

氏 名	浅 利 正 敏 あさ り まさ とし
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	工 博 第 608 号
学位授与の日付	昭 和 54 年 5 月 23 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	工 学 研 究 科 原 子 核 工 学 専 攻
学位論文題目	Excitation of Helium Atoms by the Impact of Light Ions (軽イオン衝撃によるヘリウム原子の励起)

(主 査)
論文調査委員 教 授 向 坂 正 勝 教 授 兵 藤 知 典 教 授 清 水 栄

論 文 内 容 の 要 旨

イオン衝突による原子励起の研究は原子物理学の中心課題のひとつであり、核融合プラズマ、宇宙空間プラズマ等の研究の基礎としても不可欠のものである。これまでの研究では主として低エネルギーの電子または陽子が専ら入射粒子として使われてきたが、衝突励起機構の系統的解明のためには、高エネルギーでかつもっと重いイオンを用いた研究が望まれている。本論文はビーム・ガス分光法によって MeV 程度の陽子および He イオンの衝突による He 原子の励起を可視光領域で実験的に研究したもので、8章からなっている。

第1章は序論で、本研究の意義と本論文で扱う研究範囲を要約し、入射粒子の電荷変換効果および2次過程についての実験的な問題点を指摘している。

第2章は実験装置の説明で、差動排気気体ターゲットの作成、ビーム強度モニター、ターゲットガス圧の変動から生ずる誤差を少なくするための電子回路、光学測定系の自動化、入射粒子からの発光を区別する方法等の技術開発について述べている。

第3章では測定データから放射断面積および励起断面積を得るための解析法を述べ、ターゲット気体中での電荷変換を考慮に入れた場合についても論じている。

第4章では光学系の検出効率を標準光源を用いて各波長で測定した結果を示し、校正曲線を準備するとともに1次光でなく2次光を使う方が良い場合もあることを明らかにしている。

第5章では気体ターゲット中での電荷変換を利用して He^+ 、 He^{2+} の各イオンが入射したときの励起断面積を分離して導出する方法を説明している。

第6章では衝突励起の理論を概観し、入射粒子の電荷依存、エネルギー依存、励起準位の主量子数依存について要約している。

第7章では本研究で得られた実験結果を示し詳細に検討している。すなわち He^+ の $n=4$ 準位への励起を $n=4 \rightarrow n=3$ 遷移光を測定することにより調べ、励起断面積のエネルギー依存、入射粒子依存が予

想される傾向をもつこと、および He イオン衝突では電子移行励起過程がかなり大きく効いていること等を明らかにしている。また He 原子の 4^1S 準位への励起は理論計算とかなり良い一致を示す結果を得ている。さらに励起断面積の主量子数依存を従来の実験より広い範囲にわたって調べた結果、 He^+ 入射では指数則であらわしたときの指数の値が若干大きくなることを発見している。

第 8 章は結論で、以上の成果を要約している。

論文審査の結果の要旨

高速重イオン衝突による原子の励起はこれまで殆ど研究されていなかったが、本論文は加速器からの高速陽子およびヘリウム・イオンを用い、ヘリウム原子の励起および電離を分光技術を用いて研究したもので、主要な新しい成果はつぎのとおりである。

1. 高速イオン・ビームによる気体発光測定の基礎技術を確立した。すなわち、無窓気体ターゲットとして二重差動排気方式を実現しビーム・ガス分光測定を可能にしたこと、電荷変換を伴うときのビーム強度モニターとして測定対象に応じてファラデーカップ方式と散乱粒子検出方式の使い分けの利点を明確にしたこと、最大の誤差発生源であるターゲットガス圧変動を避けるためロジック回路によるデータ収集のコントロールを行なったこと、光学測定系の自動化を確立したこと等で、これらの技術開発により今後のビーム・ガス分光研究の地盤がかたまつたと云える。

2. 多電子原子の重イオンを入射粒子として用いるときは、気体ターゲット中での電荷変換のため衝突イオンの電荷は一義的にきまらないが、ターゲットガス圧と非平衡電荷分布との関係を巧妙に使うことで各電荷イオンの衝突による断面積を別々に得ることができることを示し、実際に He^+ 、 He^{2+} イオン衝突の励起断面積を求めた。

3. $0.5 \sim 1.5 MeV$ H^+ および $0.7 \sim 2.5 MeV$ He^+ 、 He^{2+} イオンの衝突によりターゲットの He 原子のイオン化励起を起こさせ、 He^+ の $n=4$ 準位への励起断面積を $n=4 \rightarrow n=3$ 遷移光の測定によって調べた。その結果、断面積のエネルギー依存、入射粒子依存は予想通りの傾向をもつことを明らかにし、さらに He イオン衝突では電子移行励起過程がかなり大きくなることを見出した。

4. He 原子の 4^1S 準位への励起について理論的予想を支持する結果を得た。

5. 励起断面積の主量子数依存について従来よりも広範囲の主量子数にわたって測定を行ない、実験式としての指数則を確立した。

以上要するに本論文はビーム・ガス分光に必要な基礎技術と測定法を確立するとともに、高速の陽子およびヘリウム・イオンの衝突によるヘリウム原子の励起を実験的に研究したもので、これまで得られていなかった新しい実験データを加えて衝突励起の機構解明に役立てるとともに、今後の高速重イオン・ビーム分光への道を拓いたもので、学術上、工学上寄与するところが少なくない。

よって、本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。