บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

สสารในธรรมชาติประกอบด้วยโมเลกุลชนิดต่าง ๆ ซึ่งโมเลกุลทุกตัวก็ประกอบขึ้นมาจากอะตอม โดยแต่ละอะตอมมีนิวเคลียสเป็นองค์ประกอบซึ่งนิวเคลียสเองก็สร้างขึ้นมาจากโปรตอนและนิวตรอน ตามแบบจำลองควาร์กยังมีองค์ประกอบที่เล็กกว่าอยู่ภายในโปรตอนและนิวตรอน เรียกว่า ควาร์ก (quark) โดยสามารถจำแนกได้ 6 ชนิด เรียกว่า 6 เฟลเวอร์ (flavor) ได้แก่ ควาร์กยู (อัพ), ควาร์กดี (ดาวน์), ควาร์กซี (ชาร์ม), ควาร์กเอส (สเตรนจ์), ควาร์กที (ท็อป), และควาร์กบี (บ็อททอม) ซึ่งตามแบบจำลองอย่างง่ายของควาร์ก (simple quark model) นั้น อนุภาคที่ประกอบขึ้นจากควาร์กสามตัวจะถูกเรียกว่า แบริออน (baryon, q^3) ขณะที่อนุภาคที่เรียกว่า เมซอน (meson, $q\bar{q}$) จะประกอบด้วยควาร์กหนึ่งตัวและปฏิควาร์กหนึ่งตัว ตัวอย่างเช่นโปรตอนในแบบจำลองควาร์กอย่างง่ายนั้นจะประกอบขึ้นจากควาร์กยูสองตัวและควาร์กดีหนึ่งตัว นิวตรอนสร้างขึ้นจากควาร์กดีสองตัวและควาร์กยูหนึ่งตัว (Greiner & Mueller, 1994)

แต่มีผลการทดลองที่ยืนยันว่าโปรตอนควรที่จะมีควาร์กเอสและปฏิควาร์กเอส ($s\bar{s}$) เป็นองค์ประกอบอยู่ โดยเริ่มจากพบว่าเกิดการละเมิดกฎของโอเส็ดไอ (Okubo-Zwieg-Iizuka; OZI) ในปฏิกิริยาการประลัยคู่นิวคลีออน-ปฏินิวคลีออน ($N\bar{N}$) ซึ่งให้อนุภาคเมซอนฟี (ϕ มี s และ $\bar{s}$ เป็นองค์ประกอบ) หลังการเกิดปฏิกิริยาได้ (Amsler,1992) ได้มีการเสนอว่าน่าจะมีควาร์กเอสในฟังก์ชันคลื่นของนิวคลีออน (Ellis et al., 1995) ในรูปของ $q^3s\bar{s}$ ($\bar{q}^3s\bar{s}$) ถูกเพิ่มเข้าไปเป็นส่วนหนึ่งในฟังก์ชันคลื่นเดิมของ N ($\bar{N}$) ซึ่งทำให้อนุภาคเมซอนฟีถูกสร้างขึ้นจากควาร์กเอสที่มีอยู่ในนิวคลีออนโดยไม่ละเมิดกับกฎของโอเส็ดไอ และจากการตรวจพบสปินของ $s\bar{s}$ ที่มีผลต่อสปินของโปรตอน (σ_s) โดยมีค่าเป็นลบ (Ashman et al., 1988) ซึ่งได้มีการประยุกต์แบบจำลองไครัลควาร์กหรือ ChQM (Chiral Quark Model) กับโครงร่างสปินและเฟลเวอร์ของโปรตอนทำให้สามารถอธิบายผลจากสปินนี้ได้ (Cheng & Li, 1995)

นอกจากนี้ยังมีการทดลองตรวจวัดโมเมนต์แม่เหล็กจากควาร์กเอสที่อยู่ในโปรตอน (μ_s) แต่ผลการทดลองส่วนใหญ่ที่ผ่านมาพบว่าโมเมนต์แม่เหล็กจากควาร์กเอส μ_s มีค่าเป็นบวก (Baunack et al., 2009) ต่างกันกับผลการคำนวณจากทางทฤษฎี (Beck & McKeown, 2001; Lyubovitskij et al., 2002) ที่ให้ผล μ_s เป็นลบ จึงได้มีการเสนอแบบจำลองของโปรตอนที่ต่างไปจากเดิม (An et al., 2006) โดยมีฟังก์ชันคลื่นที่มีควาร์กอยู่ในรูปของควาร์กห้าตัว (Pentaquark) ผลคือ

โครงร่าง (configuration) สำหรับสปินและเฟลเวอร์ของควาร์กห้าตัวที่แตกต่างกันสามารถนำไปสู่ลบหรือบวกของสปินและโมเมนต์แม่เหล็กของควาร์กเอสในโปรตอนได้ และฟังก์ชันคลื่นบางตัวที่ให้ σ_s และ μ_s เป็นลบ ได้ถูกนำมาพิจารณาการเกิดอนุภาคเมซอนฟีในปฏิกิริยาประลัยคู่นิวคลิออน-ปฏินิวคลิออน (Srisuphaphon et al., 2011)

แต่อย่างไรก็ตามยังมีฟังก์ชันคลื่นของระบบควาร์กห้าตัวที่อาจเป็นองค์ประกอบของโปรตอน และรูปแบบการเกิดปฏิกิริยาประลัยคู่ที่ยังไม่เคยถูกมานำพิจารณา งานวิจัยนี้จึงมุ่งที่จะศึกษาฟังก์ชันคลื่นของระบบควาร์กห้าตัวในโปรตอน โดยในหัวข้อถัดไปจะแสดงให้เห็นถึงการสร้างฟังก์ชันของควาร์กห้าตัวที่สมบูรณ์ สำหรับกรณีที่ปฏิอนุภาค $\bar{s}$ อยู่ในสถานะกระตุ้นที่ 1 ขณะที่ *uuds* อยู่ในสถานะพื้นโดยการประยุกต์ใช้ทฤษฎีกลุ่ม การคำนวณแอมพลิจูดของการเกิดปฏิกิริยาประลัยคู่หรือการประยุกต์ใช้ฟังก์ชันคลื่นที่ได้จะถูกแสดงในบทที่ 3 และบทสุดท้ายสำหรับการอภิปรายและสรุปผล

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างฟังก์ชันคลื่นของโปรตอนที่มีควาร์กห้าตัว โดยใช้ทฤษฎีกลุ่ม
2. ทดสอบฟังก์ชันคลื่นของโปรตอน โดยการคำนวณค่าสปินและโมเมนต์แม่เหล็กจากควาร์กเอสในฟังก์ชันคลื่น

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

พัฒนาแบบจำลองของโปรตอนที่มีส่วนประกอบของควาร์กเอส เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการวิจัยต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

งานวิจัยนี้ศึกษาฟังก์ชันคลื่นของโปรตอนที่มีควาร์กห้าตัว โดยการใช้ทฤษฎีกลุ่มในการสร้างฟังก์ชันคลื่น และคำนวณหาค่าของ μ_s และ σ_s เพื่อเปรียบเทียบผลการคำนวณกับผลการทดลอง รวมไปถึงการคำนวณแอมพลิจูดของการเปลี่ยนสถานะที่เกี่ยวข้องกับควาร์กเอสในโปรตอน

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University