

高3化学総合SA 確認テスト 春期第2講(化学平衡)

氏名 _____ 得点 /100(8割合格)

【1】以下の問いに答えよ。

(1) 素反応 $aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$ において、正反応の反応速度定数 k_1 、逆反応の反応速度定数 k_2 を用いて、正反応、逆反応の反応速度 v_1 、 v_2 を表せ。また、平衡状態において、

$$\frac{[C]^c[D]^d}{[A]^a[B]^b} = K \text{ (一定) となることを導け。}$$

(2) 気体反応 $aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$ が平衡状態であるとき、圧平衡定数 K_p を各化学種の分圧用いて表せ。また、平衡定数 K を K_p を用いて表せ。

(3) 難溶性の固体が溶解平衡 $AB(\text{固}) \rightleftharpoons A^+ + B^-$ にあるとき、溶解度積 K_{sp} を各化学種の濃度を用いて表せ。また、 A^+ と B^- の初濃度の積が K_{sp} より大きいとき、沈殿は生成するか。逆に A^+ と B^- の仕込み濃度の積が K_{sp} より小さいときはどうか答えよ。

【2】次の反応が平衡状態にあるとき、() 内のように条件を変化させると、平衡はどちらに移動するか。

- | | |
|--|---------------------|
| (1) $CO + H_2O(\text{気}) \rightleftharpoons CO_2 + H_2$ | (圧力を高くする) |
| (2) $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$ | (全圧を一定に保ち、アルゴンを加える) |
| (3) $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$ | (体積を一定に保ち、アルゴンを加える) |
| (4) $H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^- - 56\text{kJ}$ | (冷却する) |
| (5) $CH_3COOH \rightleftharpoons H^+ + CH_3COO^-$ | (pH を大きくする) |
| (6) $C(\text{固}) + H_2O(\text{気}) \rightleftharpoons CO + H_2$ | (圧力を高くする) |
| (7) $SO_2 + 2H_2O \rightleftharpoons HSO_3^- + H_3O^+$ | (水を加えてうすめる) |
| (8) $CO + 2H_2 \rightleftharpoons CH_3OH$ | (触媒を増やす) |

【1】((1) v_1, v_2 各 4 点, 導出 4 点 (2) K_p 4 点, 導出 8 点 (3) K_{sp} 4 点, 残り各 4 点 計 36 点)

(1) $v_1 = k_1[A]^a[B]^b, v_2 = k_2[C]^c[D]^d$

平衡状態において, 正反応と逆反応の反応速度が等しいことから

$$k_1[A]^a[B]^b = k_2[C]^c[D]^d$$

これより, $\frac{[C]^c[D]^d}{[A]^a[B]^b} = \frac{k_1}{k_2}$

k_1, k_2 は一定なので, $\frac{[C]^c[D]^d}{[A]^a[B]^b} = K$ (一定) \cdots ① となる。

(2) $K_p = \frac{(P_C)^c(P_D)^d}{(P_A)^a(P_B)^b}$

気体 A の状態方程式より, $p_A V = n_A RT \Leftrightarrow \frac{n_A}{V} = \frac{p_A}{RT} \Leftrightarrow [A] = \frac{p_A}{RT}$

他の気体についても同様に, $[B] = \frac{p_B}{RT}, [C] = \frac{p_C}{RT}, [D] = \frac{p_D}{RT}$

これらを①に代入すると,

$$K = \frac{\left(\frac{p_C}{RT}\right)^c \left(\frac{p_D}{RT}\right)^d}{\left(\frac{p_A}{RT}\right)^a \left(\frac{p_B}{RT}\right)^b} = \frac{(p_C)^c (p_D)^d}{(p_A)^a (p_B)^b} \cdot \frac{(RT)^{a+b}}{(RT)^{c+d}} = (RT)^{a+b-c-d} K_p$$

(3) $K_{sp} = [A^+][B^-]$,

K_{sp} より大きいとき: 沈殿が生成する。 K_{sp} より小さいとき: 沈殿は生成しない。

【2】(各 8 点 計 64 点)

- (1) 移動しない (2) 左 (3) 移動しない (4) 左 (5) 右 (6) 左 (7) 右
(8) 移動しない

<解説>

- (1) 平衡が移動しても, 気体の総分子数は変わらないので平衡は移動しない。
(2) 反応系の体積が増加することによって, 各分子の濃度が下がるため, 総分子数を増やす向きに平衡が移動する。
(3) 各分子の濃度(分圧)は変化しないため, 平衡は移動しない。
(4) 発熱する方向に平衡が移動する。
(5) pH が大きくなると, $[H^+]$ 濃度が小さくなるため, H^+ を生成する方向に移動する。
(6) 気体分子数が減る方向に移動する。
(7) 水溶液中なので $[H_2O]$ はほぼ一定とみなせる。薄めると $[SO_2], [HSO_3^-], [H_3O^+]$ が小さくなるため, 濃度を大きくする方向, 右方向に移動する。
(8) 触媒は平衡移動には関係がない。