

1



2

$aA + bB + \cdots \rightleftharpoons pP + qQ + \cdots$  において

[A] : 物質 A のモル濃度、a, b… : 係数

K : \_\_\_\_\_ (温度が変わらなければ一定)

単位 :

問 19 次の反応の平衡定数を表す式を答えよ。また、それぞれの平衡定数に単位がある場合にはそれも示せ。ただし、状態が示されていないものはすべて気体とする。



**例題 1**      容積一定の容器に、 $\text{H}_2$  1.00mol と  $\text{I}_2$  1.00mol を入れて加熱し、一定温度に保ったところ、反応が平衡状態に達して  $\text{HI}$  が 1.6mol 生成した。

(1)この温度における平衡定数を求めよ。

(2)同じ容器に  $\text{H}_2$  1.5mol と  $\text{I}_2$  1.5mol を入れて同じ温度に保ったとき、平衡状態における  $\text{HI}$  の物質量を求めよ。

**例題2** ある温度で、 $n$  [mol]の四酸化二窒素を体積  $V$  [l]の容器に入れると、二酸化窒素を生じて次式のような平衡状態に達した。このときの全圧を  $P$  [Pa]、四酸化二窒素の解離度を  $\alpha$  とし、下の各問いに答えよ。



- (1) 平衡状態における二酸化窒素の物質量は何 mol か。
- (2) 平衡時の四酸化二窒素の分圧は何 Pa か。
- (3) この反応における平衡定数  $K$  を求めよ。

《解答》

$$(1) 2n\alpha \quad (2) \frac{1-\alpha}{1+\alpha}P [\text{Pa}] \quad (3) K = \frac{4n\alpha^2}{(1-\alpha)V} [\text{mol/l}]$$

**類題 6a** 容積一定の容器に HI を  $4.5\text{mol}$  入れて加熱し、一定温度に保ったところ、平衡状態となり、 $0.50\text{mol}$  の  $\text{I}_2$  が生成した。

(1)この温度における平衡定数を求めよ。(2)同じ容器に HI を  $1.8\text{mol}$  入れて温度に保ったとき、平衡状態における  $\text{I}_2$  の物質量を求めよ。

**類題 6b** 容器が  $24\text{L}$  の容器に四酸化二窒素  $\text{N}_2\text{O}_4$  を  $0.50\text{mol}$  入れて加熱し、一定温度に保ったところ、その  $60\%$  が解離して二酸化窒素  $\text{NO}_2$  となり平衡状態に達した。

(1)平衡状態における  $\text{N}_2\text{O}_4$  と  $\text{NO}_2$  の物質をそれぞれ求めよ。(2) この温度における平衡定数を求めよ。

3

1 \_\_\_\_\_ (平衡移動の原理)

平衡状態の 2 \_\_\_\_\_ を変化させると、  
その影響を打ち消す方向に変化が起こり、新しい平衡状態になる。

濃度	圧力	温度	触媒
大 ⇒	増 ⇒ (気体の分子数 )	上げる⇒	
小 ⇒	減 ⇒ (気体の分子数 )	下げる⇒	

**例題3** 次の各反応が平衡状態にあるとき、( ) に示す条件変化によって、平衡はどちらに移動するか。(ア) 左, (イ) 右, (ウ) 移動しない, で答えよ。

(1)  $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$  (NaOH を加える)

(2)  $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{SO}_3$  (加圧する)

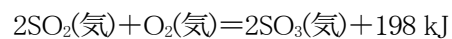
(3)  $\text{H}_2 + \text{I}_2(\text{気}) \rightleftharpoons 2\text{HI}$  (減圧する)

(4)  $3\text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{O}_3 - 285\text{kJ}$  (冷却する)

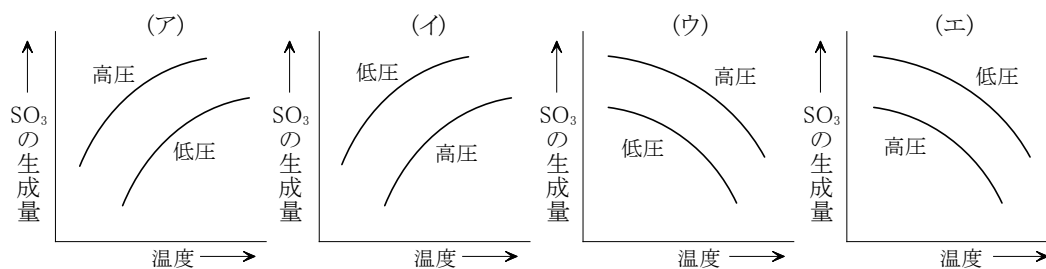
(5)  $\text{CO} + 2\text{H}_2 \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}(\text{気})$  (触媒を加える)

**例題4**

次の可逆反応について、下の各問いに答えよ。



- (1) 温度・圧力と三酸化硫黄  $\text{SO}_3$  の生成量との関係を表したグラフはどれか。



- (2) この反応が全圧  $a[\text{Pa}]$  で平衡状態にあるとき、温度一定のまま、容器の体積を半分にすると、全圧は  $b[\text{Pa}]$  となった。正しい関係式はどれか。

(ア)  $b < a$  (イ)  $b = a$  (ウ)  $a < b < 2a$  (エ)  $b = 2a$  (オ)  $b > 2a$

■反応に関わらない成分を加えたときの平衡移動

①温度・体積一定でアルゴン Ar を加える

②温度・全圧一定でアルゴン Ar を加える

③触媒を加える

■ルシャトリエの原理の工業への応用 教科書 P. 173

アンモニアの工業的製法  $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$  (+92kJ)

①温度 右向きは 1 \_\_\_\_\_ 反応であるから、平衡の条件からは温度が 2 \_\_\_\_\_ ほど  $\text{NH}_3$  の生成に有利。しかし、温度が低いと反応が遅くなるので、実際には  $400\sim 500^\circ\text{C}$ 。

②圧力 右向きは気体の分子数が 3 \_\_\_\_\_ する反応であるから、 $\text{NH}_3$  の生成には 4 \_\_\_\_\_ が有利。設備費用を考えて実際は、 $2\sim 10\times 10^7\text{Pa}$  ( $200\sim 1000\text{atm}$ )。

③濃度 高压の平衡混合物の温度を下げて 5 \_\_\_\_\_ を液体にして除き ( $\text{N}_2$  や  $\text{H}_2$  は容易には液化しない)、平衡を 6 \_\_\_\_\_ に移動させる。

④触媒 7 \_\_\_\_\_ を主成分とする触媒を使って反応を速くする。

■水のイオン積 と pH

4

・水のイオン積

・pH

■溶液中の化学平衡

5

例 1 : 酢酸

例 2 : アンモニア

$K_a$  :

$c$ :モル濃度[mol/L]、 $\alpha$  : 電離度

$K_b$  :

$c$ :モル濃度[mol/L]、 $\alpha$  : 電離度