

# บทที่ 1

## บทนำ

### ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย

ในวิถีทางกลศาสตร์ควอนตัมมีเพียงไม่กี่ปัญหาที่สามารถหาคำตอบได้อย่างแม่นยำตรงนอกเหนือจากนั้นเราต้องใช้วิธีการประมาณ (Approximation Method) หรือวิธีการเชิงตัวเลข (Numerical Method) จึงจำเป็นต้องมีวิธีการที่จะคำนวณคำตอบได้อย่างมีความแม่นยำสูงซึ่งสามารถทำได้หลายวิธี ตัวอย่างเช่น การวิเคราะห์โดยใช้การถ่ายโอนเมทริกซ์ (Analytical Transfer-matrix Method) [1] การวิเคราะห์โดยใช้วิธีการไฟไนต์อีลิเมนต์ (Finite Element Method) [2] เป็นต้น สำหรับปัญหาบ่อศักย์คู่ (Double-well) มีวิธีการแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลายดังเช่น Perturbation-variation Method [3], Renormalization [4], Coupled-Cluster Method (CCM) [5], Eigenvalue Moment Method (EMM) [6] และ Nonperturbative Method [7] ซึ่งเป็นต้นกำเนิดของวิธีการฮิลล์ดีเทอร์มิแนนท์ (Hill Determinant Approach) เป็นต้น

การแก้ปัญหาทางกลศาสตร์ควอนตัมด้วยวิธีการฮิลล์ดีเทอร์มิแนนท์นั้นจากการศึกษา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่าการใช้วิธีนี้มายาวนานจนถึงปัจจุบัน ซึ่งสามารถศึกษาได้จาก [8,9,10,11,12,13,14,15,16] เป็นต้น

ในการวิจัยครั้งนี้ได้ทำการศึกษาวิธีการแก้ปัญหาเชิงตัวเลขทางกลศาสตร์ควอนตัมของ ปัญหาบ่อศักย์คู่สมมาตรกำลังสี่ 1 มิติ (1D Symmetric Quartic Double-well Potential Problem) โดยใช้วิธีการยิงคำตอบเชิงตัวเลขบนครึ่งโดเมน (Half-Domain Numerical Shooting Method) ซึ่งเป็นวิธีการเชิงตัวเลขอีกวิธีหนึ่งที่สามารถแสดงคำตอบของปัญหาทางกลศาสตร์ควอนตัม นั่นคือ คำนวณค่าไอเกนพลังงานเป็นตัวเลขได้แล้วเปรียบเทียบกับวิธีการฮิลล์ดีเทอร์มิแนนท์ของ M.R. Witwit [17] ซึ่งเป็นวิธีการที่มีความแม่นยำสูง นอกจากนี้ยังสามารถแสดงผลของฟังก์ชันคลื่นใน รูปของกราฟ โดยอาศัยโปรแกรมทางคณิตศาสตร์เพื่อแสดงค่าไอเกนพลังงานเป็นตัวเลขและ ฟังก์ชันคลื่นที่ได้

### วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาวิธีการแก้ปัญหาค่าเชิงตัวเลขทางกลศาสตร์ควอนตัมของปัญหาบ่อศักย์คู่กำลังสี่ 1 มิติ โดยใช้วิธีการยิงคำตอบบนครึ่งโดเมน
2. เพื่อวิเคราะห์ค่าไอเกินพลังงานและฟังก์ชันคลื่นของอนุภาคภายใต้ปัญหาบ่อศักย์คู่กำลังสี่ 1 มิติ โดยใช้วิธีการยิงคำตอบบนครึ่งโดเมน
3. เพื่อศึกษาและใช้โปรแกรมทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Program) ในการแสดงคำตอบเชิงตัวเลขของปัญหาบ่อศักย์คู่กำลังสี่ โดยใช้วิธีการยิงคำตอบบนครึ่งโดเมน
4. เพื่อเปรียบเทียบค่าไอเกินพลังงานที่ได้จากวิธีการยิงคำตอบเชิงตัวเลขบนครึ่งโดเมน และแสดงค่าความแตกต่างกับวิธีการอื่นที่มีความแม่นยำสูงในรูปของร้อยละ

### ขอบเขตของงานวิจัย

1. ปัญหาทางกลศาสตร์ควอนตัมที่ทำการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ได้แก่ ปัญหาอนุภาคในบ่อศักย์คู่กำลังสี่ 1 มิติ (1-D Quartic Double-well Potential Problem)
2. การหามวลเฉลยเชิงตัวเลขของปัญหาอนุภาคในบ่อศักย์คู่กำลังสี่ 1 มิติ ในการวิจัยครั้งนี้จะใช้วิธีการยิงคำตอบเชิงตัวเลข (Numerical Shooting Method) เท่านั้น
3. โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับคำนวณทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในงานวิจัยนี้ คือ Mathematica 5.1

### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เอกสาร ตำราและทฤษฎีที่เกี่ยวกับกลศาสตร์ควอนตัม [18] และฟิสิกส์เชิงคำนวณ [19]
2. เอกสารคู่มือการใช้โปรแกรมคำนวณทางคณิตศาสตร์ [20]
3. เครื่องคอมพิวเตอร์ PC และ คอมพิวเตอร์ Notebook ประสิทธิภาพสูง
4. โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการคำนวณทางคณิตศาสตร์และโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างภาพกราฟฟิค

### ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

1. ศึกษาเอกสาร ตำรา ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหาอนุภาคในบ่อศักย์คู่กำลังสี่ 1 มิติ และการหามวลเฉลยเชิงตัวเลขโดยใช้วิธีการยิงคำตอบ

2. ศึกษาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับคำนวณทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในงานวิจัยนี้  
ซึ่งได้แก่ โปรแกรม Mathematica 5.1

3. วิเคราะห์ค่าไอเกินพลังงานและฟังก์ชันคลื่นของอนุภาคในปัญหาบ่อศักย์คู่กำลังสี่  
1 มิติโดยใช้วิธีการยิงคำตอบ

4. ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับคำนวณทางคณิตศาสตร์ คำนวณค่าพลังงานและ  
สร้างฟังก์ชันคลื่นของอนุภาคในปัญหาบ่อศักย์คู่กำลังสี่ 1 มิติที่ได้จากวิธีการยิงคำตอบ

5. แสดงผลค่าไอเกินพลังงานและแสดงฟังก์ชันคลื่นที่ได้ในรูปกราฟด้วยโปรแกรม  
Mathematica 5.1

6. เปรียบเทียบค่าไอเกินพลังงานและฟังก์ชันคลื่นที่ได้จากการใช้วิธีการยิงคำตอบกับ  
วิธีการหาผลเฉลยโดยวิธีอื่นที่มีความแม่นยำสูง

7. วิเคราะห์ สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

8. เขียนรายงานการวิจัย

**ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ**

การศึกษาการประยุกต์ใช้วิธีการยิงคำตอบกับปัญหาบ่อศักย์คู่กำลังสี่ 1 มิติครั้งนี้ ผู้วิจัย  
คาดว่าจะเกิดประโยชน์ดังต่อไปนี้

1. สามารถใช้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหอนุภาคในศักย์รูปแบบอื่นที่สามารถเกิดขึ้นได้  
ในทางกลศาสตร์ควอนตัมโดยใช้วิธีการยิงคำตอบ

2. สามารถใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับคำนวณทางคณิตศาสตร์ในการแสดงคำตอบ  
เชิงตัวเลขของปัญหาแก้ปัญหอนุภาคในศักย์รูปแบบอื่นที่สามารถเกิดขึ้นได้ในทาง กลศาสตร์  
ควอนตัม

3. ได้แนวทางในการศึกษาการหาผลเฉลยเชิงตัวเลขของปัญหาทางกลศาสตร์ควอนตัม  
อื่นๆ โดยการใช้โปรแกรมคำนวณทางคณิตศาสตร์