



43rd International Chemistry Olympiad

Preparatory Problems

問題 1 超強酸

100%硫酸よりも強い酸は超強酸と呼ばれている。超強酸はプロトン (H^+) を供与する能力が非常に高く、弱いルイス酸であるキセノン (Xe)、水素分子 (H_2)、塩素分子 (Cl_2)、臭素分子 (Br_2)、および二酸化炭素 (CO_2) をもプロトン化することができる。他の溶液内では絶対に存在できないようなカチオン種も、超強酸の溶液内では観察することができる。ジョージ・オラー (George Olah) 博士は超強酸を用いてカルボカチオン種が生成することを発見し、その業績に対して 1994 年にノーベル賞が授与された。

超強酸のような酸強度は、溶媒和したプロトンの形成に由来している。最もありふれた超強酸の一つは、五フッ化アンチモン (SbF_5) とフッ化水素酸 (HF) を混合することによって得られる。液体の SbF_5 を液体の HF にモル比が $\text{SbF}_5/\text{HF}=0.5$ 以上の割合で加えると SbF_6^- と $\text{Sb}_2\text{F}_{11}^-$ アニオンが生成し、アニオン形成によって放出された H^+ は HF によって溶媒和される。

- HF と SbF_5 を混合したときにアニオンが形成される反応式を化学量論式で示せ。
- SbF_6^- と $\text{Sb}_2\text{F}_{11}^-$ の構造式を書きなさい。ただし、どちらのイオン種でもアンチモンの配位数は 6 であり、 $\text{Sb}_2\text{F}_{11}^-$ の構造式には架橋型フッ素原子が存在している。
- HF-SbF_5 超強酸溶液内における H_2 と CO_2 のプロトン化の化学反応式を示しなさい。
- 共鳴構造を含む HCO_2^+ のルイス構造を示しなさい。また、それぞれの共鳴構造体における H-O-C の結合角を求めなさい。