

Problem Set 1

Chemical Equilibrium

Reversible reactions

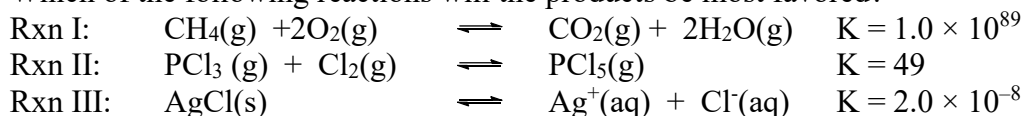
- 1) Explain the difference between physical equilibrium and chemical equilibrium. Give two examples of each
- 2) Which one of the following will change the value of equilibrium constant?
 - a) adding other substances that do not react with any of the species involved in the equilibrium
 - b) varying the initial concentrations of reactants
 - c) changing temperature
 - d) varying the initial concentrations of products

Equilibrium Constant Expressions

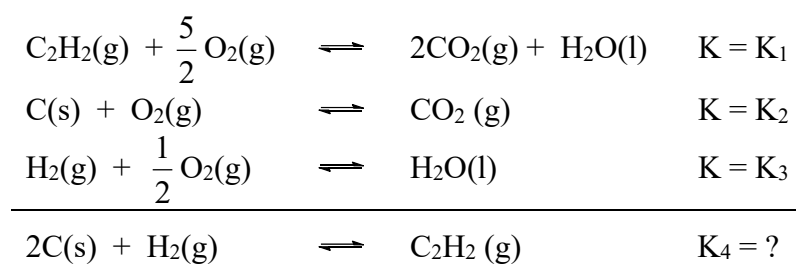
- 3) Write the K_c and K_P expression for the following:

- a. $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g})$
- b. $2\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g})$
- c. $\text{C}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g})$
- d. $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-(\text{aq}) + \text{H}^+(\text{aq})$

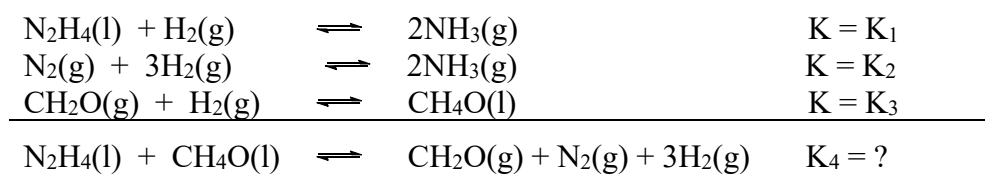
- 4) Which of the following reactions will the products be most favored?



- 5) Calculate the equilibrium constant, K_4 , for the reaction below in terms of K_1 , K_2 , and K_3 .



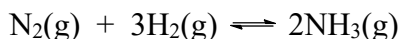
- 6) Calculate the equilibrium constant, K_4 , for the reaction below in terms of K_1 , K_2 , and K_3 .



- 7) Given the equilibrium concentrations for the reaction below, $[\text{PCl}_5] = 0.0350 \text{ M}$, $[\text{PCl}_3] = 0.0101 \text{ M}$, $[\text{Cl}_2] = 0.00250 \text{ M}$, what is the K value?

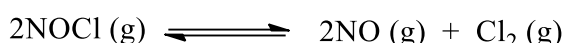


- 8) A mixture at equilibrium in a 0.45 L flask contains 2.8g of N_2 , 0.063g of H_2 , and 0.85g of NH_3 . What is the K value for this reaction?

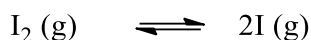


Calculating Equilibrium Concentrations

- 9) A 2.50-mol quantity of NOCl was initially placed in a 1.50-L reaction chamber at 400°C . After equilibrium was established, it was found that 28.0 percent of the NOCl had dissociated. Calculate the equilibrium constant K_c for the reaction.

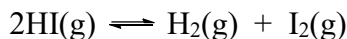


- 10) The dissociation of molecular iodine into iodine atoms is represented as;



At 1000 K, the equilibrium constant K_c for the reaction is 3.80×10^{-5} . Suppose you start with 0.0456 mole of I_2 in a 2.30-L flask at 1000 K. What are the concentrations of the gases at equilibrium?

- 11) If the equilibrium constant for the reaction below is 0.0150, what are the final concentrations at equilibrium of all chemicals if the initial concentration of HI was 1.50 M and the initial concentrations of H_2 and I_2 were 0.005 M?

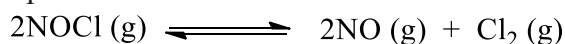


- ~~12) Initially, a 1.0 L flask contains 0.20 M COCl_2 and 0.020 M CO . Calculate the final concentrations of COCl_2 , CO and Cl_2 at equilibrium if $K_c = 2.2 \times 10^{-10}$. (Hint: Make an approximation in the calculation.)~~ $[\text{COCl}_2] = 0.20\text{M}$, $[\text{CO}] = 0.020\text{M}$, $[\text{Cl}_2] = 2.0 \times 10^{-9}\text{M}$ ~~drop any +x and -x]~~



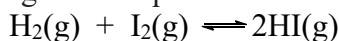
ข้อ 12 เป็นข้อยาก ไม่ต้องทำ

- 13) * Pure NOCl gas was heated at 240°C in a 1.00-L container. At equilibrium the total pressure was 1.00 atm and the NOCl pressure was 0.64 atm.

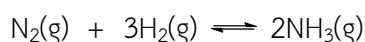


(a) Calculate the partial pressures of NO and Cl_2 in the system. (b) Calculate the equilibrium constant K_p

- 14) The equilibrium constant K_c for the reaction is 54.3 at 430°C . At the start of the reaction there are 0.714 mole of H_2 , 0.984 mole of I_2 , and 0.886 mole of HI in a 2.40-L reaction chamber. Calculate the concentrations of the gases at equilibrium.



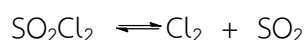
- 15) บรรจุแก๊สไนโตรเจน 1.0 mol แก๊สไฮโดรเจน 3.0 mol และแก๊สแอมโมเนีย 0.2 mol ในภาชนะปิดปริมาตร 2 L ปฏิกริยาเกิดขึ้นดังสมการ



ที่ความดันและอุณหภูมิคงที่ พบว่าที่ภาวะสมดุลในภาชนะมีแก๊สแอมโมเนียร้อยละ 80 โดยโมล คิดเป็นความเข้มข้นของแก๊สแอมโมเนียกี่โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

1. 0.05 2. 0.40 3. 0.98 4. 1.96 5. 3.36

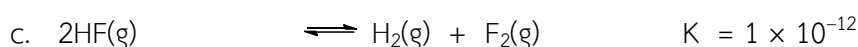
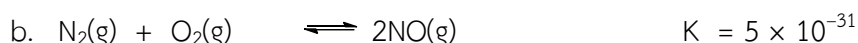
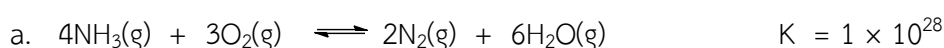
- 16) แก๊ส SO_2Cl_2 แตกตัวให้ แก๊ส Cl_2 และ SO_2 ดังสมการ



เมื่อทำการทดลองโดยบรรจุแก๊ส SO_2Cl_2 ปริมาณหนึ่งในภาชนะปิดขนาด 5 L ควบคุมอุณหภูมิที่ 127°C พบว่ามีความดันเริ่มต้นเท่ากับ 1.64 atm จากนั้นปล่อยให้แก๊สที่อุณหภูมิคงที่ จนปฏิกริยาการแตกตัวของแก๊ส SO_2Cl_2 เข้าสู่ภาวะสมดุล พบว่าในภาชนะนั้นมีแก๊สทั้งหมดเข้มข้น 0.09 mol/dm^3 ร้อยละการแตกตัวของแก๊ส SO_2Cl_2 มีค่าเท่าใด

1. 20 2. 40 3. 60
4. 80 5. ไม่สามารถคำนวณได้เพราะไม่ทราบค่าคงที่สมดุล

- 17) จากสมการเคมีและค่าคงที่สมดุล (K) ของปฏิกริยา



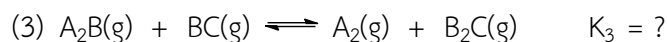
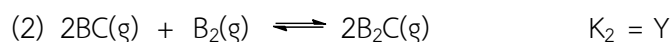
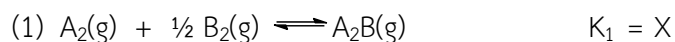
พิจารณาข้อความต่อไปนี้

- ก. ปฏิกริยาทั้งหมดจะเกิดสมดุลได้เมื่ออยู่ในภาชนะปิดเท่านั้น
ข. เมื่อเพิ่มแก๊ส O_2 ปฏิกริยา a. และ b. จะปรับตัวในทิศทางย้อนกลับมากขึ้น
ค. เมื่อเพิ่มแก๊ส N_2 ปฏิกริยา a. และ b. จะปรับตัวในทิศทางไปข้างหน้ามากขึ้น
ง. เมื่อเพิ่มความดัน ปฏิกริยา a. และ d. เท่านั้นที่ จะปรับตัวในทิศทางไปข้างหน้ามากขึ้น
จ. เมื่อลดความดัน ปฏิกริยา b. และ c. เท่านั้นที่ จะปรับตัวในทิศทางตรงกันข้ามด้วยอัตราเร็วเท่ากัน

ข้อใดถูก

1. ก เท่านั้น 2. ก และ ข 3. ค และ ง 4. ง และ จ 5. จ เท่านั้น

18) กำหนดให้ ที่อุณหภูมิ 25 °C ปฏิกิริยา (1) (2) และ (3) มีค่าคงที่สมดุล K_1 K_2 และ K_3 ตามลำดับ ดังนี้



ค่าคงที่สมดุล K_3 มีค่าเท่าใด

1. $2Y-X$

2. $\frac{Y}{2} - X$

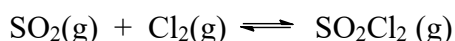
3. $\frac{Y}{X}$

4. $\frac{\sqrt{Y}}{X}$

5. $\frac{Y}{X^2}$

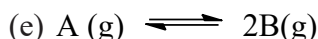
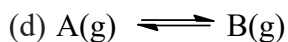
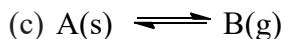
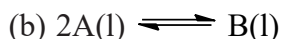
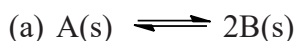
Le Châtelier's Principle

19) Consider this equilibrium system:



Predict how the equilibrium position would change if (a) Cl_2 gas were added to the system, (b) SO_2Cl_2 were removed from the system, (c) SO_2 were removed from the system. The temperature remains constant.

20) What effect does an increase in pressure have on each of these systems at equilibrium?



The temperature is kept constant. In each case, the reacting mixture is in a cylinder fitted with a movable piston.

21) Consider these equilibrium systems:



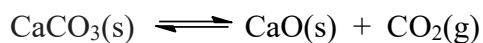
Predict the change in the equilibrium constant K_c that would occur in each case if the temperature of the reacting system were raised.

22) Consider this equilibrium process:



Predict the direction of the shift in equilibrium when (a) the temperature is raised, (b) more chlorine gas is added to the reaction mixture, (c) some PCl_3 is removed from the mixture, (d) the pressure on the gases is increased, (e) a catalyst is added to the reaction mixture.

23) Consider this reaction at equilibrium in a closed container:



What would happen if (a) the volume is increased, (b) some CaO is added to the mixture, (c) some CaCO_3 is removed, (d) some CO_2 is added to the mixture, (e) a few drops of an NaOH solution are added to the mixture, (f) a few drops of an HCl solution are added to the mixture (ignore the reaction between CO_2 and water), (g) the temperature is increased?