJ}\cdot\text{mol}^{-1}]$ .

a) 93.4347 % de rendimiento

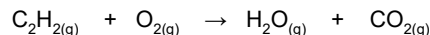
b)  $Q = 181.4455 \text{ [kJ]}$

3. Calcule la cantidad de calor involucrado en la producción de 49 [g] de  $\text{HgCl}_{2(s)}$  con base en la reacción siguiente:



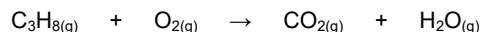
$Q = -8.2128 \text{ [kJ]}$

4. Durante la combustión del acetileno gaseoso ( $\text{C}_2\text{H}_{2(g)}$ ) se forman dióxido de carbono gaseoso y agua gaseosa. ¿Cuánto calor se desprende al obtenerse 450 [g] de agua a 101.325 [kPa] y 25 [°C]? La reacción sin ajustar es:



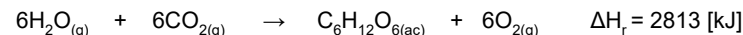
$Q = -31388.25 \text{ [kJ]}$

5. Determine la cantidad de calor involucrado en la combustión de 1 [kg] de propano ( $\text{C}_3\text{H}_{8(g)}$ ). Considere que la reacción de combustión sin ajustar es la siguiente:



$Q = -46452.9545 \text{ [kJ]}$

6. Las plantas verdes sintetizan glucosa,  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_{6(ac)}$ , mediante la reacción siguiente:

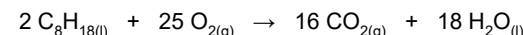


- a) Calcule la energía necesaria para obtener 20 [g] de glucosa.  
b) Calcule la  $\Delta H_f^\circ$  de la glucosa.

a)  $Q = 312.5555 \text{ [kJ]}$

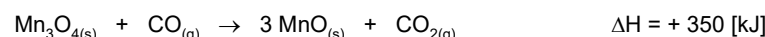
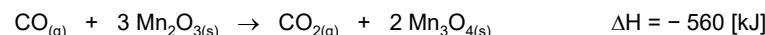
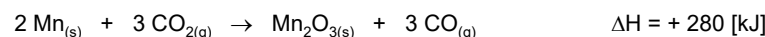
b)  $\Delta H_f^\circ_{\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_{6(ac)}} = 998.92 \text{ [kJ]}$

7. La gasolina es una mezcla de diferentes octanos, cuya fórmula general es  $\text{C}_8\text{H}_{18}$ . Considere que la densidad de la gasolina es de 800  $[\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}]$  y que su la entalpía de formación a condiciones estándar es  $\Delta H_f^\circ_{\text{C}_8\text{H}_{18(l)}} = -250 \text{ [kJ}\cdot\text{mol}^{-1}]$ . Determine la energía liberada en la combustión de 5 [L] de gasolina. Considere que la reacción de combustión es la siguiente:

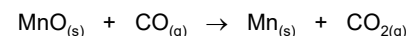


$Q = -191\,936.7365 \text{ [kJ]}$

8. Con base en los datos de las reacciones siguientes:

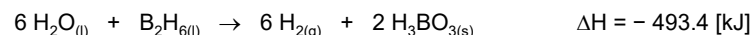
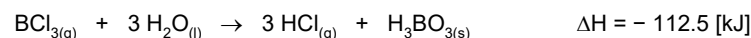


Para la reacción siguiente, determine la cantidad de calor involucrado en la producción de 7.0 [L] de  $\text{CO}_{2(g)}$  medido a 77 [kPa] y 280 [K].

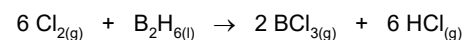


$Q = -37.8174 \text{ [kJ]}$

9. Con base en los datos de las reacciones siguientes:

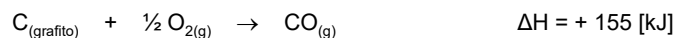
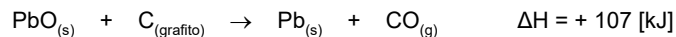


Determine la cantidad de calor involucrado en la producción de 21.42 [L] de  $\text{BCl}_{3(g)}$  a 0.9198 [atm] y 35 [°C] a partir de la siguiente reacción:

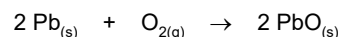


$Q = -536.1182 \text{ [kJ]}$

10. A partir de las entalpías de las reacciones siguientes

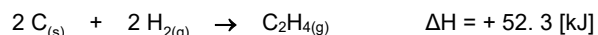
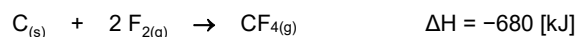
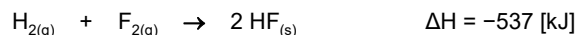


Determine la cantidad de calor involucrado en la reacción siguiente, cuando se hacen reaccionar 414 [g] de Pb.

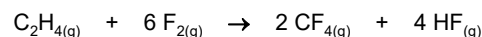


$$Q = 95.91 \text{ [kJ]}$$

11. Con los datos que a continuación se presentan



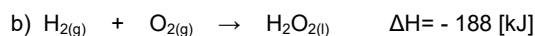
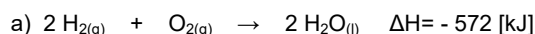
determine la cantidad de calor involucrado en la producción de 18 [dm<sup>3</sup>] de CF<sub>4(g)</sub> medido a 77 [kPa] y 25 [°C] de acuerdo con la reacción siguiente



$$Q = -695.1151 \text{ [kJ]}$$

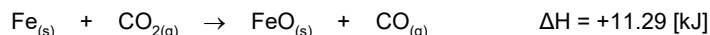
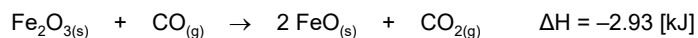
12. Utilice las ecuaciones termoquímicas a y b para determinar la  $\Delta H$  de la descomposición de peróxido de hidrógeno (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>). Compuesto cuyos usos van desde aclarar el pelo hasta activar los motores de los cohetes.

Reacción general:  $2 \text{H}_2\text{O}_{2(l)} \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}_{(l)} + \text{O}_{2(g)}$

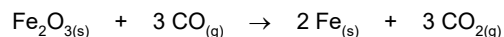


$$\Delta H_d = -196 \text{ [kJ]}$$

13. Dadas las siguientes ecuaciones químicas y sus entalpías de reacción:



a) Determine la entalpía de reacción para la siguiente ecuación química:

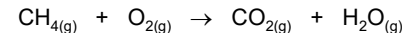


b) ¿Cuánto calor está involucrado en la producción de 300 [mL] de CO<sub>2(g)</sub> a 1 [atm] y 30 [°C]?

$$\text{a) } \Delta H_r = -25.51 \text{ [kJ]}$$

$$\text{b) } Q = -0.10262 \text{ [kJ]}$$

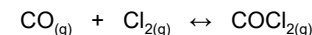
14. Calcule la cantidad de calor que se produce cuando se queman 100 [g] de metano gaseoso a 25 [°C] y 1 [atm]. La reacción sin ajustar es:



$$Q = -5014.06 \text{ [kJ]}$$

### Equilibrio Químico

15. Para el equilibrio:

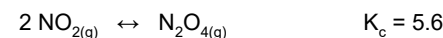


El valor de K<sub>c</sub> es de  $1.5 \times 10^4$  a 300 [°C]. Si se inicia con 70 [g] de Cl<sub>2</sub> y 70 [g] de CO en un recipiente cerrado de 140 [dm<sup>3</sup>], determine la concentración de cada reactivo en el equilibrio.

$$[\text{CO}_{(g)}] = 10.8061 \times 10^{-3} \text{ [M]}$$

$$[\text{Cl}_{2(g)}] = 4 \times 10^{-7} \text{ [M]}$$

16. Para el equilibrio siguiente:

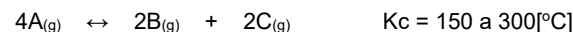


Determine la concentración del NO<sub>2(g)</sub> y del N<sub>2</sub>O<sub>4(g)</sub> en el equilibrio, considerando inicialmente 0.7 [mol] de NO<sub>2(g)</sub> y 0.42 [mol] de N<sub>2</sub>O<sub>4(g)</sub> en un recipiente sellado de 7 [L].

$$[\text{NO}_{2(g)}] = 0.1024 \text{ [M]}$$

$$[\text{N}_2\text{O}_{4(g)}] = 0.05877 \text{ [M]}$$

17. Las concentraciones en el equilibrio de la reacción:



son [B] = 0.25 [M] y [C] = 0.50 [M], determine:

a) La concentración molar de A.

b) El valor de K<sub>p</sub>.

Indique hacia dónde se desplaza la reacción en equilibrio si:

c) Se disminuye la cantidad A<sub>(g)</sub>.

d) Se aumenta la presión.

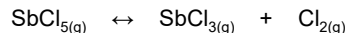
$$\text{a) } [\text{A}_{(g)}] = 0.1010 \text{ [M]}$$

$$\text{b) } K_p = 150$$

$$\text{c) Hacia reactivos}$$

$$\text{d) No se desplaza}$$

18. En un recipiente de 2 [dm<sup>3</sup>] se encuentran en equilibrio a 448 [°C], 1.90 [g] de SbCl<sub>5</sub>, 45.7 [g] de SbCl<sub>3</sub> y 1.41 [g] de Cl<sub>2</sub>.



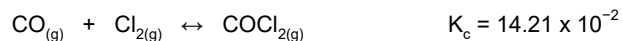
a) Calcule K<sub>c</sub> y K<sub>p</sub>

Indique hacia dónde se desplaza la reacción en equilibrio si:

- b) Se elimina SbCl<sub>5(g)</sub> de la mezcla en equilibrio.  
c) Disminuye la presión

- a) K<sub>c</sub> = 0.6232  
K<sub>p</sub> = 36.85  
c) Hacia reactivos  
d) Hacia productos

19. Para el siguiente sistema en equilibrio:



La formación de COCl<sub>2(g)</sub> es un proceso endotérmico. Si inicialmente se tienen 7 [mol] de cada compuesto en un recipiente cerrado herméticamente con una capacidad de 700 [L], determine:

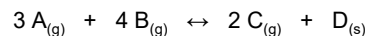
a) La concentración de cada compuesto en el equilibrio.

Hacia donde se desplaza el equilibrio si:

- b) Se sustrae un poco de Cl<sub>2</sub>.  
c) Se comprime el sistema.  
d) Se calienta el sistema.

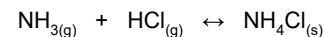
- a) [CO] = 19.9434x10<sup>-3</sup> [M]  
[Cl<sub>2</sub>] = 19.9434x10<sup>-3</sup> [M]  
[COCl<sub>2</sub>] = 56.5200x10<sup>-6</sup> [M]  
b) Hacia la izquierda  
c) Hacia la derecha  
d) Hacia la derecha

20. Se tienen en equilibrio 0.7 [mol] de **A**, 0.84 [mol] de **B**, 0.91 [mol] de **C** y 0.98 [mol] de **D** en un recipiente cerrado de 700 [mL] a 35 [°C]. Calcule K<sub>c</sub> y K<sub>p</sub>.



- K<sub>c</sub> = 0.815  
K<sub>p</sub> = 7.8877 x10<sup>-8</sup>

21. Para el siguiente sistema en equilibrio:



La formación de NH<sub>4</sub>Cl<sub>(s)</sub> es un proceso exotérmico. Si se tenían inicialmente 0.7 [mol] de NH<sub>3(g)</sub>, 0.77 [mol] de HCl<sub>(g)</sub> y 0.84 [mol] de NH<sub>4</sub>Cl<sub>(s)</sub> en un volumen de 14 [L]. Determine:

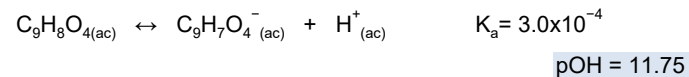
a) La concentración de cada componente en el equilibrio si K<sub>c</sub> = 700.

Hacia dónde se desplaza el equilibrio si:

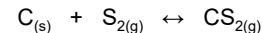
- b) Se sustrae un poco de NH<sub>3(g)</sub>.  
c) Se comprime el sistema.  
d) Se calienta el sistema.

- a) 35.3786x10<sup>-3</sup> [M] NH<sub>3</sub>  
40.3786x10<sup>-3</sup> [M] HCl  
b) Hacia la izquierda  
c) Hacia la derecha  
d) Hacia la izquierda

22. Si se disuelven 7 [g] de ácido acetilsalicílico en agua, hasta completar un volumen de 350 [mL], determine el pOH de la disolución. Considere que la reacción de ionización y su correspondiente constante de acidez es la siguiente:



23. Considere el equilibrio siguiente:



La fracción molar del S<sub>2(g)</sub> en la mezcla gaseosa es de 0.145 a 1000 [°C] y una presión total de 10 [atm]. Calcule K<sub>c</sub>.

$$K_c = 5.8965$$

24. Una disolución acuosa 0.42 [M] de un ácido débil HA tiene un grado de disociación de un 1.4 %. Calcule la constante de disociación del ácido.

$$K_d = 8.3488 \times 10^{-5}$$

**25.** Calcule la  $K_a$  para un ácido monoprótico HA cuya concentración al equilibrio de iones hidronio:  $H^+$  es de  $6.31 \times 10^{-4}$  [M] y cuya concentración al equilibrio de ácido no ionizado: HA es de 0.02 [M].

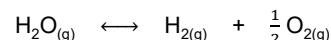
$$K_a = 1.9908 \times 10^{-5}$$

**26.** Una disolución acuosa 0.1 [M] de un ácido monoprótico, HA, tiene un pH de 4. Calcule:

- a) Las concentraciones en el equilibrio de todas las especies presentes en la disolución.  
b) La constante de ionización de HA.

$$\begin{aligned} \text{a) } [H^+] &= 1 \times 10^{-4} \text{ [M]} = [A^-] \\ [HA] &= 0.0999 \text{ [M]} \\ \text{b) } K_i &= 1.001 \times 10^{-7} \end{aligned}$$

**27.** Para la disociación del agua,



A 1500 [°C], el valor de la constante de equilibrio  $K_p = 1.87 \times 10^{-6}$ . Calcule el valor de  $K_c$  suponiendo que los gases se comportan idealmente.

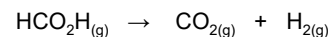
$$K_c = 1.55 \times 10^{-7}$$

**28.** Calcule la fuerza iónica de una disolución que contiene NaCl a una concentración 0.05 [M], así como la actividad para los iones  $Na^+$  y  $Cl^-$  en dicha disolución.

$$\begin{aligned} I &= 0.05 \\ \alpha_{Na^+} &= 0.0405133 \\ \alpha_{Cl^-} &= 0.0405133 \end{aligned}$$

### Cinética Química

**29.** El ácido fórmico se descompone a 550 [°C], según la reacción



La reacción tiene una cinética de primer orden. En un experimento se determina que el 75 [%] de la muestra se ha descompuesto en 72 [s]. Determine el tiempo de vida media.

$$t_{1/2} = 36 \text{ [s]}$$

**30.** Una muestra orgánica de 7000 años de antigüedad posee 3.5 [mg] del isótopo carbono-14. Considere que la vida media del isótopo es de 5730 años y determine el contenido inicial del isótopo en la muestra en miligramos.

$$m = 8.1624 \text{ [mg]}$$

**31.** En una reacción de primer orden el 25% del reaccionante inicial se transforma en productos en 35 minutos. Calcule el tiempo necesario para que la transformación sea del 98%.

$$t = 477 \text{ [min]}$$

**32.** Una reacción química es de primer orden, y se sabe que después de pasados 246 segundos ha reaccionado el 40 % del reactivo limitante. Determine su constante de rapidez.

$$k = 2.08 \times 10^{-3} \text{ [1/s]}$$

**33.** En una reacción a temperatura constante, la velocidad solo varía con la concentración del reaccionante A, de tal manera que duplicando la concentración inicial de A, la velocidad inicial se hace cuatro veces mayor. Determine el orden de la reacción con respecto a A y el orden global.

$$2 \text{ en ambos casos}$$

**34.** Para la reacción química  $R \rightarrow P$ , se ha encontrado que la rapidez de la reacción se cuadruplica cuando se duplica la concentración del reactivo.

- a) ¿De qué orden es la reacción?  
b) ¿Cuáles son las unidades de la constante de rapidez de la reacción?

$$\begin{aligned} \text{a) Segundo orden.} \\ \text{b) } [k]u &= [M^{-1} \cdot s^{-1}] \end{aligned}$$

**35.** La vida media de un isótopo de cobalto es de 5.27 años. Este año se toma una muestra de 35 [mg] de este isótopo. ¿Cuánto quedará dentro de 8 años?

$$m = 12.22 \text{ (mg)}$$