

氏 名	岡 田 繁 信 おか だ しげ のぶ
学位の種類	理 学 博 士
学位記番号	理 博 第 601 号
学位授与の日付	昭 和 54 年 11 月 24 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 1 項 該 当
研究科・専攻	理 学 研 究 科 化 学 専 攻
学位論文題目	A Study of Ion-Pair Formation Reactions in Fast Potassium Atom-Target Molecule Collisions (高速カリウム原子と標的分子との衝突におけるイオン対生成反応の研究)
論文調査委員	(主 査) 教 授 恩 地 勝 教 授 山 本 常 信 教 授 辻 川 郁 二

### 論 文 内 容 の 要 旨

分子線法による原子・分子衝突の研究は現在盛んに実施されているが、熱エネルギー領域か高エネルギー領域 (~KeV) の分子線を用いた研究が多く、化学的に興味のある数 eV ないし数 10 eV の分子線を用いた中性粒子どうしの二体衝突の研究は、開始されてからまだ日が浅い現状である。

申請者は、数 10 eV 程度の高速中性カリウム原子線による原子・分子衝突実験装置を試作し、高真空下での中性粒子の二体衝突におけるイオン対生成反応の研究を行なった。

主論文の第一部は、電荷移動法による高速中性カリウム原子線の作成と検出に関するもので、そのさい、従来の直熱型イオン源と、申請者が初めて試作した傍熱型イオン源とを用いて原子線を作成しそのエネルギー巾等の諸特性を比較検討した。その結果約 0.2 eV の最小のエネルギー巾をもつ原子線は傍熱型イオン源を用いた電荷移動法によって得られることを確認した。この高速カリウム原子と酸素分子との衝突によって生成した  $K^+$  イオンの運動エネルギーを静電偏向型エネルギー分析器によって分析してエネルギーロススペクトルを測定し、従来の研究結果とのよい一致を得て、作成した高速中性原子線が所期の研究目的に合致するものであることを確かめている。

第二部以下は、高速カリウム原子と種々な標的分子との衝突によって生成した前方散乱  $K^+$  イオンのエネルギーロススペクトルに関する研究である。衝突のダイナミクスにおける主要パラメータの一つは、入射する高速カリウム原子の運動エネルギーが生成した標的分子イオンの内部エネルギーに移行する量であり、これは生成  $K^+$  イオンの運動エネルギーロスから求めることができる。この測定によって標的分子イオンの励起エネルギー特に電子状態の励起についての新情報を得ることを目的として、申請者は従来研究例のない  $K+NO_2$ ,  $SF_6$ ,  $HCl$  系について詳細な実験的研究を実施した。10~30 eV の高速カリウム原子と  $NO_2$  分子との衝突によるイオン対生成反応の研究により  $NO_2$  分子の電子親和力を約 2.4 eV と決定し、さらに  $K^+$  イオンのエネルギーロスピーク 2 個の解析によって、 $K^++NO_2^-$  反応が主体であり、生成  $NO_2^-$  イオンの振動励起によるロスピークの微細構造は共有結合性散乱とイオン性散乱とに起因するこ

とを結論している。また他の3個のロスピークは、 $K^+ + NO_2^-*$  反応によって出現し、生成  $NO_2^-$  イオンの電子励起状態 ( $^3B_1$ ,  $^1B_1$ ,  $^3B_2$ ) に対応することを指摘した。

標的分子を  $SF_6$  とした実験ではその電子親和力を約 0.5 eV と決定し、生成  $K^+$  イオンの運動エネルギーロススペクトルの解析により、 $SF_6$  の基底状態から  $SF_6^-$  の基底状態への垂直電子遷移および  $SF_5^-$ ,  $F_2^-$  イオンの生成を結論している。

標的分子が HCl の場合には、その電子親和力を約 -0.8 eV と決定し、さらに生成  $K^+$  イオンのエネルギーロススペクトルの解析により、HCl の基底状態からの垂直電子遷移によって生成した  $HCl^-$  の解離によって  $Cl^-$  イオンと  $H^-$  イオンとが生成することを結論している。

参考論文その1は分子線散乱の実験における標的気体の圧力の高精度測定に関するもの、その2は高速カリウム原子線と  $SF_6$ , NO との衝突によるイオン対生成反応の研究に関するものでいずれも主論文の先駆をなすものである。

### 論文審査の結果の要旨

申請論文は、電荷移動法によって作成した高速中性カリウム原子線 (10~40 eV) と種々な標的気体分子との二体衝突によるイオン対生成反応のメカニズムを実験的に研究したものである。

従来この分野の研究は開始されてまだ日が浅く実験の困難さもあって酸素を標的分子とする研究以外にはあまり研究例がなく、また生成する  $K^+$  イオンの運動エネルギー損失から標的分子イオンの電子状態の励起に関する新しい情報を得る試みに関しては殆んど実施されていない現状である。

申請者は本論文において分子線法による原子・分子衝突実験装置を試作し、高真空下での二体衝突におけるイオン対生成反応のメカニズムを詳細に研究し、生成する  $K^+$  イオンのエネルギーロススペクトルの解析から標的気体分子の電子親和力、電子状態の励起、振動状態励起および分解反応に関する種々な新知見を得たことは重要な成果であるといえる。即ち初めて傍熱型イオン源を用いて共鳴電荷移動法による 0.2 eV 巾の高速中性カリウム原子線の作成と測定とに成功し、これを用いて従来未知であった  $NO_2$ ,  $SF_6$ 、及び HCl との二体衝突によるイオン対生成反応を初めて研究し多くの新しい情報を得てそのメカニズムの解析に成功し新分野を開拓したことは評価に値するものといえる。

参考論文は分子線散乱研究における基礎的測定に関するもの、及び高速カリウム原子線と気体分子との衝突におけるイオン対生成反応の研究に関するものでいずれも主論文の先駆をなす労作である。

以上のように申請論文の内容は高真空技術と分子線法とを駆使して中性粒子どうしの二体衝突におけるイオン対生成反応を研究し、従来未知の系におけるその機構について重要な成果および示唆を与えたもので、申請者が無機物理化学と分子科学の分野で独創的な研究能力と豊かな学識とをもつことを示している。また以上のべた成果は、原子・分子衝突の研究分野において重要な意義をもち、分子科学の発展に寄与するところが少なくない。

よって、本論文は理学博士の学位論文として価値あるものと認める。