

氏名(本籍)	石原豊之(山口県)
学位の種類	理学博士
学位記番号	博乙第215号
学位授与年月日	昭和59年10月31日
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当
審査研究科	物理学研究科
学位論文題目	Equilibrium Charge State Distributions of Fast F, Si, Cl, Cu and Br Ions after Passage through Thin Foils (高速 F, Si, Cl, Cu および Br イオンの薄膜通過による平衡電荷分布)
主査	筑波大学教授 理学博士 三雲 昂
副査	筑波大学教授 理学博士 八木 浩 輔
副査	筑波大学教授 理学博士 山内 幹 雄
副査	筑波大学助教授 理学博士 関 整 爾

論 文 の 要 旨

原子番号 Z_1 、電荷 q_i の高速イオンビームが、原子番号 Z_2 の薄膜ターゲットを通過する際、ビームとターゲット原子の間に電荷交換が起り、イオンは種々の荷電状態 q に分れる。もし薄膜がある程度以上の厚さをもてば、電荷交換が均り合って、薄膜通過後の荷電分布は入射イオンの電荷によらなくなる。この状態を平衡状態という。

著者は筑波大学加速器センターのタンデム型静電加速器で得られる 25—165 MeV の F, Si, Cl, Cu 及び Br のイオンの薄膜通過後の平衡電荷分布 $F(q)$ 、その幅 d 、平衡平均電荷 \bar{q} を 22 種類の Z_2 をもつ薄膜ターゲットについて系統的にしらべた。 $F(q)$ の測定は、薄膜通過後の異った荷電状態のイオンを、分析電磁石によって分け、その焦点面においたファラデイカップを用いて行った。

著者は先ず既存の重イオンのデータが一番豊富な ${}^6\text{C}$ ($Z_2=6$) について、 $F(q)$ を各入射イオンの速度 v 、(換算速度 X) の関数として測定し、これから \bar{q} を求めた。次いで炭素以外の ${}^{13}\text{Al}$ 、 ${}^{29}\text{Cu}$ 、 ${}^{47}\text{Ag}$ 、 ${}^{79}\text{Au}$ 薄膜について同様の測定を行い、 Z_1 、 Z_2 、 v の広い範囲にわたって \bar{q} の算出できる普遍的な \bar{q} 対 v の経験式を導出した。

一般にはあるエネルギーをもった入射イオン Z_1 に対して、 \bar{q} は Z_2 と共に減少する。しかし、より子細に見れば、これは単調減少ではなく、 Z_2 による振動現象が見られる。22 種類の Z_2 について、Si, Cl, F のイオンのエネルギーを変えて \bar{q} を測定すると、Si, Cl については \bar{q} の Z_2 による顕著な振動が見られ、i). その振幅はエネルギーの減少と共に大きくなり、ii). 振動の位相はほぼ一定

である。これに対してFイオンについては顕著な振動性が見られなかった。この現象はビーム原子のターゲット原子による電子の損失と補獲の Z_1, v 依存性における振動に基づくものとして定性的には説明できた。

次に荷電分布関数 $F(q)$ とその幅 d に関しても従来提唱された経験式より精度の遙かにより関係式を得、また予言することが出来るようになった。より詳細には、入射イオンの薄膜通過中に、薄膜原子のK, L, M, ……殻による電子損失と捕獲の断面積の相異がある。著者は $F(q)$ 対 v, d 対 $v, F(q)$ 対 $q, [F(q+1)/F(q)]$ 対 q の関係に不連続性又は非対称性が現われることを発見した。これらの現象が上記の殻効果に基づくことを説明した。

審 査 の 要 旨

イオンが物質を通過した後で、イオンの電荷状態がどのような分布をし、平均どの位の荷数になっているかということは、原子物理学のみならず、加速器学にとっても極めて重要な興味ある問題である。しかし今までに、極めて限られた Z_1, Z_2, v の間の測定データしかなく、 \bar{q} を与える経験式も精度の悪いものであった。

著者は加速器センターの加速器の特徴を生かして、5種類の Z_1 のイオンのエネルギーを大幅に、しかも細かく変えて、22種類の Z_2 の薄膜ターゲット通過後の平衡状態の $F(q), d, \bar{q}$ を系統的にしらべた。この膨大でしかも精度のよいデータの集積は極めて貴重である。

これにより、平衡平均電荷 \bar{q} を求める経験式を発表した。この式は現在世界中で \bar{q} を見積るのに使用されている。 \bar{q} 及び d についての広範な考察から、 $F(q)$ の予測が可能になった。

更により微視的にデータを観察することにより、 $F(q)$ 対 v, d 対 $v, F(q)$ 対 $q [F(q+1)/F(q)]$ 対 q において顕著な殻効果を見出した。また \bar{q} の Z_2 に対する振動性を見出し、その解釈も行った。

以上のように著者は、すぐれた技術の開発を通じて、重イオン—原子衝突という新しい原子物理学及びその加速器工学への応用分野を開拓した業績は高く評価される。

よって、著者は理学博士の学位を受けるに十分な資格を有するものとみとめる。