

化学平衡の計算問題で使う式

1. 化学平衡の式および問題で与えられた関係式
2. 水のイオン積 K_w
3. 構成元素の物質質量保存の式

たとえば,

濃度 C [mol/L], 体積 V [L] の化合物 $A_m B_n$ (A と B は元素) の水溶液が,

電離平衡状態 $A_m B_n \rightleftharpoons mA^+ + nB^-$ にあるとすると,

	$A_m B_n$	\rightleftharpoons	$m A^+$	$+$	$n B^-$
電離前の濃度	C		0		0
濃度変化	$-x$		$+mx$		$+nx$
平衡時の濃度	$C-x$		mx		nx

より,

$$\text{構成元素 A の物質質量} = mCV = (m[A_m B_n] + [A^+]) \cdot V$$

$$\text{構成元素 B の物質質量} = nCV = (n[A_m B_n] + [B^-]) \cdot V$$

4. 電気化学的中性の原理 (溶液の電気量の総和=0)

溶液のイオンは電氣的に中性の物質が電離したものだから,

溶液は電氣的に中性, すなわち電荷の総和=0 である。

よって, 以下の関係式が成り立つ。

$$\sum (\text{陽イオンの価数} \times \text{陽イオンの物質質量}) = \sum (\text{陰イオンの価数} \times \text{陰イオンの物質質量})$$

または,

$$\sum (\text{陽イオンの価数} \times \text{陽イオンの濃度}) = \sum (\text{陰イオンの価数} \times \text{陰イオンの濃度})$$

陽イオン: 溶質由来の陽イオンと溶媒由来の陽イオン

(溶媒が水なら溶媒由来の陽イオンは H^+ (H_3O^+))

陰イオン: 溶質由来の陰イオンと溶媒由来の陰イオン

(溶媒が水なら溶媒由来の陰イオンは OH^-)

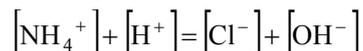
補足 1

電気化学的中性の原理

n_1 mol のアンモニアと n_2 mol の塩化アンモニウムを含む 1L の水溶液を例に、
溶液の電気量の総和=0 について考えてみよう。

アンモニア NH_3 も塩化アンモニウム NH_4Cl も水 H_2O も分子式からわかるように、
電的に中性だから、それらが電離しても、電荷の総和は 0 である。

よって、



が成り立つ。

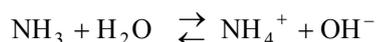
具体的に検証すると、

塩化アンモニウム由来の陽イオンと陰イオン

NH_4Cl は完全に電離するとみなしてよいので、 $\text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow \text{NH}_4^+ + \text{Cl}^-$ より、
 NH_4Cl からの NH_4^+ の物質量 = n_2 mol, Cl^- の物質量 = n_2 mol ……①

アンモニアの電離平衡由来の陽イオンと陰イオン

アンモニアは弱塩基だから、次の電離平衡状態にある。



ここで、

アンモニアの電離による NH_4^+ の物質量を a mol, OH^- の物質量を a mol ……②
とする。

水の電離平衡由来の陽イオンと陰イオン

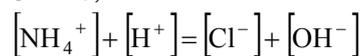
水の電離平衡 $\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{OH}^-$ (正しくは $2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^-$) からの

H^+ (正しくは H_3O^+) の物質量を b mol, OH^- の物質量を b mol ……③
とする。

溶液の体積が 1L であることと①, ②, ③より、

$$\begin{aligned} [\text{NH}_4^+] &= n_2 + a \\ [\text{H}^+] &= b \\ [\text{Cl}^-] &= n_2 \\ [\text{OH}^-] &= a + b \end{aligned}$$

よって、



が成り立つ。

補足 2

理想気体のモル濃度と状態方程式

理想気体の体積 V [L] とすると,

理想気体の状態方程式 $PV = nRT$ より $\frac{n}{V} = \frac{P}{RT}$

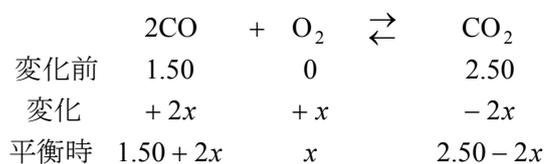
$\frac{n}{V}$ の単位は mol/L だから, これは理想気体のモル濃度を表す。

したがって, 理想気体では, モル濃度の代わりに $\frac{P}{RT}$ を使うことができる。

補足 3

 x (未知数) についての方程式を立てて解くのが困難な場合

たとえば,



と与えられた平衡定数から x (未知数) についての方程式を立て,

その方程式を解くとき, 必ずしもその方程式が解けるとは限らないし,

また解けるとしても計算が非常に煩雑になる場合がある。

そのような場合, x の値が極端に小さいか極端に大きいかの可能性が十分高いので,

方程式を立てたら, まず x (未知数) の大きさについて検討する。

例] 大阪大学 2010 年度入試問題 [I] 問 8