

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาทางทฤษฎีของ การเกิดอนุภาค เคออน ซิกมา และ แลมดา จากการชนของไอออนหนักที่ระดับพลังงานปานกลาง ทฤษฎีคำนวณโดยใช้พลศาสตร์ควอนตัมเชิงโมเลกุล โดยใช้พลศาสตร์เคออนโนควาเรียน เปรียบเทียบการใช้และไม่ใช้ศักย์ Brown - Rho ($K^+ N$) และเปรียบเทียบ การใช้สมการสถานะ soft และ hard โดยทำการศึกษา 6 หัวข้อต่อไปนี้

- 1) การไหลรวมตามขวางและการไหลรวมของการชนกันของ K^+ จากการชนของไอออนหนักที่พลังงาน 0.25-2.00 A GeV จากการชน $^{197}\text{Au} + ^{197}\text{Au}$ แสดงให้เห็นว่าคุณสมบัติของ K^+ เป็น anti-flow ซึ่งหมายถึงคุณสมบัติไหลรวมของ K^+ สนับสนุนการดำรงอยู่ของภายในตัวกลางศักย์ผลึกสำหรับ K^+ การกระจายแรพิดิตี้ของ K^+ ใช้ตรวจสอบสมการสถานะนิวเคลียร์ที่ความหนาแน่นสูง ดีกว่าดีฟเฟอเรนเชียลของการไหลเชิงตรง
- 2) การกระจายอะซิมุทอลของ K^+ เมซอนจากการชน $^{197}\text{Au} + ^{197}\text{Au}$ ที่ 1.5 A GeV และ $^{58}\text{Ni} + ^{58}\text{Ni}$ ที่ 1.93 AGeV ผลการคำนวณการผลึก K^+ ในตัวกลาง และการคำนวณโดยใช้ศักย์ $K^+ N$ สอดคล้องกับผลการทดลอง Kaos โดยบ่งชี้ว่าการกระจายอะซิมุทอล เป็นวิธีหนึ่งในการศึกษาคุณสมบัติในตัวกลางที่มีความหนาแน่นสูง
- 3) ภาคตัดขวางการเกิด K^+ จากการชน $^{12}\text{C} + ^{12}\text{C}$, $^{58}\text{Ni} + ^{58}\text{Ni}$ และ $^{197}\text{Au} + ^{197}\text{Au}$ ที่ระดับพลังงาน 1.8, 1.93 และ 1.5 A GeV ตามลำดับ พบว่าภาคตัดขวางของการเกิดอนุภาค K^+ โดยใช้ soft EOS และ hard EOS ได้ผลสอดคล้องกัน และสอดคล้องกับผลการทดลอง KaoS เมื่อรวมศักย์ $K^+ N$
- 4) ศึกษาสเปกตรามวลตามขวางของ K^+ จากการชนของ $^{58}\text{Ni} + ^{58}\text{Ni}$ ที่ระดับพลังงาน 1.93 A GeV เทียบกับฟังก์ชันของพลังงานจลน์ตามขวาง $m_T - m$ พบว่าอิทธิพลของศักย์ของ $K^+ N$ และใช้สมการ soft EOS จะทำให้ผลการคำนวณทางทฤษฎีสอดคล้องกับผลการทดลองที่ได้จากห้องปฏิบัติการ KaoS
- 5) การเกิดซิกมาเมซอนจากการชนโปรตอนและนิวเคลียส ผลการวิจัยพบว่า การเกิด σ เมซอนจะขึ้นกับเลขมวล เมื่อมวลมีค่าเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ค่าภาคตัดขวางการเกิดซิกมาเมซอนมีค่า

เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่า การเกิด σ เมซอนในปฏิกิริยาที่มีการเหนี่ยวนำในโปรตอนจะขึ้นอยู่กัตัวกลาง การเกิด σ เมซอนมีการสลายตัวในตัวกลางที่มีความหนาแน่นสูงทำให้เกิดการเลื่อนมวลไปทางมวลต่ำ ซึ่งการเลื่อนมวลสามารถสังเกตได้จากสถานะสุดท้ายของคู่ออนซึ่งไม่ถูกดูดกลืนโดยนิวเคลียสของตัวกลาง การทดลองยังไม่มี การเปรียบเทียบกับผลวิจัย ผลวิจัยนี้จะเป็นแนวทางสำหรับห้องปฏิบัติการในอนาคต

- 6) การศึกษาเงื่อนไขของปฏิกิริยาระหว่าง Ξ และ K^+K^+ ที่ศูนย์กลางมวลที่พลังงาน 3-4 GeV โดยใช้ แบบจำลองพลศาสตร์ควอนตัมเชิงโมเลกุลเหนือสัมพัทธภาพ เงื่อนไขของการเลือกทริกเกอร์ของปฏิกิริยาโดยเปรียบเทียบมัลติพลิตีและพบว่ามัลติพลิตีของ K^+K^+ มีค่าสูงกว่าของ Ξ และแปรตามมัลติพลิตีของ Ξ นั่นคือสามารถใช้ K^+K^+ เป็นทริกเกอร์ของการเกิด Ξ ในปฏิกิริยา ทั้งนี้ K^+K^+ จะสามารถตรวจพบได้ที่โมเมนตัมประมาณ 0.3 GeV/c การคำนวณเงื่อนไขต่าง ๆ ในหัวข้อนี้จะเป็นส่วนหนึ่งที่สามารถช่วยให้การทดลองเกี่ยวกับไฮเปอร์นิวเคลียสของห้องทดลอง PANDA ที่ FAIR-GSI สำเร็จลุล่วง

การเกิดของอนุภาค K^+ และ Λ การชนกันของไอออนหนักที่ระดับพลังงานปานกลางมีความสำคัญต่อการศึกษาคอนสแตนต์ในตัวกลางของฮาดรอน ที่มีความหนาแน่นสูงซึ่งมีความสำคัญสำหรับการทำความเข้าใจของการสมมาตรไครัลในสสารฮาดรอนิกส์และสสารนิวเคลียร์ที่มีความหนาแน่นสูง ผู้วิจัยจะต่อยอดการวิจัยนี้โดยการศึกษาคุณสมบัติและผลในตัวกลางของอนุภาค π และ K^* โดยใช้แบบจำลอง Quantum molecular dynamics และ Hadron string dynamics.

คำหลัก: การไหลรวม; สมการสถานะแบบแข็ง/อ่อน; พลศาสตร์ควอนตัมเชิงโมเลกุล; การกระจายอะซิเมตริก; ภาคตัดขวาง; สเปกตรามวลตามขวาง; โมเมนตัมตามขวาง; ซิกมาเมซอน ;
คูแลมด้าไฮเปอร์นิวเคลียส

Abstract

This research is devoted to the theoretical study of the kaon sigma and lamda production in heavy ion reaction at intermediate energies. The theoretical results are calculated by using the quantum molecular dynamical (QMD) model within the covariant kaon dynamics. The calculations are performed with and without Brown – Rho (K^+ N) potential and with a soft/hard equation of state (EOS). We review the following 6 topics.

- 1) The collective transverse flow and collective flow of K^+ in heavy ion collisions at incident energies of 0.25 AGeV to 2.00 A GeV for ${}^{197}_{79}\text{Au} + {}^{197}_{79}\text{Au}$ system. It is also shown that the properties of K^+ are anti-flow. This means that the features of K^+ collective flow clearly favor the existence of an in-medium repulsive potential for K^+ meson. The rapidity distribution of K^+ meson is more sensitive to the nuclear equation of state than the differential directed flow.
- 2) The azimuthal distributions of K^+ mesons in the ${}^{197}_{79}\text{Au} + {}^{197}_{79}\text{Au}$ collisions at 1.5 AGeV and the ${}^{58}_{28}\text{Ni} + {}^{58}_{28}\text{Ni}$ collisions at 1.93 A GeV. Calculated results with a repulsive in-medium K^+ mesons, and calculated results using the K^+ N potential can reasonably describe the features of KaoS data. This indicates that the azimuthal distribution is one of the sensitive probes to extract information on in-medium properties at high densities.
- 3) Production cross section of K^+ mesons in ${}^{12}_6\text{C} + {}^{12}_6\text{C}$, ${}^{58}_{28}\text{Ni} + {}^{58}_{28}\text{Ni}$ and ${}^{197}_{79}\text{Au} + {}^{197}_{79}\text{Au}$ collisions at 1.8, 1.93 and 1.5 AGeV respectively. We found that the result of theoretical calculation with soft EOS is similar to that of the hard EOS. The results calculated with soft and hard EOS when including (K^+ N) potential tend to be consistent with the KaoS data

- 4) Analysis of the transverse mass spectra of K^+ from the ${}^{58}_{28}\text{Ni} + {}^{58}_{28}\text{Ni}$ collisions at 1.93 A GeV as a function of the transverse kinetic energy $m_T - m$. The results of calculation by including K^+N potential with soft EOS are consistent with the KaoS data.
- 5) To indicate that the sigma meson production in proton and nucleus collisions is strongly medium-dependent, and also the produced sigma mesons decaying in a denser medium experience a stronger mass shift towards lower masses. This mass shift is an experimentally accessible observable in the final state pion pairs which did not suffer reabsorption by the surrounding nucleons. No experimental compare to our results. This research will be as a guide for the laboratory in future.
- 6) Study of the conditions of the reaction Ξ and K^+K^+ at the center of mass energy 3-4 GeV using Ultra relativity quantum molecular dynamics model .Terms of the selection of reactions triggered by comparing the multiplicity K^+K^+ and Ξ are found that the multiplicity of K^+K^+ is higher than that of Ξ and deploys the multiplicity; that is the reaction K^+K^+ can be used as the trigger of the Ξ production in the reaction. K^+K^+ can be detected at momentum around 0.3 GeV / c. This section is the one that can help the experiment of hypernucleus the PANDA laboratory at FAIR-GSI completion.

The kaon and lamda production in heavy ion collisions at intermediate energies provides a sensitive probe to study the in-medium properties of hadrons. Properties in dense hadronic matter are important for a better understanding of both a possible restorations of chiral symmetry in dense hadronic matter and the properties of nuclear matter at high densities. Researchers continue to study the properties and the in medium effect of π and K^* particles by use Quantum Molecular Dynamics and Hadron string model.

Keywords: Collective flows; soft/hard equation of state; quantum molecular dynamics; Azimuthal distributions; cross section; transverserse mass spectra,transverse momentum; Sigma meson; double Lamda hypernucleus.