

氏 名 SAHA, Pranab Kumar

学位（専攻分野） 博士(理学)

学位記番号 総研大甲第545号

学位授与の日付 平成13年9月28日

学位授与の要件 数物科学研究科 加速器科学専攻

学位規則第4条第1項該当

学位論文題目 Study of Σ -Nucleus Potential by the (π^-, k^+) reaction

論文審査委員 主査 教授 今里 純
教授 山崎 良成
教授 赤石 義紀
教授 野村 亨
助教授 千葉 順成
教授 福田 共和 (大阪電気通信大学)

論文内容の要旨

In order to study the Σ -nucleus potential, we carried out an experiment at the K6 beam line of the 12-GeV proton synchrotron in High Energy Accelerator Research Organization (KEK) using the superconducting kaon spectrometer (SKS) system. In the present experiment, for the first time we measured inclusive (π^-, K^+) spectra on CH_2 , Si, Ni, In and Bi targets with reasonable statistics covering a wider excitation energy region. We extracted the information on the Σ -nucleus optical potential from the analysis of the spectral shape. The CH_2 target was used to calibrate the excitation energy scale (horizontal axis) from the elementary process, $p(\pi^-, K^+)\Sigma^-$. The C spectrum was also able to be extracted from the CH_2 target. The SKS, which has a wider momentum acceptance and good energy resolution was helpful to obtain a good statistics data keeping a good energy resolution. The calibration of the energy scale was done successfully with a precision of ± 0.1 MeV. The angular distribution of the elementary cross section was found to be consistent with the previous bubble chamber data. All the inclusive spectra were found to be very identical in shape from the Σ^- binding energy threshold to around 90 MeV excited regions. The mass number dependence of the cross section was obtained from the ratio of the cross section. Compared to the eikonal approximation, present experimental data showed a rather weak mass number dependence. A Monte Carlo simulation was done for the quasi-free Si spectrum where no final state interaction of Σ^- to the residual nucleus was considered. The simulated spectrum could not reproduce the observed spectral shape. The strength of the observed spectrum was found to be much suppressed, particularly, near the binding energy threshold. We compared the observed Si spectral shape to the theoretical spectra calculated by using two types of phenomenological potential in the framework of DWIA. One is based on the one boson exchange potential (OBEP) describing the two-body YN interaction, which represents an attractive Σ -nucleus potential, and the other one is obtained from the Σ^- -atomic X-ray data, which represents a repulsive Σ -nucleus potential. None of the potential could reproduce the observed spectral shape. In particular, the peak position of the observed spectrum was found to be much shifted towards the higher excitation energy from both of the calculated spectra. Energy dependence of the elementary cross section was found to be very sensitive to the spectral shape. Taking into account this effect, another DWIA calculation was done for Si. The spectral shape was found to be significantly changed from that of the previous calculation by using the same Σ -nucleus potential in both calculation, but still different from the observed one. Then a detail analysis was done to reproduce the observed spectral shape using Woods-Saxon type potentials. A strong repulsive potential of which depth of the real part (V_Σ) > 90 MeV with a moderately absorptive imaginary part (W_Σ) was favorable in reproducing the observed spectral shape.

Saha 氏の研究は、様々な原子核を標的として、 (π^-, K^+) 反応により生成される Σ ハイペロンの感じる核ポテンシャルの実験的研究である。

核中のハイペロンに対するポテンシャルは、ハイペロン-核子間の相互作用を知る上で重要である。 Λ ハイペロンに対しては、ハイパー核分光學により重い核まで調べられており、核内では Wood-Saxon 型の実ポテンシャルで記述されることが知られている。これに対し、 Σ ハイペロンに対してはそれが核中で核子との相互作用により Λ へ変換するため分光學的手法が使えないこともあり、 Σ -核ポテンシャルについての知識は、準束縛状態ができる非常に軽い He 核を除いては、 Σ 原子の X 線分光から部分的に分かるポテンシャルの振るまいの非常に限定されたものであった。しかし、 Σ の非束縛状態に対応する包含的スペクトルからポテンシャルの実部及び虚部を決定できる可能性が、過去の実験データと最近の理論的考察から示されており、 (π^-, K^+) 反応により系統的な実験をすることが、重要な課題となっていた。

本研究ではすべての質量数の領域に亘る CH_2 、Si、Ni、In 及び Bi を標的として実験が行なわれた。KEK 陽子加速器で SKS スペクトロメータを用い、これらの核に対する (π^-, K^+) 包含スペクトルが初めて測定された。データ解析にはスペクトロメータのアクセプタンスによる規格化、粒子エネルギーの較正と各種の補正、粒子の同定等のプロセスが必要であるが、論文では実験装置の説明と並んでこれらについて詳細な記述と考察がされている。また、系統誤差やバックグラウンドの評価も十分な説得性をもって与えられており、結果を信頼性の高いものとしている。

得られたスペクトルに対しては、アイコナル近似、単純なモンテカルロ模型等の理論的考察が加えられた。特に、Si に対しては DWIA 計算との詳細な比較がされた。それによると最も合理的なパラメータの Wood-Saxon ポテンシャルを仮定した時、90MeV 以上の強い斥力実ポテンシャルと 10MeV 程度以下の浅い虚ポテンシャルが最もよく実験結果を説明している。この強い斥力ポテンシャルは画期的に新しい知見となっており、本論文がこの研究分野に非常に重要な意味を持つものと評価される。

このように本論文により得られた実験結果は重要な成果であると評価され、また英文で書かれた提出論文はよく纏められており、学位論文（理学）として相応しいものであると審査委員会は全員一致で判定した。