สารบัญ

บทที่		หน้า
1	**บทนำ**	1
	ความเป็นมาของปัญหา	2
	จุดมุ่งหมายของการศึกษา	3
	ขอบเขตของงานวิจัย	3
2	**เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**	4
	แบบจำลองพลศาสตร์ควอนตัมเชิงโมเลกุล (Quantum Molecular Dynamics, QMD)	4
	การกำหนดค่าเริ่มต้น	6
	การแพร่กระจายในศักย์ยังผล (Propagation in the effective potential)	9
	หลักการไหลรวมของการชน	15
	แรพิดิตี้ (rapidity)	15
	ความเร็วใน 4 มิติ (Four-velocity; u)ที่ระดับของโมเมนตัมตามขวาง (u_{t0})	16
3	**วิธีดำเนินการวิจัย**	25
4	**ผลการวิจัย**	31
5	**บทสรุป**	40
	สรุปผลการวิจัย	40

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
บรรณานุกรม	41
ภาคผนวก	48
ประวัติผู้วิจัย	68

สารบัญตาราง

ตาราง หน้า

1 แสดงพารามิเตอร์ที่ใช้ในสมการที่ (25) สำหรับสมการสถานะนิวเคลียร์แบบแข็ง (hard EOS) และแบบอ่อน (soft EOS)..... 14

2 แสดงตัวอย่างผลการคำนวณโมเมนตัมที่ได้จากการชนกันของทองกับทองโดยใช้แบบจำลองพลศาสตร์ควอนตัมเชิงโมเลกุลจากการชนของปฏิกิริยา $^{197}_{97}Au+^{197}_{97}Au$ ที่พลังงาน 0.15 A GeV ค่าพารามิเตอร์ตกกระทบเท่ากับ 4.3245 ถึง 5.9804 fm 26

3 แสดงตัวอย่างผลการคำนวณการไหลเชิงวงรีที่ได้จากการชนกันของทองกับทองโดยใช้แบบจำลองพลศาสตร์ควอนตัมเชิงโมเลกุลจากการชนของปฏิกิริยา $^{197}_{97}Au+^{197}_{97}Au$ ที่พลังงาน 0.15 A GeV ค่าพารามิเตอร์ตกกระทบเท่ากับ 4.3245 ถึง 5.9804 fm 27

4 แสดงตัวอย่างผลการคำนวณการไหลเชิงตรงที่ได้จากการชนกันของทองกับทองโดยใช้แบบจำลองพลศาสตร์ควอนตัมเชิงโมเลกุลจากการชนของปฏิกิริยา $^{197}_{97}Au+^{197}_{97}Au$ ที่พลังงาน 0.15 A GeVค่าพารามิเตอร์ตกกระทบเท่ากับ 4.3245 ถึง 5.9804 fm 28

สารบัญภาพ

ภาพ หน้า

1 สมการสถานะ แสดงถึงการขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของพลังงานต่ออนุภาคในสสารนิวเคลียร์ที่ อุณหภูมิ T = 0 สำหรับพารามิเตอร์ที่แตกต่างกันสองชุด... 14

2 แผนผังของการวิวัฒน์ทางเวลาในการชนกันของไอออนหนักและการพัฒนาการของกลุ่มของสนามของความเร็ว (ด้านซ้าย) การวิวัฒน์ทางเวลาขอปฏิกิริยาในระนาบของปฏิกิริยา (ด้านขวา) ภาพวาดของระนาบตามขวางที่ศูนย์กลางแรพิดิตี้ หลายๆ เฟสของปฏิกิริยาไอออนหนักแบบฉบับสามารถหาได้..... 21

3 ภาพฉายของหัววัด POFI..... 22

4 ตัวอย่างการใส่ค่าพารามิเตอร์ที่กำหนดสำหรับการจำลองการชนของทองกับทองที่ตำแหน่ง a เป็นค่ามวลและเลขอะตอมของทอง b เป็นค่าพลังงานที่ใช้ในการชน c ค่าพารามิเตอร์ตกกระทบ d ค่ากำหนดการใช้สมการสถานะแบบแข็งหรือแบบอ่อน..... 25

5 แผนผังการจำลองการชนของแบบจำลองพลศาสตร์ควอนตัมเชิงโมเลกุล (QMD model)..... 29

6 การไหลเชิงวงรีของโปรตอนซึ่งแป็นฟังชันก์ของแรพิดิตี้แรพิดิตี้ ในการชนกันของ $^{197}_{79}Au+^{197}_{79}Au$ ที่พลังงาน 0.15 A GeV และใช้ค่าพารามิเตอร์ตกกระทบเท่ากับ 0 ถึง 4.3245 วงกลมทึบสีดำแสดงผลการทดลองจากห้องปฏิบัติการ FOPI สำหรับสามเหลี่ยมหัวตั้ง และ สามเหลี่ยมหัวกลับแสดงผลการทดลองจากแบบจำลอง QMD โดยการใช้สมการสถานะแบบอ่อนและแบบแข็ง ตามลำดับ..... 31

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ		หน้า
7	การไหลเชิงวงรีของโปรตอนซึ่งเป็นฟังชันก์ของแรพิดิตี้ ในการชนกันของ $^{197}_{79}Au+^{197}_{79}Au$ ที่พลังงาน 0.15 A GeV และใช้ค่าพารามิเตอร์ตกกระทบเท่ากับ 4.3245 ถึง 5.9804 fm วงกลมทึบสีดำแสดงผลการทดลองจากห้องปฏิบัติการ FOPI สำหรับสามเหลี่ยมหัวตั้ง และ สามเหลี่ยมหัวกลับแสดงผลการทดลองจากแบบจำลอง QMD โดยการใช้สมการสถานะแบบอ่อนและแบบแข็ง ตามลำดับ.....	32
8	การไหลเชิงตรงของโปรตอนซึ่งเป็นฟังชันก์ของแรพิดิตี้ ในการชนกันของ $^{197}_{79}Au+^{197}_{79}Au$ ที่พลังงาน 0.15 A GeV และใช้ค่าพารามิเตอร์ตกกระทบเท่ากับ 5.9804 ถึง 7.3089 fm วงกลมทึบสีดำแสดงผลการทดลองจากห้องปฏิบัติการ FOPI สำหรับสามเหลี่ยมหัวตั้ง และ สามเหลี่ยมหัวกลับแสดงผลการทดลองจากแบบจำลอง QMD โดยการใช้สมการสถานะแบบอ่อนและแบบแข็ง ตามลำดับ.....	33
9	แสดงผลการคำนวณการไหลเชิงวงรีของโปรตอนซึ่งเป็นฟังชันก์ของแรพิดิตี้ ในการชนกันของ $^{197}_{79}Au+^{197}_{79}Au$ ที่พลังงาน 0.15 A GeV และใช้ค่าพารามิเตอร์ตกกระทบเท่ากับ เท่ากับ 0 ถึง 4.3245 fm, 4.3245 ถึง 5.9804 fm และ 5.9804 ถึง 7.3089 fm โดยใช้สมการสถานะแบบอ่อนและแบบแข็ง.....	34
10	การไหลเชิงตรงของโปรตอนซึ่งเป็นฟังชันก์ของแรพิดิตี้ ในการชนกันของ $^{197}_{79}Au+^{197}_{79}Au$ ที่พลังงาน 0.15 A GeV และใช้ค่าพารามิเตอร์ตกกระทบเท่ากับ เท่ากับ 0 ถึง 4.3245 fm สำหรับสามเหลี่ยมทึบหัวตั้ง และสามเหลี่ยมทึบหัวกลับ แสดงผลการทดลองจากแบบจำลอง QMD โดยการใช้สมการสถานะแบบอ่อนและแบบแข็ง ตามลำดับ.....	35

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ หน้า

11 การไหลเชิงตรงของโปรตอนซึ่งแป็นฟังชันก์ของแรพิดิตี้ ในการชนกันของ $^{197}_{79}Au+^{197}_{79}Au$ ที่พลังงาน 0.15 A GeV และใช้ค่าพารามิเตอร์ตกกระทบ เท่ากับ 4.3245 ถึง 5.9804 fm วงกลมทึบสีดำแสดงผลการทดลองจาก ห้องปฏิบัติการ FOPI สำหรับสามเหลี่ยมทึบสีเหลือง และ สามเหลี่ยมทึบสี ชมพู แสดงผลการทดลองจากแบบจำลอง QMD โดยการใช้สมการสถานะ แบบอ่อนและแบบแข็ง ตามลำดับ..... 36

12 การไหลเชิงตรงของโปรตอนซึ่งแป็นฟังชันก์ของแรพิดิตี้ ในการชนกันของ $^{197}_{79}Au+^{197}_{79}Au$ ที่พลังงาน 0.15 A GeV และใช้ค่าพารามิเตอร์ตกกระทบ เท่ากับ 5.9804 ถึง 7.3089 fm สำหรับสามเหลี่ยมทึบหัวตั้ง และ สามเหลี่ยมทึบหัวกลับ แสดงผลการทดลองจากแบบจำลอง QMD โดยการ ใช้สมการสถานะแบบอ่อนและแบบแข็ง ตามลำดับ..... 37

13 แสดงผลการคำนวณการไหลเชิงตรงของโปรตอนซึ่งเป็นฟังชันก์ของแรพิดิตี้ ใน การชนกันของ ที่พลังงาน 0.15A GeV และใช้ค่าพารามิเตอร์ตกกระทบ เท่ากับ เท่ากับ 0 ถึง 4.3245 fm, 4.3245 ถึง 5.9804 fm และ 5.9804 ถึง 7.3089 fm โดยใช้สมการสถานะแบบอ่อนและแบบแข็ง..... 38