

5. 微小角電子散乱におけるHe原子の 2^1S 励起微分断面積の測定

森 孝 夫

〔はじめに〕 原子物理学研究室の長年の夢であった高エネルギー電子エネルギー損失スペクトルメーターが本格的に稼動するようになった。この装置は、原子分子を標的として衝突エネルギー100eVから、数KeVまでの電子で前方小角散乱の微分断面積を測定することができる。このような領域の微分断面積はBorn近似を基礎とする一般化振動子強度と呼ばれる量に変換することにより光の吸収実験と比較できる。しかし、He原子の 1^1S から 2^1S への励起のように始状態と終状態の空間対称性が同じ場合にはBorn近似からの顕著な違いが見られることも知られている。また、他の様々な近似計算に対しても正確な近似であるか否かは不明である。Born近似との違いを明らかにするためには、散乱角 0° 近傍の正確な微分断面積の値が必要となるが、高度な測定技術が要求されるためにほとんど観測例はない。そこで、まずHe原子の $1^1S \rightarrow 2^1S$ という励起過程に注目し、微分断面積の測定を行なった。

〔装置〕 装置は、電子銃、エネルギー選別器、前方散乱電子用複式エネルギー分析器、衝突領域より構成されている。電子銃内のフィラメントから放出された熱電子は、エネルギー選別器により一定のエネルギーのものだけが選別され、加速用電子光学系により加速・収束され効率良く衝突領域まで導かれる。作り出された電子ビームは、衝突領域の中心でノズルより吹き出す原子・分子ビームと交差衝突し、前方散乱をした電子は複式のエネルギー分析器を用いて分析され、放出電子は単一式のエネルギー分析器を用いて分析される。検出器は、Channel Electron Multiplierを用いて計数を行なう。また、エネルギー選別器、分析器ともに平均軌道半径52mmの擬似半球型(Jost型)の静電分析器が用いられている。このスペクトロメーターは、直径約600mmの真空槽に納められ排気速度1500ℓ/s(N_2 ガス)のターボ分子ポンプと排気速度500ℓ/minのロータリーポンプにより到達真空度 5×10^{-8} torrが得られている。(Fig. 1)

〔実験方法〕 標的原子に比較的構造の簡単なHe原子を選び衝突エネルギーを200eVから800eVまで100eVごとに散乱角 0° でエネルギー損失スペクトルの観測を行なった。(Fig. 2) 我々の装置では、微分断面積の絶対値をスペクトルから直接求めることはできない

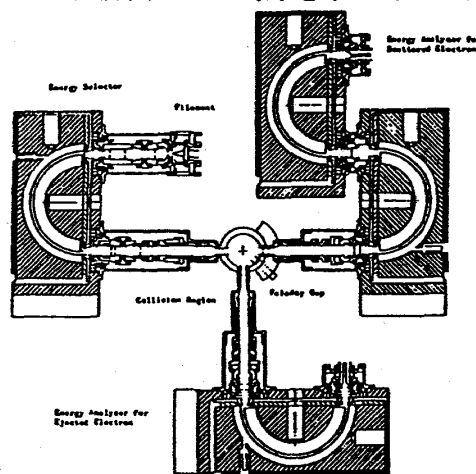


Fig. 1 Schematic diagram of the experimental apparatus.

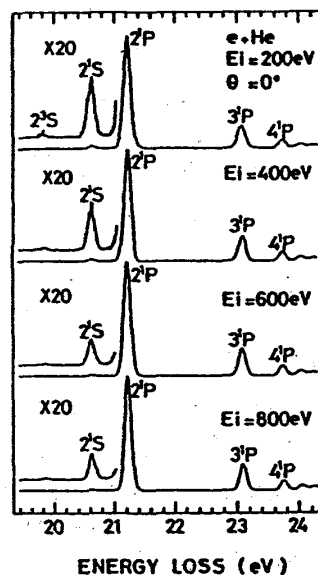


Fig. 2 Energy loss spectra of He.

めに、理論的にも実験的にも良く知られている 2^1P との面積の比をとり、そこに 2^1P の微分断面の理論的計算値に角度分解能の補正を加えたものをかけることにより 2^1S の励起微分断面の決定を行なった。エネルギー損失スペクトルから各ピーク的面積を計算する場合には、電子光学系の色収差があるためにスペクトルの位置によって得られる強度が変わってくるが、 2^1S と 2^1P の励起エネルギーは接近しているために強度に補正を加える必要はない。

〔結果〕 散乱角 0° において実験的に得られた 2^1S と 2^1P の微分断面の比とBorn近似で得られた微分断面に角度分解能の補正を加えた 2^1S と 2^1P の微分断面の比を、横軸に衝突エネルギーをとり図に示したものがFig. 3である。どの衝突エネルギーに対しても実験値のほうが大きな値を示しており、 2^1S の微分断面の値がBorn近似で得られる値よりも実際には大きいことがわかる。また、以前に当研究室でとられた 2^1S と 2^1P の微分断面の比の角度分布に今回得られたデータを書き込んでみると (Fig. 4)、 0° 近傍で 2^1S の微分断面は 2^1P の微分断面よりも大きく上昇する傾向にある。次に、角度分解能の影響があまり大きくない衝突エネルギー200 eVの場合について 2^1S の励起微分断面を求め、Fig. 5に書き込んでみる。実験値は、Born近似で得られる微分断面の値よりも大きく、He原子の $1^1S \rightarrow 2^1S$ の励起に対してはBorn近似が成立していないことがわかる。

〔参考文献〕

E.N.Lassette, J.Chem.Phys. **53**, 3801 (1970)
W.M.Huo, J.Chem.Phys. **56**, 3468 (1972)

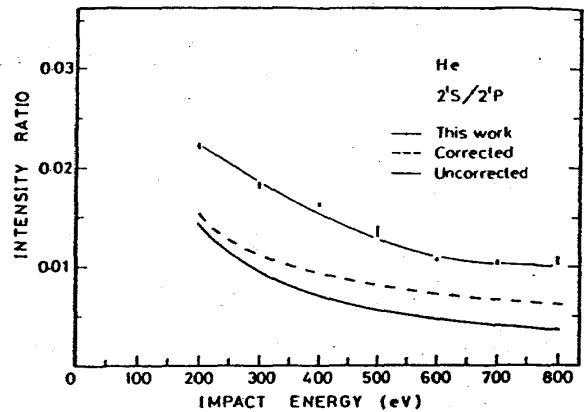


Fig. 3 Energy dependence of $2^1S/2^1P$.

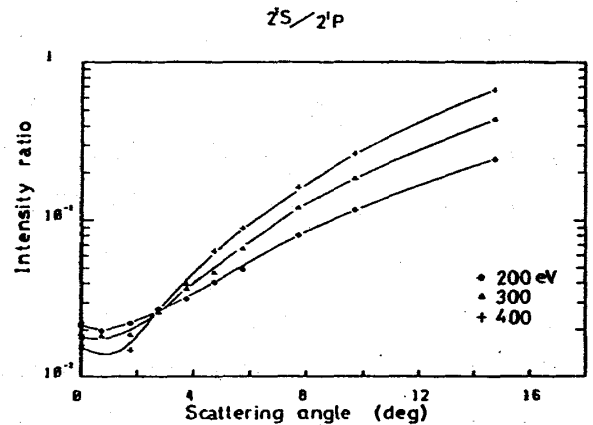


Fig. 4 Angular dependence of $2^1S/2^1P$.

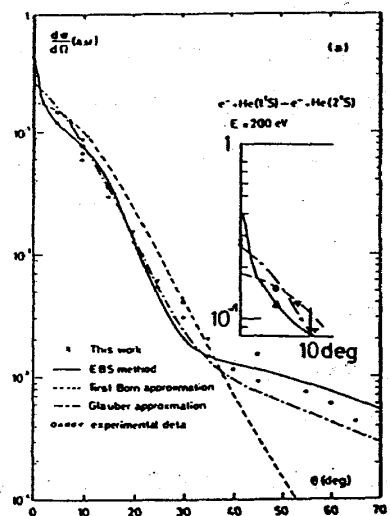


Fig. 5 Angular distribution of differential cross section for He 2^1S .