

บทที่ 1

บทนำ

1. บทนำต้นเรื่อง

ฟิสิกส์ของอนุภาคมูลฐานเป็นฟิสิกส์สาขาหนึ่งที่มีความนิยมในกลุ่มของนักฟิสิกส์ มีการสร้างแนวความคิดและทฤษฎีเพื่อจะบรรยายพฤติกรรมของอนุภาคพื้นฐาน ลักษณะทางกายภาพที่เรียกว่า สปินถูกนำมาใช้ในการจัดกลุ่มของอนุภาค เป็นกลุ่มของโบซอนและเฟอร์มิออน สำหรับเฟอร์มิออนสปิน 1/2 พอล ดิแรก [1] (นักฟิสิกส์ชาวอังกฤษ) ได้สร้างสมการคลื่นของไชร์ดิ้งเจอร์ในแบบสัมพัทธภาพพิเศษอยู่ในรูปแบบดังนี้

$$\not{D}\psi \equiv (\not{p} - m)\psi = 0 \quad (1-1)$$

โดย $\not{p} = \gamma.p$ อยู่ภายใต้เงื่อนไขของแอนติคอมมิวเตเตอร์ (anticommutator) และคอมมิวเตเตอร์ (commutator) ตามลำดับดังนี้

$$\{\not{p}, \not{p}\} = \not{p}^2 \quad (1-2)$$

$$[\not{p}, p^2] = [p^2, p^2] = 0 \quad (1-3)$$

จากการศึกษาของดิแรกพบว่าสมการคลื่นของอิเล็กตรอนมีผลเฉลยที่ทำนายถึงการมีอยู่ของอนุภาคโพสิตรอนซึ่งเป็นปฏิอนุภาคของอิเล็กตรอน โดยผลเฉลยนั้นยังแสดงถึงสปินของทั้งอิเล็กตรอนและโพสิตรอนด้วย ทั้งนี้สมการดิแรกนั้นจำกัดอยู่แค่อนุภาคและปฏิอนุภาคที่มีสปิน 1/2 แต่ในธรรมชาติยังมีอนุภาคและปฏิอนุภาคมากมายที่มีสปินแตกต่างจากค่านี้ ซึ่งอาจมีสปินเป็นเลขจำนวนเต็มและเศษส่วนจำนวนเท่าของสปิน 1/2 อาทิเช่นสปิน 0, 1/2, 1, 3/2, ...

ในงานวิจัยนี้ได้มีการพัฒนาวิธีการทางพีชคณิตโดยขยายตัวดำเนินการที่เรียกว่าตัวดำเนินการโคสแตนท์ (Kostant operator) [2,3,4,5]

$$K = \sum_i \gamma_i T_i \quad (1-4)$$

กระทำบนปริภูมิโคเซียน (quotient space) ของพีชคณิต $su(5)/(su(4) \times u(1))$ โดยผลเฉลยที่ได้จะเกี่ยวข้องกับสมการโคสแตนท์ดังนี้

$$K\psi = 0 \quad (1-5)$$

ผลเฉลยที่ได้ของตัวดำเนินการโคสแทนท์เรียกว่า แก่นคำตอบ (kernel solutions) เมื่อนำมาวิเคราะห์ผลลัพธ์ของสปิน จะให้สเปกตรัมของอนุภาคและปฏิอนุภาคที่มีสปินหลากหลายและไม่มีมวล ($m = 0$)

2. วัตถุประสงค์

- 1) สร้างตัวดำเนินการโคสแทนท์บนพีชคณิตของลีบนปริภูมิโคเซชันของพีชคณิต $su(5)/(su(4) \times u(1))$
- 2) คำนวณหาผลเฉลยที่เป็นแก่นคำตอบของตัวดำเนินการโคสแทนท์
- 3) วิเคราะห์ความหมายของผลเฉลยในเชิงสเปกตรัมทางฟิสิกส์