

การคำนวณค่าภาคตัดขวางของการกระเจิงของอนุภาคพลังงานสูง

(Cross Section Calculation of High Energy Particle Collisions)

งานวิจัยชิ้นนี้เป็นการศึกษา cross section ของการชนกันของอนุภาคที่มีพลังงานสูงมากในระดับ TeV ซึ่งในปัจจุบันเครื่องเร่งอนุภาคที่สามารถเร่งอนุภาคให้มีพลังงานสูงมากในระดับนี้



ภาพที่ 1 เครื่องเร่งอนุภาค LHC(Large Hadron Collider)

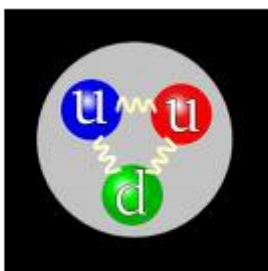
ได้ก็คือเครื่องเร่งอนุภาค LHC ซึ่งเป็นเครื่องเร่งอนุภาคชนิดซินโครตรอน ที่สถาบันวิจัย Cern ซึ่งตั้งอยู่ระหว่างชายแดนประเทศฝรั่งเศส และสวิตเซอร์แลนด์ โดยเครื่องเร่งอนุภาค LHC จะใช้หลักการเร่งอนุภาคหนักหรือลำอนุภาคโปรตอนให้เข้ามาชนกันด้วยความเร็วเกือบเท่าความเร็วแสง และเครื่องเร่งอนุภาค LHC นี้จะ

สามารถเร่งอนุภาคโปรตอน 1 ตัวให้มีพลังงานได้สูงสุดถึง 7 TeV ซึ่งเมื่อลำโปรตอน 2 ลำมาชนกันก็จะทำให้มีพลังงานสูงสุดรวมกันถึง 14 TeV

แต่ในงานวิจัยที่เราศึกษาเราจะพิจารณาให้ลึกลงไปถึงอนุภาคที่อยู่ภายในโปรตอนนั่นก็คืออนุภาค quark ซึ่งถึงแม้ภายในโปรตอนจะมีอนุภาค quark อยู่ถึง 2 ชนิดคือ up quark และ down quark แต่เราจะมุ่งพิจารณาเฉพาะอนุภาค up quark และ antiup quark ที่สลายตัว



ภาพที่ 2 ภาพถ่ายทางอากาศของสถาบันวิจัยซีERN



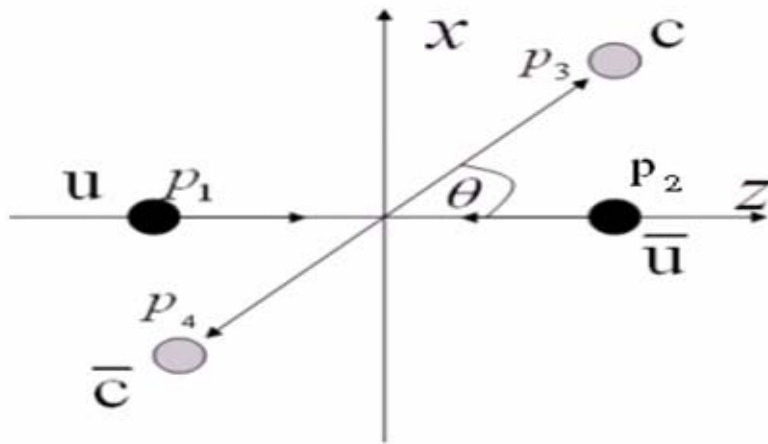
ภาพที่ 3 อนุภาค quark ภายในโปรตอน

ออกมาจากอนุภาค quark ภายในโปรตอนอีกที ซึ่งอนุภาคทั้ง 2 นี้มีมวลน้อยมาก ($\sim 2 - 8 \text{ MeV}/c^2$) เมื่อเทียบกับอนุภาคที่ต้องการศึกษาความเป็นไปได้ในการเกิดขึ้น คือ charm quark และ anticharm quark ($\sim 1300 - 1700 \text{ MeV}/c^2$) (สำหรับกรณีศึกษาในงานวิจัยชิ้นนี้ใช้อนุภาค up มวล $5 \text{ MeV}/c^2$ และ charm มวล $1500 \text{ MeV}/c^2$) ซึ่งในการที่จะบอกได้ว่า มีอนุภาค

อะไรเกิดขึ้น จะใช้การหาโมเมนตัมและพลังงานของอนุภาคเพื่อที่จะทำให้ทราบว่าอนุภาคที่เกิดขึ้นมีลักษณะอย่างไร นั่นหมายถึงว่า เมื่อเราต้องการที่จะทราบว่ามีโอกาสเท่าไรที่จะเกิดเป็นอนุภาค charm quark และ anticharm quark ขึ้น เราก็สามารถใช้หลักการหาพลังงานจลน์และโมเมนตัมที่เกิดขึ้น โดยอาศัยค่ามวลและประจุของอนุภาค charm quark ที่เราทราบได้จากการทดลอง ซึ่งจะทำให้เราสามารถทำนายถึงโอกาสในการเกิดอนุภาคจากค่า cross section ที่มีมุมกระเจิงค่าต่างๆ

นอกจากนั้นในโปรแกรมการคำนวณ Cross section ที่เขียนขึ้นก็มีการกำหนดทิศทางของ

อนุภาคที่พุ่งเข้าชนกัน และ fixed ให้มุม ϕ มีค่าเท่ากับศูนย์ แสดงว่าค่า Cross section ที่ได้ จะเป็นฟังก์ชันของมุม θ เพียงอย่างเดียวซึ่งผลการคำนวณของโปรแกรมนอกจากจะทำให้เราเห็นว่าที่

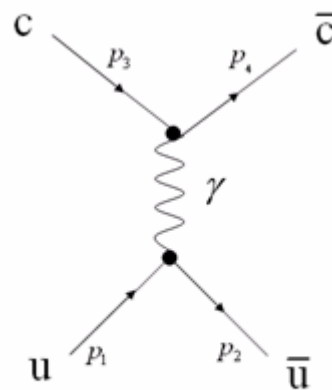


ภาพที่ 4 แสดงโมเมนตัมทิศทางการชนกันของอนุภาค up quark และ antiup quark และ โมเมนตัมทิศทางการกระเจิงของอนุภาค charm quark และ anticharm quark พร้อมทั้งมุมกระเจิงที่เกิดขึ้นด้วย

ค่าพลังงานจลน์มีค่าต่ำ
มากๆ และ สูงมากๆ
โอกาสที่จะทำให้เกิด
อนุภาค charm quark
ขึ้นก็จะลดน้อยลง
ในขณะที่พลังงานจลน์
ก็จะมีค่าพลังงานจลน์ค่า
หนึ่งประมาณ 2000-
2200 MeV และค่า
โมเมนตัมประมาณ
2000-2200 MeV ที่จะ
มีโอกาสเกิดอนุภาค

charm ขึ้นมากที่สุด ซึ่งค่า total cross section ที่พลังงานจลน์ และ โมเมนตัมค่าต่างๆ จะทำให้เห็นโอกาสที่จะเกิดอนุภาค charm quark และ anticharm quark ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น จึงอาจสรุปได้ว่าโอกาสที่จะเกิดอนุภาค charm quark และ anticharm quark จากการชนกันของ อนุภาค up quark และ antiup quark นั้น ระดับพลังงานจลน์ และ โมเมนตัมจะมีค่าที่เหมาะสมอยู่ในช่วงประมาณ 2000– 2200 TeV/c² และในส่วนของมุมกระเจิงของอนุภาค charm quark ที่เกิดขึ้นด้วย จะเห็นได้ว่าอนุภาคที่เกิดขึ้นมีโอกาสที่จะกระเจิงไปในทิศทางเดิม หรือไม่ก็กระเจิงไปในทิศทางตรงกันข้ามกับทิศที่อนุภาคต้นกำเนิดพุ่งเข้าชนกันมากกว่ากระเจิงไปในทิศทางอื่น

และนอกจากผลที่ได้จากการศึกษาในกรณีของการชนกันของอนุภาค up quark และ antiup quark แล้วเกิดเป็นอนุภาค charm quark และ anticharm quark แล้วโปรแกรมการคำนวณที่เราเขียนขึ้นยังสามารถที่จะนำไปประยุกต์ใช้กับการศึกษาอนุภาคชนิดอื่นๆอีก เช่น down quark และ antidown quark โดยเปลี่ยนค่ามวลและประจุให้เป็นของอนุภาคที่ต้องการศึกษา แล้วเลือกระดับพลังงานที่เหมาะสมในการเกิดอันตรกิริยาขึ้น โดยดูได้จากค่ามวลของอนุภาคที่ใช้ชนและอนุภาคที่ต้องการให้เกิด นอกจากนั้นยังสามารถที่จะปรับเปลี่ยน โปรแกรมในการศึกษาให้เหมาะสมกับลักษณะของการชนกันที่เกิดขึ้น



ภาพที่ 5 Feynman diagrams