บทที่ 1

บทนำ

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.1 ที่มาของการวิจัย

ในการศึกษารองรอยทางวิ่งของอนุภาคที่มีประจุเกิดขึ้นในปี ค.ศ. 1911 กระทำโดย วิลสัน (Willson) เป็นภาพของทางเดินของอนุภาคนิวเคลียร์ที่มีประจุในห้องเมฆ (cloud chamber) การพัฒนาห้องเมฆทำให้ค้นพบว่า มีอนุภาคนิวเคลียร์อยู่หลายชนิด

ในปี ค.ศ. 1952 ดี. เอ. กลาสเซอร์ (D.A. Glaser) ได้สร้างห้องฟอง (bubble chamber) ซึ่งเป็นเครื่องมือตรวจจับอนุภาคนิวเคลียร์ที่มีประจุ โดยอาศัยรอยทางวิ่งเช่นเดียวกับห้องเมฆ แต่มีการทำงานที่แตกต่างกันไป และใช้ร่วมกับเครื่องเร่งอนุภาคที่มีพลังงานสูง สามารถศึกษาพบอนุภาคมูลฐาน (elementary particle) ได้อีกมากมาย

การศึกษาอันตกริยา (interaction) ระหว่างการชนกันของ K^- และ p ในห้องฟองขนาดยาว 2 เมตร โดยใช้ ไฮโดรเจนเหลว (liquid hydrogen) เป็นเป้า ตัวกระสุนคือ K^- ซึ่งมีค่าโมเมนตัม 4.2 GeV/c สำหรับการวิจัยนี้ได้เริ่มต้นขึ้นในปี ค.ศ. 1967 โดยกลุ่มจากมหาวิทยาลัยอัมสเตอร์ดัม (Amsterdam University) และมหาวิทยาลัยนิจเมเจน (Nijmegen University) โดยทำการถ่ายภาพไว้ทั้งหมด 700,000 ครั้ง ต่อมาในปี ค.ศ. 1971 แทรก แชมเบอร์ ดิวิชัน (Track Chamber Division) ของ C.E.R.N. ได้เข้าร่วมด้วย โดยตกลงที่จะขยายการวิจัยออกไปถึง 3 ล้านภาพ จุดประสงค์ก็เพื่อที่จะศึกษารายละเอียดของปฏิกริยาที่เกิดขึ้นได้ยาก (rare reaction) และในปี ค.ศ. 1973 กลุ่มจากมหาวิทยาลัยออกซ์ฟอร์ด (Oxford University) ก็ได้เข้ามาร่วมด้วย ภาพทั้งหมดถ่ายเสร็จในเดือนตุลาคม ค.ศ. 1974 การวัดค่าเหตุการณ์ (events) ต่าง ๆ ได้กระทำสำเร็จในกลางปี ค.ศ. 1976

ต่อมาในปี ค.ศ. 1981 ภาควิชาฟิสิกส์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้รับเครื่องฉายฟิลม์ที่ได้จากห้องฟอง พร้อมทั้งฟิล์มภาพถ่ายจากห้องฟอง รวมทั้งสิ้น 15 ม้วน จึงได้ทำการทดลองกวาด (scan) ภาพ นับจำนวนเหตุการณ์ชนิดต่าง ๆ ทั้งหมด เพื่อหาภาคตัดขวางทั้งหมด (total cross section) จากนานากริยา K^-p โดยพิจารณาจากร่องรอยของปฏิกริยาที่เกิดขึ้นในแบบต่าง ๆ โดยไม่ต้องนำมาฟิต (fit) ว่าเป็นช่องใด (channel) อาศัยข้อมูลที่มีทั้งหมดคือ 4,056 กรอบ และพิจารณาผลที่ได้ว่าสอดคล้องเพียงใดกับการคำนวณอย่างละเอียดที่มีผู้ทำมาแล้ว

1.2 แนวเหตุผลและทฤษฎีที่ใช้

ในวิทยานิพนธ์นี้ จะศึกษานานากริยาของ

$$K^-p \longrightarrow \text{anything}$$

แล้วพิจารณาดูรอยทางที่เกิดขึ้น รวบรวมเหตุการณ์ของรอยทาง 2, 3, 4, 6 แฉก (prongs) นำมาหาค่าภาคตัดขวาง ซึ่งเป็นสิ่งที่ใช้ในการพิจารณาว่า โอกาสการเกิดปฏิกริยาระหว่างอนุภาคนั้นเกิดมากหรือน้อยเพียงใด เพื่อเป็นพื้นฐานในการหาปริมาณทางฟิสิกส์อื่น ๆ ได้อีกเช่น อัตราส่วน บรานชิ่งการสลายตัว (decay branching ratio), อนุภาคเรโซเนนท์ หรือการค้นหาอนุภาคอื่น ๆ ที่ยังไม่มีการค้นพบภายหลังปฏิกริยา

ภาคตัดขวาง สามารถหาได้จากนิยามต่อไปนี้[2] คือ

จำนวนเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น ต่อความหนาแน่นของอนุภาคเป้า ต่อความยาวของลำรอยทาง (beam track length) ทั้งหมด

นั่นคือ $$\sigma_{tot} = \frac{N_{tot}}{nL}$$

เมื่อ σ_{tot} คือ ภาคตัดขวางของเหตุการณ์ทั้งหมด

N_{tot} คือ จำนวนเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นทั้งหมด

n คือ ความหนาแน่นของอนุภาคเป้า

L คือ ความยาวของลำรอยทางทั้งหมด

และยังมีความสัมพันธ์ ระหว่างภาคตัดขวางทั้งหมดกับภาคตัดขวางเฉพาะเหตุการณ์ คือ

$$\sigma_i = \frac{N_i}{N_{tot}} \cdot \sigma_{tot}$$

เมื่อ σ_i คือ ภาคตัดขวางเฉพาะเหตุการณ์ที่ i

σ_{tot} คือ ภาคตัดขวางทั้งหมด

N_i คือ จำนวนเหตุการณ์ i ที่เกิดขึ้น

N_{tot} คือ จำนวนเหตุการณ์ทั้งหมดที่เกิดขึ้น

1.3 จุดมุ่งหมาย

1. การทำการวิจัยนี้ เป็นการทดลองวัดค่าภาคตัดขวาง จากภาพถ่ายของห้องฟอง 4,056 กรอบ และกวาดวัดครั้งเดียว ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนภาพถ่ายทั้งหมดซึ่งมีมากถึง 3 ล้านกรอบแล้ว นับเป็นจำนวนที่น้อย ผลที่ออกมาก็จะคลาดเคลื่อนในทางสถิติได้มาก แต่อย่างไรก็ตามคาดว่าผลที่ออกมาแม้จะไม่เท่ากัน แต่ควรจะมีระดับขนาด (order) เดียวกัน และถ้าเป็นเช่นนี้ การคำนวณภาคตัดขวางแบบนี้ก็สามารถจะนำไปใช้งานในกรณีที่ต้องการผลไม่ละเอียดมากนักได้ ซึ่งเป็นการประหยัดเวลาและแรงงานได้มาก ทั้งยังอาศัยเพียงทฤษฎีพื้นฐานทางนิวเคลียร์เท่านั้น

2. เป็นการฝึกหัด การดูรอยทางของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นและจำแนกเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น แม้จะไม่มีการพิจารณาว่าเป็นช่องใด แต่ก็เป็นประสบการณ์และพื้นฐานในการทำงานที่ละเอียดยิ่งขึ้นไปกว่านี้ได้