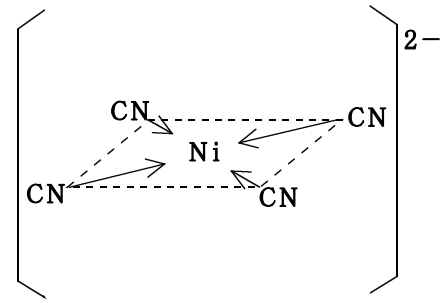
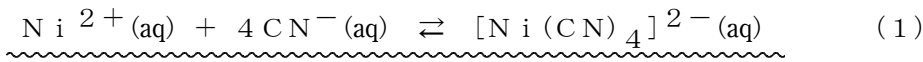


第13章 イオン平衡

§ 1. 錯体平衡

[平衡反応]



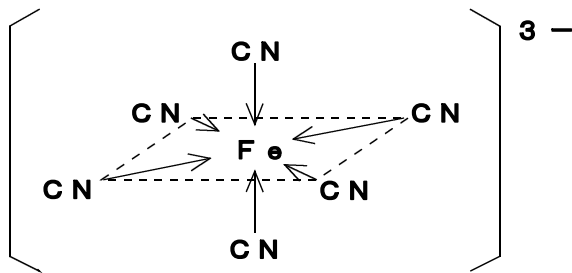
[平衡関係式]

$$K = \exp(-\Delta G_r^*/RT) \quad (2)$$

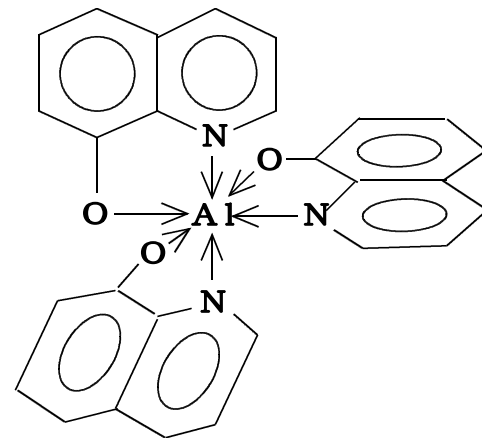
$$\Delta G_r^* \equiv \mu^*([\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-}, \text{aq}) - \{\mu^*(\text{Ni}^{2+}, \text{aq}) + 4\mu^*(\text{CN}^{-}, \text{aq})\} \quad (3)$$

$$K \equiv \frac{\{a([\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-}, \text{aq})\}}{\{a(\text{Ni}^{2+}, \text{aq})\}\{a(\text{CN}^{-}, \text{aq})\}^4} \quad (4)$$

[補足1] 錯体とは、金属イオンと何個かの配位子が「配位結合」によって結合した化合物である。

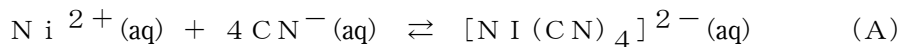


ヘキサシアノ鉄(III)酸イオン



オキシンのアルミニウム錯体

[問1] つぎの平衡反応において、



それぞれの化合物の化学ポテンシャルを、

$$\mu^*(\text{Ni}^{2+}) = \mu^*(\text{Ni}^{2+}) + RT \ln \{a(\text{Ni}^{2+})\} \quad (\text{B})$$

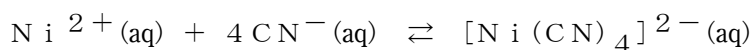
$$\mu^*(\text{CN}^{-}) = \mu^*(\text{CN}^{-}) + RT \ln \{a(\text{CN}^{-})\} \quad (\text{C})$$

$$\mu^*([\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-}) = \mu^*([\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-}) + RT \ln \{a([\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-})\} \quad (\text{D})$$

とする。その反応の平衡定数は、次式になることを示せ。

$$\frac{\{a([\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-})\}}{\{a(\text{Ni}^{2+})\}\{a(\text{CN}^{-})\}^4} = \exp\left(-\frac{\mu^*([\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-}) - \{\mu^*(\text{Ni}^{2+}) + 4\mu^*(\text{CN}^{-})\}}{RT}\right) \quad (\text{E})$$

[問2] つぎの反応について平衡定数を求めよ。



$$\Delta G_{f,298}^0(\text{Ni}^{2+}, \text{aq}) = -46 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta G_{f,298}^0(\text{CN}^{-}, \text{aq}) = 172 \text{ kJ mol}^{-1}$$

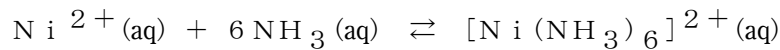
$$\Delta G_{f,298}^0([\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-}, \text{aq}) = 472 \text{ kJ mol}^{-1}$$

《 6.1×10^{29} 》 (参考: 文献値は 2.0×10^{30})

[補足2] 各イオンは活量によって表わされている。しかしながら、低濃度では、活量は重量モル濃度に等しい。また、重量モル濃度と容量モル濃度もほぼ等しい。したがって、この章では、「活量」と等しい量として、「容量モル濃度 [mol/L]」を使うことにする。

[問3] 0.01 mol/L の Ni^{2+} と 1 mol/L の CN^- を含む溶液がある。平衡状態での Ni^{2+} の濃度を求めよ。ただし、 $[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-}$ 生成の平衡定数は 6.1×10^{29} である。 $\langle 1.9 \times 10^{-32} \text{ mol/L} \rangle$

[問4] ニッケルイオン(Ni^{2+})のアンミン錯体の生成反応について、その平衡定数を求めよ。



$$\Delta G_{f,298}^0(\text{Ni}^{2+}, \text{aq}) = -46 \text{ kJ mol}^{-1}$$

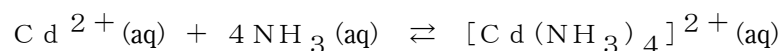
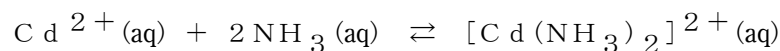
$$\Delta G_{f,298}^0(\text{NH}_3, \text{aq}) = -26.8 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta G_{f,298}^0([\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}, \text{aq}) = -256 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$\langle 4.2 \times 10^8 \rangle$ (参考: 文献値は 2.0×10^8)

[問5] 0.01 mol/L の Ni^{2+} と 1 mol/L の NH_3 を含む溶液がある。平衡状態で、 Ni^{2+} (錯体にならずに、金属イオンの状態である) の濃度を求めよ。ただし、 $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ 生成の平衡定数は 4.2×10^8 で、 NH_3 がアンモニウムイオン NH_4^+ に変化する量は無視する。 $\langle 3.5 \times 10^{-11} \text{ mol/L} \rangle$

[問6] カドミウムイオン(Cd^{2+})のアンミン錯体の生成反応について、その平衡定数を求めよ。



$$\Delta G_{f,298}^0(\text{Cd}^{2+}, \text{aq}) = -77.6 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta G_{f,298}^0(\text{NH}_3, \text{aq}) = -26.8 \text{ kJ mol}^{-1}$$

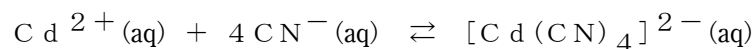
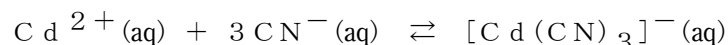
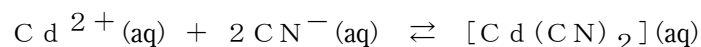
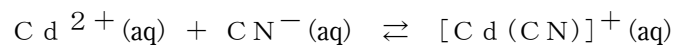
$$\Delta G_{f,298}^0([\text{Cd}(\text{NH}_3)_2]^{2+}, \text{aq}) = -159 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta G_{f,298}^0([\text{Cd}(\text{NH}_3)_4]^{2+}, \text{aq}) = -226 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$\langle 7.4 \times 10^4$ (参考: 文献値は 6.0×10^4), 1.65×10^7 (参考: 文献値は 1.82×10^7) \rangle

[問7] 0.01 mol/L の Cd^{2+} と 1 mol/L の NH_3 を含む溶液がある。平衡状態で、 $[\text{Cd}(\text{NH}_3)_2]^{2+}$ と $[\text{Cd}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ のモル濃度の比を求めよ。ただし、 $[\text{Cd}(\text{NH}_3)_2]^{2+}$ 生成の平衡定数は 7.4×10^4 であり、 $[\text{Cd}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ 生成の平衡定数は 1.65×10^7 である。また、 NH_3 がアンモニウムイオン NH_4^+ に変化する量は無視する。 [ヒント: 平衡の状態では、溶液中の Cd^{2+} のほとんどすべては $[\text{Cd}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ となっているから、 $[\text{NH}_3] \doteq 0.96 \text{ mol/L}$] $\langle 1:205 \rangle$

[問8] カドミウムイオン(Cd^{2+})のシアノ錯体の生成反応について、その平衡定数を求めよ。



$$\Delta G_{f,298}^0(\text{Cd}^{2+}, \text{aq}) = -77.6 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta G_{f,298}^0(\text{CN}^-, \text{aq}) = 172 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta G_{f,298}^0([\text{Cd}(\text{CN})]^+, \text{aq}) = 60.1 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta G_{f,298}^0([\text{Cd}(\text{CN})_2], \text{aq}) = 202.9 \text{ kJ mol}^{-1}$$

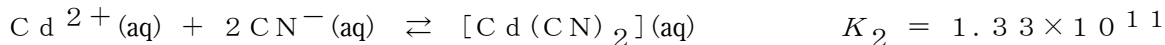
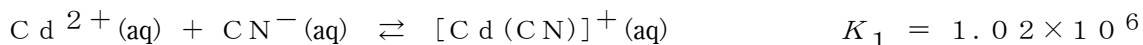
$$\Delta G_{f,298}^0([\text{Cd}(\text{CN})_3]^-, \text{aq}) = 349.1 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta G_{f,298}^0([\text{Cd}(\text{CN})_4]^{2-}, \text{aq}) = 508.1 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$\langle 1.02 \times 10^6, 1.33 \times 10^{11}, 4.4 \times 10^{15}, 8.4 \times 10^{17} \rangle$

[問9] 0.01 mol/LのCd²⁺と1 mol/LのCN⁻を含む溶液がある。

(a) 平衡状態での[Cd(CN)]⁺, [Cd(CN)₂], [Cd(CN)₃]⁻, [Cd(CN)₄]²⁻のモル濃度を、平衡状態でのカドミウムイオンの濃度[Cd²⁺]で表せ。ただし、平衡状態のこの溶液では、[CN⁻] ≃ 0.96 mol/Lとする。



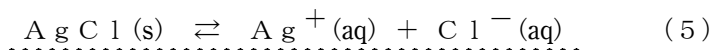
(b) 溶液中のCd²⁺と4種類のシアノ錯体のモル濃度の合計は、最初のカドミウムイオンのモル濃度である0.01 mol/Lに等しい。平衡状態でのカドミウムイオンの濃度[Cd²⁺]を求めよ。

(c) 4種類のシアノ錯体, [Cd(CN)]⁺, [Cd(CN)₂], [Cd(CN)₃]⁻, [Cd(CN)₄]²⁻のモル濃度を求めよ。

《9.8 × 10⁵ × [Cd²⁺] mol/L, 1.23 × 10¹¹ × [Cd²⁺] mol/L, 3.9 × 10¹⁵ × [Cd²⁺] mol/L, 7.1 × 10¹⁷ × [Cd²⁺] mol/L, [Cd²⁺] = 1.4 × 10⁻²⁰ mol/L, [[Cd(CN)]⁺] = 1.37 × 10⁻¹³ mol/L, [[Cd(CN)₂]] = 1.72 × 10⁻⁹ mol/L, [[Cd(CN)₃]⁻] = 5.5 × 10⁻⁵ mol/L, [[Cd(CN)₄]²⁻] = 9.9 × 10⁻³ mol/L》

§ 2. 難溶性塩の溶解平衡

[平衡反応]



[問10] 難溶性の塩である塩化銀の溶解平衡 $\text{AgCl}(\text{s}) = \text{Ag}^{+}(\text{aq}) + \text{Cl}^{-}(\text{aq})$ について、平衡反応の平衡定数 K_{sp} を、それぞれの物質の活量 $a(\text{AgCl}, \text{s})$, $a(\text{Ag}^{+}, \text{aq})$, $a(\text{Cl}^{-}, \text{aq})$ をもちいて示せ。 [ヒント: 純粋な固体の活量は "1" である。]

$$\langle K_{\text{sp}} = \{a(\text{Ag}^{+}, \text{aq})\}\{a(\text{Cl}^{-}, \text{aq})\} \rangle$$

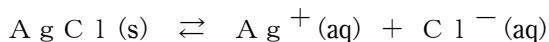
[平衡関係式]

$$K_{\text{sp}} = \exp(-\Delta G_{\text{r}}^*/RT) \quad (6)$$

$$\Delta G_{\text{r}}^* \equiv \mu^*(\text{Ag}^{+}, \text{aq}) + \mu^*(\text{Cl}^{-}, \text{aq}) - \mu^*(\text{AgCl}, \text{s}) \quad (7)$$

$$K_{\text{sp}} \equiv \{a(\text{Ag}^{+}, \text{aq})\}\{a(\text{Cl}^{-}, \text{aq})\} \quad (K_{\text{sp}} : \text{溶解度積}) \quad (8)$$

[問11] 難溶性塩である塩化銀(AgCl)の溶解度積を求めよ。



$$\Delta G_{\text{f}, 298}^0(\text{AgCl}, \text{s}) = -109.72 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta G_{\text{f}, 298}^0(\text{Ag}^{+}, \text{aq}) = 77.111 \text{ kJ mol}^{-1}$$

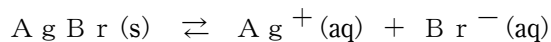
$$\Delta G_{\text{f}, 298}^0(\text{Cl}^{-}, \text{aq}) = -131.17 \text{ kJ mol}^{-1}$$

《1.77 × 10⁻¹⁰》 (参考: 文献値は 1.7 × 10⁻¹⁰)

[問12] 充分な量の塩化銀(AgCl)の結晶を水中に入れた。溶解が平衡状態になったときのAg⁺の濃度を求めよ。ただし、各イオンの活量は、容量モル濃度(mol/L)による濃度に近似でき、塩化銀の溶解度積は 1.7 × 10⁻¹⁰ である。

《1.3 × 10⁻⁵ mol/L》

[問13] 難溶性塩である臭化銀(AgBr)の溶解度積を求めよ。



$$\Delta G_{f,298}^0(\text{AgBr}, s) = -95.939 \text{ kJ mol}^{-1}$$

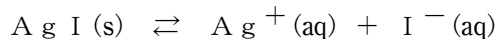
$$\Delta G_{f,298}^0(\text{Ag}^+, \text{aq}) = 77.111 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta G_{f,298}^0(\text{Br}^-, \text{aq}) = -102.82 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\langle 4.97 \times 10^{-13} \rangle \quad (\text{参考: 文献値は } 4.9 \times 10^{-13})$$

[問14] $1.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ の臭化ナトリウム(NaBr)溶液に、充分な量の臭化銀(AgBr)の結晶を入れた。平衡状態になったときの Ag^+ の濃度を求めよ。ただし、各イオンの活量は、容量モル濃度(mol/L)による濃度に近似でき、臭化銀の溶解度積は 4.9×10^{-13} である。 $\langle 4.9 \times 10^{-10} \text{ mol/L} \rangle$

[問15] 難溶性塩であるヨウ化銀(AgI)の溶解度積を求めよ。



$$\Delta G_{f,298}^0(\text{AgI}, s) = -66.32 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta G_{f,298}^0(\text{Ag}^+, \text{aq}) = 77.111 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta G_{f,298}^0(\text{I}^-, \text{aq}) = -51.67 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\langle 8.40 \times 10^{-17} \rangle \quad (\text{参考: 文献値は } 8.3 \times 10^{-17})$$

[問16] 充分な量の塩化銀(AgCl)とヨウ化銀(AgI)の結晶を水中に入れた。溶解が平衡状態になったときの Ag^+ 、 Cl^- 、 I^- の濃度を求めよ。ただし、各イオンの活量は、容量モル濃度(mol/L)による濃度に近似でき、塩化銀の溶解度積は 1.7×10^{-10} 、ヨウ化銀の溶解度積は 8.3×10^{-17} である。

$$\langle 1.3 \times 10^{-5} \text{ mol/L}, 1.3 \times 10^{-5} \text{ mol/L}, 6.4 \times 10^{-12} \text{ mol/L} \rangle$$

[問17] 難溶性塩であるクロム酸銀(Ag_2CrO_4)の溶解度積を求めよ。



$$\Delta G_{f,298}^0(\text{Ag}_2\text{CrO}_4, s) = -621.62 \text{ kJ mol}^{-1}$$

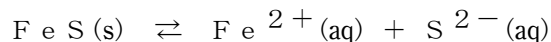
$$\Delta G_{f,298}^0(\text{Ag}^+, \text{aq}) = 77.111 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta G_{f,298}^0(\text{CrO}_4^{2-}, \text{aq}) = -706.26 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\langle 6.45 \times 10^{-13} \rangle$$

[問18] 0.1 mol/L のクロム酸カリウムと 0.01 mol/L の硝酸銀を含む溶液がある。この溶液中の Ag^+ の濃度を求めよ。ただし、各イオンの活量は、容量モル濃度(mol/L)による濃度に近似でき、クロム酸銀の溶解度積は 6.5×10^{-13} である。 $\langle 2.6 \times 10^{-6} \text{ mol/L} \rangle$

[問19] つぎに示す難溶性塩の溶解度積を求めよ。



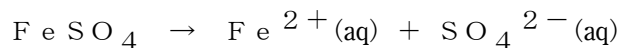
$$\Delta G_{f,298}^0(\text{FeS}, s) = -100 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta G_{f,298}^0(\text{Fe}^{2+}, \text{aq}) = -79 \text{ kJ mol}^{-1}$$

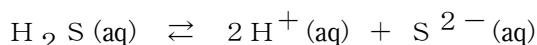
$$\Delta G_{f,298}^0(\text{S}^{2-}, \text{aq}) = 86 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\langle 1.8 \times 10^{-19} \rangle \quad (\text{参考: 文献値は } 1.0 \times 10^{-19})$$

[問20] 0.1 mol/L の硫酸鉄(FeSO_4)を含む $\text{pH} = 4.0$ の溶液がある。この溶液中では、 FeSO_4 は完全に Fe^{2+} と SO_4^{2-} に解離する。



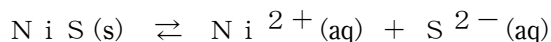
この溶液に硫化水素(H_2S)を吹き込むと、硫化水素の一部は硫化物イオン(S^{2-})になる。



この平衡反応により、溶液中の S^{2-} のモル濃度は $1.4 \times 10^{-13} \text{ mol/L}$ である。

この溶液中に存在する Fe^{2+} イオンのモル濃度を求めよ。ただし、 FeS の溶解度積は 1.8×10^{-19} で、それぞれのイオンの活量は、容量モル濃度[mol/L]で近似できるものとする。 $\langle 1.3 \times 10^{-6} \text{ mol/L} \rangle$

[問21] つぎに示す難溶性塩の溶解度積を求めよ。



$$\Delta G_{f,298}^0(\text{NiS, s}) = -80 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta G_{f,298}^0(\text{Ni}^{2+}, \text{aq}) = -46 \text{ kJ mol}^{-1}$$

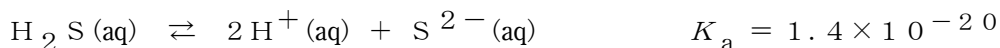
$$\Delta G_{f,298}^0(\text{S}^{2-}, \text{aq}) = 86 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\langle 9.5 \times 10^{-22} \rangle$$

[問22] 充分な量の固体の硫化ニッケル(NiS)を水に入れた。平衡状態で、 Ni^{2+} の濃度が 0.01 mol/L 以上で存在するためには、この水溶液のpHはどれだけか。

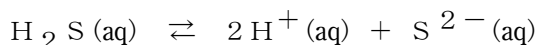


ただし、硫化水素(H_2S)の平衡は、



であり、それぞれのイオンの活量は、容量モル濃度 $[\text{mol/L}]$ で近似できるものとする。

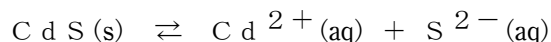
[ヒント: Ni^{2+} が 0.01 mol/L だけ溶解するためには、 $[\text{Ni}^{2+}][\text{S}^{2-}] = 9.5 \times 10^{-22}$ であるから、 $[\text{S}^{2-}] = 9.5 \times 10^{-20} \text{ mol/L}$ でなければならない。当初、溶解した S^{2-} の濃度は 0.01 mol/L であるから、 S^{2-} の大部分は、つぎの平衡反応によって H_2S に変わっていて、 $[\text{H}_2\text{S}] \approx 0.01 \text{ mol/L}$ である。



$$1.4 \times 10^{-20} = \frac{[\text{H}^+]^2[\text{S}^{2-}]}{[\text{H}_2\text{S}]}$$

から H^+ を求める。] $\langle 1.42 \rangle$

[問23] 硫化カドミウム(CdS)の溶解度積を求めよ。



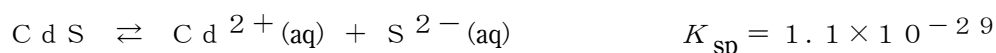
$$\Delta G_{f,298}^0(\text{CdS, s}) = -157 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta G_{f,298}^0(\text{Cd}^{2+}, \text{aq}) = -77.6 \text{ kJ mol}^{-1}$$

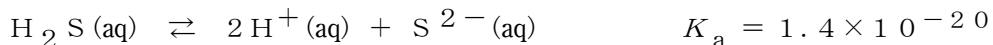
$$\Delta G_{f,298}^0(\text{S}^{2-}, \text{aq}) = 86 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\langle 1.1 \times 10^{-29} \rangle$$

[問24] 充分な量の固体の硫化カドミウム(CdS)を水に入れた。平衡状態において Cd^{2+} の濃度が 0.01 mol/L 以上で存在するために必要な H^+ イオンの濃度を求めると、その濃度は実現不可能な値となる(酸を加えただけでは、 CdS は溶解しない)ことを確かめよ。

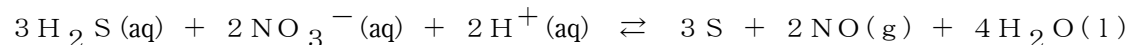


ただし、硫化水素(H_2S)の平衡は、



である。

[問25] 硫化水素(H_2S)を含む水溶液に、硝酸(HNO_3)を加えると、つぎに示す酸化還元反応が起こる。



$$\Delta G_{f,298}^0(\text{H}_2\text{S, aq}) = -27.39 \text{ kJ mol}^{-1}$$

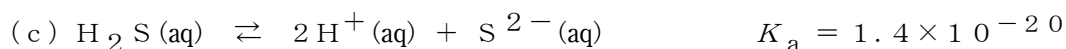
$$\Delta G_{f,298}^0(\text{NO}_3^-, \text{aq}) = -111.3 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta G_{f,298}^0(\text{NO, g}) = 86.688 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta G_{f,298}^0(\text{H}_2\text{O, l}) = -237.192 \text{ kJ mol}^{-1}$$

(a) この酸化還元反応の平衡定数を求めよ。

(b) $\text{NO}_3^-(\text{aq})$, $\text{H}^+(\text{aq})$, $\text{NO}(\text{g})$ の活量がすべて"1"であるとき、 H_2S のモル濃度はどれだけか。ただし、 H_2S の活量は、容量モル濃度 $[\text{mol/L}]$ で近似できるものとする。

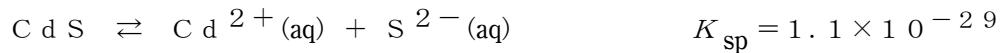


の平衡反応から、 S^{2-} のモル濃度はどれだけか。ただし、 $\text{H}^+(\text{aq})$ の活量は"1"であり、 H_2S の活量は、容量モル濃度 $[\text{mol/L}]$ で近似できるものとする。

$$\langle 2.81 \times 10^{-82}, 3.3 \times 10^{-28} \text{ mol/L}, 4.6 \times 10^{-48} \text{ mol/L} \rangle$$

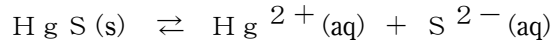
[問26] 充分な量の固体の硫化カドミウム(CdS)を水に入れ、その溶液に更に、硝酸(HNO₃)を加えた。平衡状態においてCd²⁺の濃度が0.01 mol/L以上で存在できること(HNO₃の添加で、CdSが溶解すること)を確かめよ。

ただし、CdSの溶解平衡は、



であり、溶液中のNO₃⁻(aq), H⁺(aq), NO(g)の活量がすべて"1"であるとき、S²⁻のモル濃度は4.6 × 10⁻⁴⁸ mol/Lである。

[問27] 硫化水銀(II)(HgS)の溶解度積を求めよ。



$$\Delta G_{\text{f},298}^{\circ}(\text{HgS}, \text{s}) = -51 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta G_{\text{f},298}^{\circ}(\text{Hg}^{2+}, \text{aq}) = 164 \text{ kJ mol}^{-1}$$

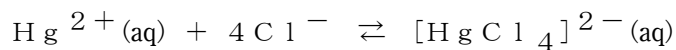
$$\Delta G_{\text{f},298}^{\circ}(\text{S}^{2-}, \text{aq}) = 86 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\langle 1.8 \times 10^{-53} \rangle$$

[問28] 充分な量の固体の硫化水銀(II)(HgS)を水に入れ、更に、硝酸(HNO₃)を加えた。平衡状態においてHg²⁺の濃度が0.01 mol/L以上では存在しないこと(HNO₃の添加では、溶解できないこと)を確かめよ。

ただし、HgSの平衡定数は1.8 × 10⁻⁵³である。また、溶液中のNO₃⁻(aq), H⁺(aq), NO(g)の活量がすべて"1"であるとき、S²⁻のモル濃度は4.6 × 10⁻⁴⁸ mol/Lである。《3.9 × 10⁻⁶ mol/Lの濃度まで》

[問29] 水銀(II)イオン(Hg²⁺)は、塩素イオンと反応して、クロロ錯体を生成する。



水銀(II)クロロ錯体の平衡定数を求めよ。

$$\Delta G_{\text{f},298}^{\circ}(\text{Hg}^{2+}, \text{aq}) = 164 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta G_{\text{f},298}^{\circ}(\text{Cl}^{-}, \text{aq}) = -131.17 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta G_{\text{f},298}^{\circ}([\text{HgCl}_4]^{2-}, \text{aq}) = -447 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\langle 1.33 \times 10^{15} \rangle$$

[問30] 充分な量の固体の硫化水銀(II)(HgS)を水に入れた。HgSの溶解度積は1.8 × 10⁻⁵³である。その溶液に更に、硝酸(HNO₃)を加えた。溶液中のNO₃⁻(aq), H⁺(aq), NO(g)の活量がすべて"1"であるとき、S²⁻のモル濃度は4.6 × 10⁻⁴⁸ mol/Lであるので、水溶液中に存在できるHg²⁺イオンは3.9 × 10⁻⁶ mol/Lの濃度である。

もし、Hg²⁺イオンが水銀(II)クロロ錯体([HgCl₄]²⁻)に変化すれば、その分だけ更にHgSが溶解できる。

[HgCl₄]²⁻生成の平衡定数は1.33 × 10¹⁵である。水溶液中のHg²⁺イオンと[HgCl₄]²⁻錯体の合計濃度が0.01 mol/Lになるための(すなわち、HgSが溶解するために必要な)Cl⁻イオン濃度を求めよ。

$$\langle 1.2 \times 10^{-3} \text{ mol/L} \rangle$$

[補足3] 硫化物難溶性塩の溶解法を、溶解度積の大きさ別に、その例を示す。

NiS(s) 9.5 × 10⁻²² 強酸(酸の作用)の添加(pH=1.42)

CdS(s) 1.1 × 10⁻²⁹ 強酸(酸の作用)と硝酸(酸化反応)の添加

HgS(s) 1.8 × 10⁻⁵³ 強酸(酸の作用)と硝酸(酸化反応), 塩酸(錯体生成の効果)の添加