



หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต  
สาขาวิชาฟิสิกส์ทฤษฎี  
หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2557

วิทยาลัยเพื่อการค้นคว้าระดับรากฐาน  
มหาวิทยาลัยนเรศวร

## สารบัญ

	หน้า
ชื่อสถาบันอุดมศึกษา .....	1
วิทยาเขต/คณะ/ภาควิชา .....	1
หมวดที่ 1 ข้อมูลทั่วไป .....	1
1. ชื่อหลักสูตร .....	1
2. ชื่อปริญญาและสาขาวิชา .....	1
3. วิชาเอก .....	1
4. จำนวนหน่วยกิตที่เรียนตลอดหลักสูตร .....	1
5. รูปแบบของหลักสูตร .....	1
6. สถานภาพของหลักสูตรและการพิจารณาอนุมัติ/เห็นชอบหลักสูตร .....	2
7. ความพร้อมในการเผยแพร่หลักสูตรที่มีคุณภาพและมาตรฐาน .....	2
8. อาชีพที่สามารถประกอบได้หลังสำเร็จการศึกษา .....	3
9. ชื่อ ตำแหน่ง และคุณวุฒิการศึกษาของอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร .....	3
10. สถานที่จัดการเรียนการสอน .....	3
11. สถานการณ์ภายนอกหรือการพัฒนาที่จำเป็นต้องนำมาพิจารณาในการวางแผน หลักสูตร .....	4
12. ผลกระทบจากข้อ 11.1 และ 11.2 ต่อการพัฒนาหลักสูตรและความเกี่ยวข้องกับ พันธกิจของสถาบัน .....	5
13. ความสัมพันธ์ (ถ้ามี) กับหลักสูตรอื่นที่เปิดสอนในคณะ / ภาควิชาอื่นของสถาบัน .....	5
หมวดที่ 2 ข้อมูลเฉพาะของหลักสูตร .....	6
1. ปรัชญา ความสำคัญ และวัตถุประสงค์ของหลักสูตร .....	6
2. แผนพัฒนาปรับปรุง .....	6
หมวดที่ 3 ระบบการจัดการศึกษา การดำเนินการ และโครงสร้างของหลักสูตร .....	7
1. ระบบการจัดการศึกษา .....	7
2. การดำเนินการหลักสูตร .....	7
2.1 วัน-เวลา ในการดำเนินการเรียนการสอน .....	7
2.2 คุณสมบัติของผู้เข้าศึกษา.....	7
2.3 ปัญหาของนิสิตแรกเข้า.....	8
2.4 กลยุทธ์ในการดำเนินการเพื่อแก้ไขปัญหา / ข้อจำกัดของนิสิตแรกเข้า ตามข้อ 2.3 .....	8
2.5 แผนการรับนิสิตและผู้สำเร็จการศึกษาในระยะ 5 ปี.....	8
2.6 งบประมาณตามแผน.....	9
2.7 ระบบการศึกษา.....	9

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.8 การเทียบโอนหน่วยกิต รายวิชา และการลงทะเบียนเรียนข้ามมหาวิทยาลัย....	10
3. หลักสูตรและอาจารย์ผู้สอน .....	10
3.1 หลักสูตร .....	10
3.1.1 จำนวนหน่วยกิต .....	10
3.1.2 โครงสร้างหลักสูตร .....	10
3.1.3 รายวิชา .....	11
3.1.4 แผนการศึกษา .....	15
3.1.5. คำอธิบายรายวิชา .....	17
3.2 ชื่อ ตำแหน่ง และคุณสมบัติของอาจารย์ .....	31
3.2.1 อาจารย์ประจำหลักสูตร .....	31
3.2.2 อาจารย์ประจำ .....	32
3.2.3 อาจารย์พิเศษ .....	33
4. องค์ประกอบเกี่ยวกับประสบการณ์ภาคสนาม (การฝึกงาน หรือสหกิจศึกษา) .....	34
5. ข้อกำหนดเกี่ยวกับการทำโครงการงาน หรืองานวิจัย .....	34
หมวดที่ 4 ผลการเรียนรู้ กลยุทธ์การสอนและประเมินผล .....	36
1. การพัฒนาคุณลักษณะพิเศษของนิสิต .....	36
2. การพัฒนามาตรฐานผลการเรียนรู้ในแต่ละด้าน .....	36
2.1 คุณธรรม จริยธรรม .....	36
2.2 ความรู้ .....	37
2.3 ทักษะทางปัญญา .....	37
2.4 ทักษะในด้านความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ .....	38
2.5 ทักษะในการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ	38
3. แผนที่แสดงการกระจายความรับผิดชอบมาตรฐานผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่ รายวิชา (Curriculum Mapping) .....	39

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
หมวดที่ 5 หลักเกณฑ์ในการประเมินผลนิสิต .....	44
1. กฎระเบียบหรือหลักเกณฑ์ในการให้ระดับคะแนน .....	44
2. กระบวนการทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ของนิสิต .....	45
3. เกณฑ์การสำเร็จการศึกษาตามหลักสูตร .....	45
หมวดที่ 6 การพัฒนาคณาจารย์ .....	46
1. การเตรียมการสำหรับอาจารย์ใหม่ .....	46
2. การพัฒนาความรู้และทักษะให้แก่คณาจารย์ .....	46
หมวดที่ 7 การประกันคุณภาพหลักสูตร .....	47
1. การบริหารหลักสูตร .....	47
2. การบริหารทรัพยากรการเรียนการสอน .....	47
2.1 การบริหารงบประมาณ .....	47
2.2 ทรัพยากรการเรียนการสอนที่มีอยู่เดิม .....	47
2.3 การจัดหาทรัพยากรการเรียนการสอนเพิ่มเติม .....	48
2.4 การประเมินความเพียงพอของทรัพยากร .....	48
3. การบริหารคณาจารย์ .....	48
3.1 การรับอาจารย์ใหม่ .....	48
3.2 การมีส่วนร่วมของคณาจารย์ในการวางแผน การติดตามและทบทวนหลักสูตร .....	48
3.3 การแต่งตั้งคณาจารย์พิเศษ .....	49
4. การบริหารบุคลากรสนับสนุนการเรียนการสอน .....	49
4.1 การกำหนดคุณสมบัติเฉพาะสำหรับตำแหน่ง .....	49
4.2 การเพิ่มทักษะความรู้เพื่อการปฏิบัติงาน .....	49
5. การสนับสนุนและการให้คำแนะนำนิสิต .....	50
5.1 การให้คำปรึกษาด้านวิชาการ และอื่น ๆ แก่นิสิต .....	50
5.2 การอุทธรณ์ของนิสิต .....	50
6. ความต้องการของตลาดแรงงาน สังคม และ/หรือความพึงพอใจของผู้ใช้บัณฑิต .....	50
7. ตัวบ่งชี้ผลการดำเนินงาน (Key Performance Indicators) .....	51
หมวดที่ 8 การประเมินและปรับปรุงการดำเนินการของหลักสูตร .....	53
1. การประเมินประสิทธิผลของการสอน .....	53
1.1 การประเมินกลยุทธ์การสอน .....	53
1.2 การประเมินทักษะของอาจารย์ในการใช้แผนกลยุทธ์การสอน .....	53
2. การประเมินหลักสูตรในภาพรวม .....	53
3. การประเมินผลการดำเนินงานตามรายละเอียดหลักสูตร .....	53
4. การทบทวนผลการประเมินและวางแผนปรับปรุง .....	53

**ภาคผนวก ก**

เปรียบเทียบหลักสูตรใหม่ พ.ศ. 2555 กับหลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2557

**ภาคผนวก ข**

คำสั่งแต่งตั้งคณะกรรมการพัฒนาหลักสูตร

**ภาคผนวก ค**

ผลงานทางวิชาการ การค้นคว้า วิจัย ตำราของอาจารย์ประจำ

**ภาคผนวก ง**

สรุปผลการวิพากษ์หลักสูตร

**ภาคผนวก จ**

ข้อบังคับมหาวิทยาลัยนเรศวรว่าด้วย การศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา พ.ศ. 2554

**หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต  
สาขาวิชาฟิสิกส์ทฤษฎี  
หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2557**

ชื่อสถาบันอุดมศึกษา : มหาวิทยาลัยนเรศวร

คณะ : วิทยาลัยเพื่อการค้นคว้าระดับรากฐาน และบัณฑิตวิทยาลัย

**หมวดที่ 1. ข้อมูลทั่วไป**

**1. ชื่อหลักสูตร**

ภาษาไทย : หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์ทฤษฎี

ภาษาอังกฤษ : Doctor of Philosophy Program in Theoretical Physics

**2. ชื่อปริญญาและสาขาวิชา**

ภาษาไทย : ชื่อเต็ม ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (ฟิสิกส์ทฤษฎี)

: ชื่อย่อ ปร.ด. (ฟิสิกส์ทฤษฎี)

ภาษาอังกฤษ : ชื่อเต็ม Doctor of Philosophy (Theoretical Physics)

: ชื่อย่อ Ph.D. (Theoretical Physics)

**3. วิชาเอก (ถ้ามี)**

-- ไม่มี --

**4. จำนวนหน่วยกิตที่เรียนตลอดหลักสูตร**

จำนวนหน่วยกิตรวมตลอดหลักสูตรไม่น้อยกว่า 48 หน่วยกิต

**5. รูปแบบของหลักสูตร**

**5.1 รูปแบบ**

เป็นหลักสูตรระดับ 6 ปริญญาเอกตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ

พ.ศ.2552

**5.2 ภาษาที่ใช้**

ใช้ทั้งภาษาไทย/ภาษาอังกฤษในการเรียนการสอน (หลักสูตร 2 ภาษา)

**5.3 การรับเข้าศึกษา**

รับนิสิตเข้าศึกษาในหลักสูตรทั้งนิสิตไทย และนิสิตต่างชาติ

#### 5.4 ความร่วมมือกับสถาบันอื่น

- เป็นหลักสูตรเฉพาะของสถาบันฯ ที่จัดการเรียนการสอนโดยตรง
- เป็นหลักสูตรร่วมกับสถาบันอื่น  
ชื่อสถาบัน ..... ประเทศ .....
- รูปแบบของการร่วม
- ร่วมมือกัน โดยสถาบันฯ เป็นผู้ให้ปริญญา
- ร่วมมือกัน โดยผู้ศึกษาได้รับปริญญาจาก 2 สถาบัน

#### 5.5 การให้ปริญญาแก่ผู้สำเร็จการศึกษา

กรณีหลักสูตรเฉพาะของสถาบัน

- ให้ปริญญาเพียงสาขาวิชาเดียว
- ให้ปริญญามากกว่าหนึ่งสาขาวิชา

กรณีหลักสูตรร่วมกับสถาบันอื่น

- ให้ปริญญาเพียงสาขาวิชาเดียว และเป็นปริญญาของแต่ละสถาบัน
- ให้ปริญญาเพียงสาขาวิชาเดียว และเป็นปริญญาร่วมกับ .....
- ให้ปริญญามากกว่าหนึ่งสาขาวิชา

#### 6. สถานภาพของหลักสูตรและการพิจารณาอนุมัติ/เห็นชอบหลักสูตร

6.1 กำหนดการเปิดสอน ภาคการศึกษาต้น ปีการศึกษา 2557 เป็นต้นไป

6.2 เป็นหลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2557

6.3 คณะกรรมการของมหาวิทยาลัย เห็นชอบ/อนุมัติหลักสูตร

- คณะกรรมการวิชาการ ในการประชุมครั้งที่ 4/2557 เมื่อวันที่ 22 มกราคม 2557
- สภาวิชาการ ในการประชุมครั้งที่ 5/2557 เมื่อวันที่ 11 กุมภาพันธ์ 2557
- สภามหาวิทยาลัย ในการประชุมครั้งที่ 193(3)/2557 เมื่อวันที่ 29 มีนาคม 2557

#### 7. ความพร้อมในการเผยแพร่หลักสูตรที่มีคุณภาพและมาตรฐาน

หลักสูตรมีความพร้อมในการเผยแพร่คุณภาพและมาตรฐานตามมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ ในปีการศึกษา ...2559.....

## 8. อาชีพที่สามารถประกอบได้หลังสำเร็จการศึกษา (สัมพันธ์กับสาขาวิชา)

8.1 อาจารย์มหาวิทยาลัย

8.2 นักวิจัยระดับหลังปริญญาเอก

8.3 นักวิจัย หรือนักวิเคราะห์และสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในภาคอุตสาหกรรม การเงิน และภาคธุรกิจ

8.4 ผู้บริหารองค์กรทางวิทยาศาสตร์

## 9. ชื่อ ตำแหน่ง และคุณวุฒิการศึกษาของอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร

ที่	ชื่อ - สกุล	ตำแหน่งทางวิชาการ	คุณวุฒิการศึกษา	สาขาวิชา	สำเร็จการศึกษาจากสถาบัน	ประเทศ	ปีที่สำเร็จการศึกษา	ภาระการสอน (จำนวน ชม./สัปดาห์)	
								ปัจจุบัน	เมื่อเปิดหลักสูตรนี้
1	นายบูรินทร์ กำจัดภัย 3-6798-00023-XX-X	รองศาสตราจารย์	Ph.D.	Cosmology	University of Portsmouth	UK.	2546	4.5	4.5
			M.Sc.	Physics	University of Sussex	UK.	2542		
			วท.บ.	ฟิสิกส์	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	ไทย	2539		
2	นายพิชญุทธ วงศ์จันทร์ 3-3504-00049-XX-X	อาจารย์	ปร.ด.	ฟิสิกส์	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	ไทย	2554	7	7
			วท.ม.	ฟิสิกส์	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	ไทย	2549		
			วท.บ.	ฟิสิกส์	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	ไทย	2546		
3	นายเสกสรร สุขะเสนา 3-1902-00513-XX-X	อาจารย์	วท.ด.	ฟิสิกส์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี	ไทย	2551	3.5	3.5
			วท.ม.	ฟิสิกส์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี	ไทย	2543		
			วท.บ.	ฟิสิกส์	มหาวิทยาลัยนครสวรรค์	ไทย	2540		

## 10. สถานที่จัดการเรียนการสอน

ในสถานที่ตั้ง

นอกสถานที่ตั้ง ได้แก่ .....



## 11. สถานการณ์ภายนอกหรือการพัฒนาที่จำเป็นต้องนำมาพิจารณาในการวางแผนหลักสูตร

### 11.1 สถานการณ์หรือการพัฒนาทางเศรษฐกิจ

ปัจจุบันความเจริญก้าวหน้าในด้านองค์ความรู้ทางด้านฟิสิกส์ทฤษฎี มีความก้าวหน้าในระดับสูง ซึ่งความรู้ทางด้านฟิสิกส์ทฤษฎีนั้นสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับองค์ความรู้ในศาสตร์แขนงอื่น ๆ ได้ยกตัวอย่างเช่น การประยุกต์ฟิสิกส์ของระบบซับซ้อน อุณหพลศาสตร์ ของระบบไม่สมดุล กลศาสตร์เชิงสถิติที่เกี่ยวข้องกับระบบหลายโมเลกุลในแง่วัตถุปัจเจกที่มีปฏิสัมพันธ์ และปรากฏการณ์ผลรวมยอด (Interacting Individuals and Collective Phenomena) ในการอธิบายการแข่งขันเชิงยุทธศาสตร์และองค์กรเชิงอุตสาหกรรม การสื่อสารในองค์กรที่มีผลต่างพฤติกรรมผลรวมยอด เช่น สันติภาพหรือความแตกต่างเป็นหลายโดเมนทางความคิด เสถียรภาพของความขัดแย้งหรือความตึงเครียดอันนำไปสู่ปรากฏการณ์หยวนะพิบัติที่มีการเปลี่ยนสภาพสมดุลอย่างฉับพลัน (ปรากฏการณ์ผีเสื้อ – the Butterfly Effect) หรือในแง่วัตถุปัจเจกเชิงประกอบกับลักษณะที่ปรากฏอุบัติ (Composite Individuals and Emergent Characters) ในการอธิบายการจัดองค์กรตัวเอง (Self-Organization) และการเปลี่ยนวิวัฒนาการทางองค์กร เงินเฟ้อ ภาวะการว่างงาน การให้คำอธิบายในระดับมหภาค และการใช้กลศาสตร์เชิงสถิติทำนายพฤติกรรมของตลาดหลักทรัพย์

ปัจจุบันประเทศไทยมีความขาดแคลนกำลังคนในสาขาวิจัยฟิสิกส์ทฤษฎีระดับรากฐานซึ่งสามารถเชื่อมต่อกับทัศนศาสตร์และยุทธศาสตร์ในการแก้โจทย์วิจัยในศาสตร์อื่น เช่น สังคมศาสตร์ เศรษฐศาสตร์ การจราจร และชีววิทยา ดังที่ได้กล่าวมาข้างต้น และจากแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 11 (พ.ศ. 2555 - 2559) ที่มุ่งเน้นการบริหารจัดการองค์ความรู้อย่างเป็นระบบ ทั้งการพัฒนาหรือสร้างองค์ความรู้รวมถึงการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมมาผสมผสานร่วมกับจุดแข็งในสังคมไทย

ดังนั้นหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาฟิสิกส์ทฤษฎี จึงเป็นหลักสูตรมุ่งเน้นการเรียนรู้เชิงลึกในสาขาฟิสิกส์ทฤษฎีระดับรากฐาน และขอบแดนแนวหน้าขององค์ความรู้ โดยสามารถเข้าใจโครงสร้างโดยรวมแบบบูรณาการในหลักวิชาฟิสิกส์ทฤษฎีระดับรากฐานได้ เป็นหลักสูตรที่มุ่งสร้างผู้นำทางวิชาการระดับลึกในสาขาวิชาฟิสิกส์ทฤษฎีด้วยมาตรฐานทัดเทียมกับมหาวิทยาลัยชั้นนำระดับโลก เป็นหลักสูตรที่มุ่งผลิตบุคลากรที่มีศักยภาพสูงทางการวิจัยและมีความแตกฉานเพื่อเป็นผู้สอนวิชาหลักทางฟิสิกส์ในระดับบัณฑิตศึกษาได้ หลักสูตรนี้เป็นหลักสูตรแรกในสาขาวิชาการในลักษณะนี้ของภูมิภาคเอเชียอาคเนย์

## 11.2 สถานการณ์หรือการพัฒนาทางสังคมและวัฒนธรรม

การวางแผนหลักสูตรเน้นการผลิตบุคลากรที่มีความเป็นเลิศทางด้านพิสิคส์ทฤษฎีที่สามารถ  
 ชี้นำสังคมมุทศน์เชิงกลไกที่เป็นระบบชัดเจน ก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อองค์กรและประเทศชาติ อย่าง  
 สร้างสรรค์ รวมทั้งเป็นบุคลากรที่สามารถปรับตัว รู้เท่าทันต่อการเปลี่ยนแปลงอย่างมีอาชีพ มีความ  
 เข้าใจในผลกระทบทางสังคมและวัฒนธรรม มีคุณธรรม จริยธรรม พร้อมจะช่วยเหลือและขับเคลื่อนให้  
 การเปลี่ยนแปลงนี้เป็นไปในรูปแบบที่สอดคล้องและเหมาะสมกับวิถีชีวิตของสังคมไทย โดยมีการทำ  
 วิจัยและพัฒนาอย่างต่อเนื่องให้ก้าวทันต่อองค์ความรู้ที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างก้าวกระโดด

## 12 ผลกระทบจาก ข้อ 11.1 และ 11.2 ต่อการพัฒนาหลักสูตรและความเกี่ยวข้องกับพันธกิจ ของสถาบัน

### 12.1 การพัฒนาหลักสูตร

ผลกระทบจากสถานการณ์ทางเศรษฐกิจ สังคมและวัฒนธรรม การพัฒนาหลักสูตรนั้นจำเป็นที่  
 จะต้องพัฒนาหลักสูตรในเชิงรุกที่มีศักยภาพในการผลิตบุคลากรด้านพิสิคส์ทฤษฎีซึ่งเป็นสาขาวิชาที่ขาด  
 แคลนอย่างมาก โดยกำลังคนที่จะผลิตนั้นต้องมีความรู้อย่างลึกซึ้งที่จะนำความรู้ไปถ่ายทอดสู่สังคม  
 นำไปประยุกต์ใช้กับองค์ความรู้ในศาสตร์แขนงอื่น ๆ และมีการพัฒนางานวิจัยที่เป็นประโยชน์ต่อองค์กร  
 และประเทศชาติที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ทั้งด้านวิชาการและวิชาชีพ ซึ่งเป็นไปตามนโยบายและ  
 วิสัยทัศน์ของมหาวิทยาลัยด้านมุ่งสู่ความเป็นเลิศทางวิชาการ มีคุณธรรมและจริยธรรม เป็นแบบอย่าง  
 ดีงามในการดำรงชีวิตและสร้างสรรค์สังคม

### 12.2 ความเกี่ยวข้องกับพันธกิจของสถาบัน

ผลกระทบจากสถานการณ์หรือการพัฒนาทางสังคมและวัฒนธรรมที่มีต่อพันธกิจของ  
 มหาวิทยาลัยนเรศวรที่ต้องการมุ่งสู่ความเป็นเลิศทางวิชาการและการวิจัย ซึ่งจะพัฒนาทรัพยากรมนุษย์  
 ให้มีคุณภาพและประสิทธิภาพ เพื่อเกื้อหนุนต่อการพัฒนาประเทศและสามารถแข่งขันในระดับ  
 นานาชาติได้แบบยั่งยืน การพัฒนาหลักสูตรจึงต้องมุ่งสร้างคณาจารย์บัณฑิตให้เป็นผู้รอบรู้ทางวิชาการและทำ  
 วิจัยเพื่อพัฒนาองค์ความรู้ใหม่ รวมถึงมีคุณธรรม จริยธรรม และจรรยาบรรณแห่งวิชาชีพ

## 13 ความสัมพันธ์ (ถ้ามี) กับหลักสูตรอื่นที่เปิดสอนในคณะ/ภาควิชาอื่นของสถาบัน

--- ไม่มี -----

## หมวดที่ 2. ข้อมูลเฉพาะของหลักสูตร

### 1.1 ปรัชญา ความสำคัญ และวัตถุประสงค์ของหลักสูตร

มุ่งเน้นการศึกษาโครงสร้างวิชาฟิสิกส์ในเชิงลึก โดยสามารถมองโครงสร้างรวมแบบบูรณาการในหลักวิชาฟิสิกส์ และมุ่งเน้นการทำวิจัยเชิงลึกในสาขาวิชาฟิสิกส์เพื่อผลิตบุคลากรให้มีศักยภาพเป็นผู้นำทางวิชาการในระดับสูง

### 1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อผลิตคณาจารย์บัณฑิตให้มีคุณลักษณะดังต่อไปนี้

1. มีความรู้แนวคิดและความรู้แนวโครงสร้างที่เป็นเอกภาพของวิชาฟิสิกส์ทฤษฎีอย่างแท้จริง
2. มีความสามารถเป็นอย่างดีในการถ่ายทอดความรู้สาขาวิชาฟิสิกส์ทฤษฎีได้ในบริบทระดับโลก
3. มีศักยภาพในการทำวิจัยทางฟิสิกส์ทฤษฎีได้ในบริบทระดับโลก
4. มีภาวะความเป็นผู้นำทางวิชาการในสาขาวิชาฟิสิกส์ในบริบทระดับโลก
5. มีภาวะของความเป็นนักคิดเชิงรากฐานในการบูรณาการแบบจำลองเชิงความคิดที่ศึกษาในวิชาฟิสิกส์เข้ากับศาสตร์อื่นๆ เช่น สังคมศาสตร์ องค์กร การสื่อสาร หรือระบบธรรมชาติอื่น ๆ ได้
6. มองเห็นความเป็นเอกภาพและความงามของวิชาฟิสิกส์ในภาพรวม
7. มีจริยธรรมและจิตสำนึกที่จะพัฒนาสังคมวิชาการและประชาคมโลก

## 2. แผนพัฒนาปรับปรุง

แผนการพัฒนา/ เปลี่ยนแปลง	กลยุทธ์	หลักฐาน/ตัวบ่งชี้
พัฒนาหลักสูตรให้ทันสมัยมีมาตรฐานในระดับนานาชาติ	จัดทำหลักสูตรโดยคณาจารย์ผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความรู้ความสามารถ	คำสั่งแต่งตั้งคณะกรรมการพัฒนาหลักสูตร
การพัฒนานิสิตให้มีความเป็นเลิศทางวิชาการ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- จัดหาคณาจารย์ที่มีความรู้ได้รับการยอมรับในระดับนานาชาติมาเป็นผู้สอน</li> <li>- จัดสัมมนาส่งเสริมความรู้เชิงวิชาการ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- คณาจารย์ผู้สอนทุกคนมีผลงานตีพิมพ์ในวารสารวิชาการระดับนานาชาติ</li> <li>- จำนวนการจัดสัมมนาไม่น้อยกว่า 2 ครั้งใน 1 ปี</li> </ul>

### หมวดที่ 3. ระบบการจัดการศึกษา การดำเนินการ และโครงสร้างของหลักสูตร

#### 1. ระบบการจัดการศึกษา

##### 1.1 ระบบ ทวิภาค

##### 1.2 การจัดการศึกษาภาคฤดูร้อน

- มีภาคฤดูร้อน
- ไม่มีภาคฤดูร้อน

##### 1.3 การเทียบเคียงหน่วยกิตในระบบทวิภาค

--- ไม่มี ---

#### 2. การดำเนินการหลักสูตร

##### 2.1 วัน – เวลาในการดำเนินการเรียนการสอน

- วัน - เวลาราชการปกติ
- |                 |                                 |
|-----------------|---------------------------------|
| ภาคการศึกษาต้น  | ตั้งแต่เดือนสิงหาคม ถึง ธันวาคม |
| ภาคการศึกษาปลาย | ตั้งแต่เดือนมกราคม ถึง พฤษภาคม  |
- วันเสาร์ - อาทิตย์
- |                 |                                 |
|-----------------|---------------------------------|
| ภาคการศึกษาต้น  | ตั้งแต่เดือนสิงหาคม ถึง ธันวาคม |
| ภาคการศึกษาปลาย | ตั้งแต่เดือนมกราคม ถึง พฤษภาคม  |
| ภาคฤดูร้อน      | ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม ถึง กรกฎาคม |
- นอกวัน - เวลาราชการ/อื่นๆ (ระบุ).....

##### 2.2 คุณสมบัติของผู้เข้าศึกษา

###### หลักสูตรแบบ 2.1

- เป็นผู้สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรบัณฑิตชั้นสูง สาขาวิชาสนามควอนตัม ความโน้มถ่วง และจักรวาลวิทยา หรือปริญญาโทสาขาวิชาฟิสิกส์ ฟิสิกส์ทฤษฎี หรือสาขาวิชาอื่นที่เกี่ยวข้อง
- มีคะแนนสอบภาษาอังกฤษ เทียบเท่า TOEFL ไม่ต่ำกว่า 470 คะแนน CU-TEP ไม่ต่ำกว่า 50 หรือ IELTS 5.0
- เป็นไปตามข้อบังคับมหาวิทยาลัยรัตนนครว่าด้วย การศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา พ.ศ. 2554

4. ผู้เข้าศึกษาต่อในกลุ่มวิชาจักรวาลวิทยา ความโน้มถ่วง และฟิสิกส์พลังงานสูง ต้องมีความรู้พื้นฐานในสาขาวิชาสนามควอนตัม ความโน้มถ่วง และจักรวาลวิทยา มิเช่นนั้นจะต้องลงทะเบียนเรียนแบบรายวิชาที่ไม่นับหน่วยกิต (Audit) เพื่อปรับพื้นฐานในหลักสูตรประกาศนียบัตรบัณฑิตชั้นสูง สาขาวิชาสนามควอนตัม ความโน้มถ่วง และจักรวาลวิทยา และได้ผลการเรียนเป็น S อย่างน้อย 9 หน่วยกิต ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

### 2.3 ปัญหาของนิสิตแรกเข้า

- ความรู้ด้านภาษาต่างประเทศไม่เพียงพอ
- ความรู้ด้านคณิตศาสตร์/วิทยาศาสตร์ไม่เพียงพอ
- การปรับตัวในการเรียนระดับที่สูงขึ้น
- นิสิตไม่ประสงค์จะเรียนในสาขาวิชาที่สอบคัดเลือกได้ (พิจารณา)
- อื่นๆ .....

### 2.4 กลยุทธ์ในการดำเนินการเพื่อแก้ไขปัญหา / ข้อจำกัดของนิสิตในข้อ 2.3

- จัดสอนเสริมเตรียมความรู้พื้นฐานก่อนการเรียน
- จัดการปฐมนิเทศนิสิตใหม่แนะนำการให้บริการของมหาวิทยาลัย เทคนิคการเรียนในมหาวิทยาลัย และการแบ่งเวลา
- มอบหมายให้อาจารย์ทุกคน ทำหน้าที่ดูแล ตักเตือน ให้คำแนะนำแก่นิสิต
- จัดกิจกรรมเสริมความรู้เกี่ยวกับการทำวิจัย/ด้านภาษาต่างประเทศ
- อื่น ๆ .....

### 2.5 แผนการรับนิสิตและผู้สำเร็จการศึกษาในระยะ 5 ปี

ชั้นปี	ปีการศึกษา				
	2557	2558	2559	2560	2561
ชั้นปีที่ 1	5	5	5	5	5
ชั้นปีที่ 2	-	5	5	5	5
ชั้นปีที่ 3	-	-	5	5	5
รวม	5	10	15	15	15
สำเร็จการศึกษา	-	-	5	5	5

## 2.6 งบประมาณตามแผน

### 2.6.1. งบประมาณการงบประมาณรายรับ

รายละเอียดรายรับ	ปีงบประมาณ				
	2557	2558	2559	2560	2561
ค่าธรรมเนียมการศึกษา	250,000	1,000,000	1,500,000	1,500,000	1,500,000
<b>รวมรายรับ</b>	<b>250,000</b>	<b>1,000,000</b>	<b>1,500,000</b>	<b>1,500,000</b>	<b>1,500,000</b>

หมายเหตุ : อัตราค่าบำรุงการศึกษาภาคเรียนละ 50,000 บาทสำหรับนิสิตไทย และ 65,000 บาท สำหรับนิสิตต่างชาติ

### 2.6.2. งบประมาณการงบประมาณรายจ่าย

รายละเอียดค่าใช้จ่าย	ปีงบประมาณ				
	2557	2558	2559	2560	2561
1. ค่าตอบแทน	310,000	188,000	176,250	176,250	176,250
2. วัสดุ	320,000	320,000	320,000	320,000	320,000
3. วัสดุ	-	-	-	-	-
4. ครุภัณฑ์	300,000	-	-	-	-
<b>รวมรายจ่าย</b>	<b>186,000</b>	<b>50,800</b>	<b>33,083</b>	<b>33,083</b>	<b>33,083</b>

### 2.6.3. งบประมาณการค่าใช้จ่ายต่อหัวในการผลิตบัณฑิต เป็นเงิน 13,442 บาท ต่อคน

## 2.7 ระบบการศึกษา

- แบบชั้นเรียน
- แบบทางไกลผ่านสื่อสิ่งพิมพ์เป็นหลัก
- แบบทางไกลผ่านสื่อแพรวภาพและเสียงเป็นสื่อหลัก
- แบบทางไกลทางอิเล็กทรอนิกส์เป็นสื่อหลัก (E-learning)
- แบบทางไกลทางอินเทอร์เน็ต
- อื่นๆ (ระบุ)

## 2.8 การเทียบโอนหน่วยกิต รายวิชาและการลงทะเบียนเรียนข้ามมหาวิทยาลัย (ถ้ามี)

- เป็นไปตามข้อบังคับมหาวิทยาลัยนเรศวร ว่าด้วย การศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา พ.ศ. 2554 และประกาศมหาวิทยาลัยนเรศวร เรื่อง หลักเกณฑ์และแนวปฏิบัติในการเทียบโอนหน่วยกิต ระดับบัณฑิตศึกษา

## 3. หลักสูตรและอาจารย์ผู้สอน

### 3.1 หลักสูตร

#### 3.1.1 จำนวนหน่วยกิต

หลักสูตรแบบ 2.1 จำนวนหน่วยกิต รวมตลอดหลักสูตรไม่น้อยกว่า 48 หน่วยกิต

#### 3.1.2 โครงสร้างหลักสูตร

รายการ	เกณฑ์ ศธ. พ.ศ. 2548	หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2557
	แบบ 2.1	
1. งานรายวิชา ไม่น้อยกว่า	12	12
1.1 วิชาบังคับ	-	3
1.2 วิชาเลือก ไม่น้อยกว่า	-	9
2. วิทยานิพนธ์ ไม่น้อยกว่า	36	36
3. รายวิชาบังคับไม่นับหน่วยกิต	-	3
จำนวนหน่วยกิตรวม (ตลอดหลักสูตร)	48	48

### หมายเหตุ

- 1) นิสิตต้องนำเสนอผลงานในที่ประชุมวิชาการในสาขาที่เกี่ยวข้องของระดับชาติ หรือระดับนานาชาติ อย่างน้อย 1 ครั้งตลอดหลักสูตร
- 2) นิสิตต้องเข้าร่วมการจัดอบรมเสริมทักษะทางด้านการเขียนโปรแกรมเพื่อใช้ในการคำนวณ

3.1.3 รายวิชา จำนวนไม่น้อยกว่า		12 หน่วยกิต
<b>กลุ่มวิชาจักรวาลวิทยา ความโน้มถ่วง และฟิสิกส์พลังงานสูง</b> (Cosmology, Gravitation and High Energy Physics)		
	<b>วิชาบังคับ</b>	<b>จำนวน 3 หน่วยกิต</b>
897602	กระบวนวิธีเชิงเรขาคณิตในฟิสิกส์ Geometrical Methods in Physics	3(3-0-6)
	<b>วิชาเลือก</b>	<b>จำนวนไม่น้อยกว่า 9 หน่วยกิต</b>
897603	ระบบที่ปริพันธ์ได้ Integrable System	3(3-0-6)
897604	ฟิสิกส์เชิงคณิตศาสตร์ขั้นสูง Advanced Mathematical Physics	3(3-0-6)
897606	สถิติเบย์ Bayesian Statistics	3(3-0-6)
897654	ฟิสิกส์ของหลุมดำ Physics of Black Holes	3(3-0-6)
897655	ทฤษฎีความโน้มถ่วงแบบสเกลาร์-เทนเซอร์ Scalar-Tensor Theories of Gravitation	3(3-0-6)
897656	พลังงานมืดและความโน้มถ่วงแบบขยายความ Dark Energy and Modifications of Gravity	3(3-0-6)
897663	ความสมมาตรยวดยิ่งและความโน้มถ่วงยวดยิ่ง Supersymmetry and Supergravity	3(3-0-6)
897664	ทฤษฎีสตริง String Theory	3(3-0-6)
897665	โซลิตอนและอินสแตนต์อน Solitons and Instantons	3(3-0-6)
897666	ทฤษฎีสนามเชิงสถิติ Statistical Field Theory	3(3-0-6)
897667	ทฤษฎีสนามควอนตัมแผนใหม่ Modern Quantum Field Theory	3(3-0-6)



897673	รังสีคอสมิกไมโครเวฟพื้นหลัง Cosmic Microwave Background Radiation		3(3-0-6)
897674	จักรวาลวิทยาควอนตัม Quantum Cosmology		3(3-0-6)
897676	กระบวนการทางดาราศาสตร์ฟิสิกส์ Astrophysical Processes		3(3-0-6)
	<b>วิทยานิพนธ์</b>	<b>จำนวน</b>	<b>36 หน่วยกิต</b>
897691	วิทยานิพนธ์ 1 แบบ 2.1 Dissertation I, Type 2.1		6 หน่วยกิต
897692	วิทยานิพนธ์ 2 แบบ 2.1 Dissertation II, Type 2.1		6 หน่วยกิต
897693	วิทยานิพนธ์ 3 แบบ 2.1 Dissertation III, Type 2.1		6 หน่วยกิต
897694	วิทยานิพนธ์ 4 แบบ 2.1 Dissertation IV, Type 2.1		6 หน่วยกิต
897695	วิทยานิพนธ์ 5 แบบ 2.1 Dissertation V, Type 2.1		6 หน่วยกิต
897696	วิทยานิพนธ์ 6 แบบ 2.1 Dissertation VI, Type 2.1		6 หน่วยกิต
	<b>วิชาบังคับไม่นับหน่วยกิต</b>	<b>จำนวน</b>	<b>3 หน่วยกิต</b>
897697	สัมมนา 1 Seminar I		1(0-3-1)
897698	สัมมนา 2 Seminar II		1(0-3-1)
897699	สัมมนา 3 Seminar III		1(0-3-1)

ขอ นำ เรื่อง การเพิ่มเติมคุณสมบัติในการรับบุคคลเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรปริญญา  
 ดุษฎีบัณฑิตกุ่มวิชาอุณหพลศาสตร์ไม่สมดุลและระบบซับซ้อน

(Non-Equilibrium Thermodynamics and Complexity)

	วิชาบังคับ	จำนวน	3	หน่วยกิต
897611	อุณหพลศาสตร์ไม่สมดุล Non-Equilibrium Thermodynamics			3(3-0-6)
	วิชาเลือก	จำนวนไม่น้อยกว่า	9	หน่วยกิต
897612	กลศาสตร์เชิงสถิติขั้นสูง Advanced Statistical Mechanics			3(3-0-6)
897613	กลศาสตร์เชิงสถิติไม่สมดุล Non-Equilibrium Statistical Mechanics			3(3-0-6)
897621	การกระเพื่อมในระบบกายภาพ Fluctuations in Physical Systems			3(3-0-6)
897622	สภาพปั่นป่วน Turbulence			3(3-0-6)
897631	พลวัตไม่เชิงเส้นและเคออส Non-Linear Dynamics and Chaos			3(3-0-6)
897632	ทฤษฎีหายนะพิบัติ Catastrophe Theory			3(3-0-6)
897633	การจัดเรียงตัวเองและการเกิดแบบลาย Self-Organization and Pattern Formation			3(3-0-6)
897641	ฟิสิกส์ของการจราจร Physics of Traffics			3(3-0-6)
897642	ฟิสิกส์เศรษฐศาสตร์ Econophysics			3(3-0-6)
897643	ฟิสิกส์นิเวศน์ ฟิสิกส์สังคมและการสื่อสาร Ecological Physics, Sociophysics and Communications			3(3-0-6)

	<b>วิทยานิพนธ์</b>	<b>จำนวน</b>	<b>36 หน่วยกิต</b>
897691	วิทยานิพนธ์ 1 แบบ 2.1 Dissertation I, Type 2.1		6 หน่วยกิต
897692	วิทยานิพนธ์ 2 แบบ 2.1 Dissertation II, Type 2.1		6 หน่วยกิต
897693	วิทยานิพนธ์ 3 แบบ 2.1 Dissertation III, Type 2.1		6 หน่วยกิต
897694	วิทยานิพนธ์ 4 แบบ 2.1 Dissertation IV, Type 2.1		6 หน่วยกิต
897695	วิทยานิพนธ์ 5 แบบ 2.1 Dissertation V, Type 2.1		6 หน่วยกิต
897696	วิทยานิพนธ์ 6 แบบ 2.1 Dissertation VI, Type 2.1		6 หน่วยกิต
	<b>วิชาบังคับไม่นับหน่วยกิต</b>	<b>จำนวน</b>	<b>3 หน่วยกิต</b>
897697	สัมมนา 1 Seminar I		1(0-3-1)
897698	สัมมนา 2 Seminar II		1(0-3-1)
897699	สัมมนา 3 Seminar III		1(0-3-1)

## 3.1.4 แผนการศึกษา

**ชั้นปีที่ 1 ภาคการศึกษาต้น**

**กลุ่มวิชาจักรวาลวิทยา ความโน้มถ่วง และฟิสิกส์พลังงานสูง**  
(Cosmology, Gravitation and High Energy Physics)

897602	กระบวนวิธีเชิงเรขาคณิตในฟิสิกส์ Geometrical Methods in Physics	3(3-0-6)
897XXX	วิชาเลือก Elective Course	3(3-0-6)
897691	วิทยานิพนธ์ 1 แบบ 2.1 Dissertation I, Type 2.1	6 หน่วยกิต
<b>รวม</b>		<b>12 หน่วยกิต</b>

**กลุ่มวิชาอุณหพลศาสตร์ไม่สมดุลและระบบซับซ้อน**  
(Non-Equilibrium Thermodynamics and Complexity)

897611	อุณหพลศาสตร์ไม่สมดุล Non-Equilibrium Thermodynamics	3(3-0-6)
897XXX	วิชาเลือก Elective Course	3(3-0-6)
897691	วิทยานิพนธ์ 1 แบบ 2.1 Dissertation I, Type 2.1	6 หน่วยกิต
<b>รวม</b>		<b>12 หน่วยกิต</b>

**ชั้นปีที่ 1**

**ภาคการศึกษาปลาย**

897XXX	วิชาเลือก Elective Course	3(3-0-6)
897XXX	วิชาเลือก Elective Course	3(3-0-6)
897697	สัมมนา 1 (ไม่นับหน่วยกิต) Seminar I (Non-credit)	1(0-3-1)
897692	วิทยานิพนธ์ 2 แบบ 2.1 Dissertation II, Type 2.1	6 หน่วยกิต
<b>รวม</b>		<b>12 หน่วยกิต</b>

**ชั้นปีที่ 2**  
**ภาคการศึกษาต้น**

897698	สัมมนา 2 (ไม่นับหน่วยกิต) Seminar II (Non-credit)	1(0-3-1)
897693	วิทยานิพนธ์ 3 แบบ 2.1 Dissertation III, Type 2.1	6 หน่วยกิต
	<b>รวม</b>	<b>6 หน่วยกิต</b>

**ชั้นปีที่ 2**  
**ภาคการศึกษาปลาย**

897699	สัมมนา 3 (ไม่นับหน่วยกิต) Seminar III (Non-credit)	1 (0-3-1)
897694	วิทยานิพนธ์ 4 แบบ 2.1 Dissertation IV, Type 2.1	6 หน่วยกิต
	<b>รวม</b>	<b>6 หน่วยกิต</b>

**ชั้นปีที่ 3**  
**ภาคการศึกษาต้น**

897695	วิทยานิพนธ์ 5 แบบ 2.1 Dissertation V, Type 2.1	6 หน่วยกิต
	<b>รวม</b>	<b>6 หน่วยกิต</b>

**ชั้นปีที่ 3**  
**ภาคการศึกษาปลาย**

897696	วิทยานิพนธ์ 6 แบบ 2.1 Dissertation VI, Type 2.1	6 หน่วยกิต
	<b>รวม</b>	<b>6 หน่วยกิต</b>

### 3.1.5 คำอธิบายรายวิชา

897602 กระบวนวิธีเชิงเรขาคณิตในฟิสิกส์

3(3-0-6)

#### Geometrical Methods in Physics

พื้นฐานของปริภูมิอาร์-เอ็น การส่ง การวิเคราะห์เชิงจริง ทฤษฎีกรุปและพีชคณิตเชิงเส้น มานิโฟลด์ที่อนุพันธ์ได้ เส้นโค้ง ฟังก์ชันบนมานิโฟลด์ สนามเวกเตอร์ฐานหลัก ไฟเบอร์บันเดิล เส้นโค้งปริพันธ์ อนุพันธ์ของสนามเวกเตอร์ วันฟอร์ม สนามเทนเซอร์ การดำเนินการเทนเซอร์ สนามเมตริก เทนเซอร์ อนุพันธ์ลี มานิโฟลด์ย่อย สนามเวกเตอร์คิลลิง พีชคณิตลีและกรุปลี ฟอर्मอนุพันธ์ นิยามของปริมาตร สนามของฟอร์ม ขึ้นประกอบปริมาตรเมตริก แคลคูลัสของฟอร์ม การอนุพันธ์ภายนอก การประยุกต์ในวิชาฟิสิกส์

Basics of space  $R^N$ , mappings, real analysis, group theory and linear algebra, differentiable manifolds, curves, functions on a manifold, basis vector fields, fiber bundles, integral curves, differentiation of a vector field, one-forms, tensor fields, tensor operations, metric tensor fields, Lie derivatives, submanifolds, Killing vector fields, Lie algebras and Lie groups, differential forms, definition of volume, fields of forms, metric volume element, calculus of forms, exterior derivatives, applications to physics.

897603 ระบบที่ปริพันธ์ได้

3(3-0-6)

#### Integrable System

ระบบแฮมิลโทเนียนมิติจำกัดบนอาร์-เอ็น วงเล็บปัวซอง มานิโฟลด์ปัวซอง ทฤษฎีบทคาร์บูร์ สภาวะปริพันธ์ได้ลิววิลล์ สมมาตรในสภาวะปริพันธ์ได้ การส่งโมเมนต์ หลักการของนีเธอร์ ระบบแฮมิลโทเนียน พีชคณิตของลูป ระบบที่ปริพันธ์ได้ที่มีมิติอนันต์ สมการเคดีวี ตัวดำเนินการเชิงอนุพันธ์เทียม โครงสร้างปัวซองที่มีมิติเป็นอนันต์

Finite dimensional Hamiltonian systems on  $R^N$ , Poisson brackets, Poisson manifolds, generalised Darboux theorem, Liouville integrability, symmetries in integrability, moment map, Noether's principle, Hamiltonian systems, loop algebras, infinite dimensional integrable systems, KdV equation, pseudo-differential operators, infinite dimensional Poisson structure.

897604 ฟิสิกส์เชิงคณิตศาสตร์ขั้นสูง

3(3-0-6)

#### Advanced Mathematical Physics

เน้นในเกณฑ์ที่สัมพันธ์กับทางกายภาพที่ผ่านมาที่ครอบคลุม สสารทั้งก้อน การพองตัว และความเสถียรของสสาร การยุบตัวของสสารโบซอนและหน้าที่หลักมูลของสปินและวิชาสถิติ มาตราส่วนและขอบเขตของอันตรกิริยาในปัญหาของความเสถียรและความไม่เสถียร การวิเคราะห์มิติสูงและต่ำ

วิธีการสมมาตรยวดยิ่งในการศึกษาของพลังงานสถานะพื้นของระบบควอนตัมด้วยจำนวนของอนุภาค มาก ๆ วิธีการกรีนฟังก์ชันและหลักมูลของอันตรกิริยาช่วงยาว

Emphasis on recent physically relevant aspects including: matter in bulk, inflation and stability of matter, collapse of bosonic matter and the fundamental role of spin & statistics, the scale and range of interactions in the problem of stability and instability, high and low dimensional analysis, supersymmetric methods in the study of the ground-state energy of quantum systems with large number of particles, Green functions methods and fundamentals of long range interactions.

### 897606 สถิติเบย์

3(3-0-6)

#### Bayesian Statistics

บทแนะนำทฤษฎีความน่าจะเป็นเบื้องต้น การอนุมานแบบเบย์ แบบจำลองพารามิเตอร์เดียว การกระจายตัวแรกเริ่มแบบให้ข้อมูล และไม่ให้ข้อมูล แบบจำลองพหุพารามิเตอร์ การเลือกแบบจำลอง แบบจำลองแบบชั้นลำดับ แบบจำลองไม่มีพารามิเตอร์ การสุ่มตัวอย่างแบบเครือข่าย

A brief introduction to probability theory, Bayesian inference, single-parameter models, informative and non-informative prior distributions, multi-parameter models, model selection, hierarchical models, non-parametric models, nested sampling.

### 897611 อุณหพลศาสตร์ไม่สมดุล

3(3-0-6)

#### Non-Equilibrium Thermodynamics

ทฤษฎีเสถียรภาพของกิบส์ ปรัชญาการณวิฤติและความจุความร้อนเชิงโครงสร้าง เสถียรภาพ และการกระเพื่อมจากการผลิตเอนโทรปี สมดุลเฉพาะที่ การผลิตเอนโทรปีเฉพาะที่ การอนุรักษ์พลังงาน ในระบบเปิด ความสัมพันธ์ของออนซาเยร์และหลักการสมมาตร ภาวะคงตัวภายใต้เงื่อนไขไม่สมดุล หลักการผลิตเอนโทรปีน้อยที่สุด อุณหพลศาสตร์ไม่เชิงเส้น ระบบที่อยู่นอกสมดุลอย่างมาก การวิเคราะห์ เสถียรภาพเชิงเส้น โครงสร้างกระจายตัว

Gibbs stability theory, critical phenomena and configurational heat capacity, stability and fluctuations based on entropy production, local equilibrium, local entropy production, energy conservation in open system, Onsager relations and symmetry principle, stationary state under non-equilibrium conditions, minimum entropy production principle, nonlinear thermodynamics, far-from-equilibrium system, linear stability analysis, dissipative structures.

## 897612 กลศาสตร์เชิงสถิติขั้นสูง

3(3-0-6)

## Advanced Statistical Mechanics

บททบทวนอุณหพลศาสตร์ ศักย์ทางอุณหพลศาสตร์ ความสัมพันธ์กิบส์-ดูเฮมและความสัมพันธ์แมกซ์เวลล์ ฟังก์ชันตอบสนอง ของชอมเบลเชิงสถิติ สนามมัชฌิมและทฤษฎีแลนเดาแบบจำลองไอซิง แก๊สที่หนาแน่นและของเหลว ปรัชญาการณวิฤติ ความสากล กรุปรีนอร์มัลไลเซชันของไหลควอนตัม ทฤษฎีการตอบสนองแบบเชิงเส้น ระบบไร้ระเบียบ

Review of thermodynamics, thermodynamics potentials, Gibbs-Duhem and Maxwell relations, response function, statistical ensembles, mean field and Landau theory, Ising model, dense gases and liquids, critical phenomena, universality, renormalisation group, quantum fluids, linear response theory, disordered system.

## 897613 กลศาสตร์เชิงสถิติไม่สมดุล

3(3-0-6)

## Non-Equilibrium Statistical Mechanics

การเคลื่อนที่แบบบราวเนียน การกระเพื่อมในภาวะสมดุล การตอบสนองต่อแรงที่ให้ ทฤษฎีการตอบสนองเชิงเส้น การไม่แปรผันในการเคลื่อนที่เชิงเวลา ตัวดำเนินการเวกเตอร์ การผ่อนคลายจากสมดุลที่ถูกบังคับ ตัวดำเนินการสนาม การกระเจิง ทฤษฎีบทการกระเพื่อม-การกระจายตัว ฟังก์ชันสหสัมพันธ์เวลา ทฤษฎีบทนายกิสท์ แบบจำลองดรูคสำหรับการขนส่งประจุ ฟังก์ชันลองจ์แวงที่ทำให้เป็นเชิงเส้นแล้ว ฟังก์ชันสหสัมพันธ์เวลาเมื่อพรรณนาในแบบอุทกพลศาสตร์ สเปกตรัมเชิงอุทกพลศาสตร์ ของของไหลปกติ ทฤษฎีจลน์ ปรัชญาการณวิฤติและการเสียสมมาตร กรุปรีนอร์มัลไลเซชันแบบพลวัต การเติบโตแบบไม่เสถียร

Brownian motion, fluctuations in equilibrium, response to applied forces, linear response theory, time translation invariance, vector operators, relaxation from constrained equilibrium, field operators, scattering, fluctuation-dissipation theorem, time-correlation functions, Nyquist theorem, Drude model for charge transport, linearised Langevin functions, hydrodynamic description of time-correlation functions, hydrodynamic spectrum of normal fluids, kinetic theory, critical phenomena and broken symmetry, dynamic renormalisation group, unstable growth.



## 897621 การกระเพื่อมในระบบกายภาพ

3(3-0-6)

## Fluctuations in Physical Systems

พื้นฐานการวิเคราะห์เชิงสถิติ การกระเพื่อมในวงจรไฟฟ้า ทฤษฎีบทการกระเพื่อม-การกระจายตัว ความสัมพันธ์คราเมอส์-โครนิก การเคลื่อนที่แบบบราวเนียน การเดินแบบสุ่ม การกระเพื่อมของความหนาแน่นในแก๊ส แบบจำลองอ้างอิง กระบวนการมาร์คอฟ การแพร่ของอนุภาค การกระเพื่อมของอุณหภูมิต่อไดโอด ความเร่งเฟอร์มิ

Basics of statistical analysis, fluctuations in electric circuits, fluctuation-dissipation theorem, Kramers-Kronig relations, Brownian motion, random walks, density fluctuation in gases, a reference model, Markov processes, diffusion of particles, thermal fluctuation in a diode, Fermi acceleration.

## 897622 สภาพปั่นป่วน

3(3-0-6)

## Turbulence

ธรรมชาติของการไหลแบบปั่นป่วน สมการของการเคลื่อนที่ของของไหล สมบัติของของไหลต่อเนื่อง สนามออยเลอร์และสนามลากรางเจียน สมการความต่อเนื่อง ธรรมชาติแบบสุ่มของความปั่นป่วน การจำแนกตัวแปรสุ่ม สนามสุ่ม ความน่าจะเป็นและค่าเฉลี่ย สมการการไหลเฉลี่ย การไหลปราศจากความเค้นเฉือน ระดับชั้นพลังงานและสมมุติฐานของโกลมโกรอฟ ฟังก์ชันโครงสร้างสหสัมพันธ์สองจุด โหมดฟูรีเยร์ สเปกตรัมความเร็ว การไหลในช่อง การไหลในท่อ ขอบเขตของชั้นโครงสร้างความปั่นป่วน

Nature of turbulent flows, equations of fluid motion, continuum fluid properties, Eulerian and Lagrangian fields, continuity equation, random nature of turbulence, characterisation of random variables, random fields, probability and averaging, mean-flow equations, free-shear flows, energy cascade and Kolmogorov hypotheses, structure functions, two-point correlation, Fourier modes, velocity spectra, channel flow, pipe flow, boundary layers, turbulent structures.

## 897631 พลวัตไม่เชิงเส้นและเคออส

3(3-0-6)

## Non-Linear Dynamics and Chaos

สมการเชิงอนุพันธ์อันดับสองในระบบสมการอิสระเชิงระนาบและการทำให้เป็นเชิงเส้น ลักษณะเชิงเรขาคณิตของระบบสมการอิสระเชิงระนาบ ผลเฉลยที่เป็นคาบ ระเบียบวิธีการเฉลี่ย ระเบียบวิธีการรบกวน ระเบียบวิธีการรบกวนเชิงเอกฐาน การสั่นแกว่งที่ถูกรับบังคับ การตอบสนองแบบฮาร์มอนิกและแบบฮาร์มอนิกย่อย เสถียรภาพ การระบุเสถียรภาพโดยการรบกวนผลเฉลย วิธีเลียยปูนอฟ

สำหรับการระบุเสถียรภาพของผลเฉลยที่ศูนย์ การมีอยู่ของผลเฉลยที่เป็นคาบ จุดแยกสองรากและมานิโฟลด์ ลำดับปวงกาเร จุดแยกสองรากแบบโฮโมคลินิกและเคออส

Second-order differential equations in the phase plane, plane autonomous systems and linearisation, geometrical aspects of plane autonomous systems, periodic solutions: averaging methods, perturbation methods, singular perturbation methods, forced oscillations: harmonic and sub-harmonic response, stability, determination of stability by solution perturbation, Liapunov methods for determining stability of the zero solution, existence of periodic solutions, bifurcations and manifolds, Poincaré sequences, homoclinic bifurcation and chaos.

### 897632 ทฤษฎีหายนะพิบัติ

3(3-0-6)

#### Catastrophe Theory

การเปลี่ยนแปลงแบบราบเรียบและเฉียบพลัน เรขาคณิตหลายมิติ แคลคูลัสหลายมิติ จุดวิกฤติและทอรัสเวอริสาลิตี เครื่องจักรของซีมาน หายนะพิบัติที่ปลายยอด เสถียรภาพเชิงโครงสร้าง ทฤษฎีบทการจำแนกของธอม สภาพเชิงกำหนดได้และอันโฟลดิ้ง เรขาคณิตหายนะพิบัติเจ็ดแบบ การประยุกต์ในอุณหพลศาสตร์และการเปลี่ยนเฟส การประยุกต์ทางนิเวศวิทยา การประยุกต์ใช้สร้างแบบจำลองสังคม

Smooth and sudden changes, multidimensional geometry, multidimensional calculus, critical points and transversality, Zeeman machine, cusp catastrophe, structural stability, Thom's classification theorem, determinacy and unfolding, seven catastrophe geometries, applications in thermodynamics and phase transition, applications in ecology, applications in social modeling.

### 897633 การจัดเรียงตัวเองและการเกิดแบบลาย

3(3-0-6)

#### Self-Organization and Pattern Formation

การนำ ระบบการแพร่ที่มีปฏิกริยา คลื่นฟาราเดย์ จุดแยกสองรากและสมมาตร กรู๊ปแบบลายของแลตทิซ ชูปเปอร์แลตทิซ สมมาตรที่ซ่อนไว้ สมการมอดูแลชันและสมการเอนเวโลป ความไม่เสถียรภาพของแถบและคลื่นระนาบเคลื่อนที่ ขดเกลียว ความบกพร่อง สมการครอส-นีเวลล์

Convection, reaction-diffusion systems, Faraday waves, bifurcation and symmetries, groups, lattice patterns, superlattices, hidden symmetries, modulation and envelope equations, instability of stripes and travelling plane waves, spirals, defects, Cross-Newell equation.

## 897641 ฟิสิกส์ของการจราจร

3(3-0-6)

## Physics of Traffics

ทฤษฎีการจราจรแบบสามเฟส ตัวแปรการจราจร พารามิเตอร์และรูปแบบการจราจร การไหลอิสระและการไหลคั่ง ธรรมชาติของการเสียสภาพทางการจราจรที่ทางคอขวด ความจุอนันต์ของการไหลอิสระที่คอขวด บทบาทของการเปลี่ยนช่องทางจราจรในการไหลอิสระ ธรรมชาติการเคลื่อนที่ของการจราจรที่ติดขัด การพรรณนาและการควบคุมการจราจรโดยใช้แผนภาพรากฐานของการไหลของการจราจร การประยุกต์กับวิศวกรรมจราจร

Three-phase traffic theory, traffic variables, parameters and patterns, free flow and congested traffic, nature of traffic breakdown at bottleneck, infinite number of highway capacities of free flow at bottleneck, role of lane changing in free flow: nature of moving jam emergence, traffic description and control based on fundamental diagram of traffic flow, applications in traffic engineering.

## 897642 ฟิสิกส์เศรษฐศาสตร์

3(3-0-6)

## Econophysics

รูปแบบเชิงอนุพันธ์ กฎข้อที่หนึ่งและกฎข้อที่สองของรูปแบบเชิงอนุพันธ์ กฎเชิงอุณหพลศาสตร์ข้อที่หนึ่งและข้อที่สองของเศรษฐศาสตร์ ฟังก์ชันระบบ ฟังก์ชันการผลิต สถิติที่จำเป็นต้องใช้ เอนโทรปีในฐานะฟังก์ชันการผลิต กลไกการผลิตและการค้าขาย การเดินแบบสุ่ม กระบวนการสโตแคสติกในฟิสิกส์การเงิน กระบวนการสโตแคสติกในตลาดการเงินและ กระบวนการสโตแคสติกในแบบจำลองความปั่นป่วน แบบจำลองการกระจายความมั่งคั่ง การสร้างแบบจำลองการกระเพื่อมทางการเงินและกลศาสตร์เชิงสถิติ

Differential form, first and second laws of differential forms, thermodynamical first law of economics, thermodynamical second law of economics, system function, production function, basic statistics, entropy as a production function, mechanism of production and trade, random walk, stochastic process in financial physics, financial market and model of turbulence, model of wealth distribution, modeling financial fluctuation with statistical mechanics.

897643 **ฟิสิกส์นิเวศน์ ฟิสิกส์สังคมและการสื่อสาร**

3(3-0-6)

**Ecological Physics, Sociophysics and Communications**

นิยามของชีวิตในเชิงฟิสิกส์นิเวศน์ องค์ประกอบแหล่งพลังงานในสังคม ตัวแทน กลุ่มชนชั้น อันตรกิริยาทางสังคม รัฐในฐานะที่เป็นกลุ่มของปัจเจก อุณหพลศาสตร์ของวิทยาศาสตร์สังคม พลวัตของฝูงชน การสร้างแบบจำลองของการสื่อสารด้วยแนวคิดทางฟิสิกส์ สภาพซับซ้อนในเครือข่ายสังคมออนไลน์

Ecophysical definition of life, energy source element of society, agents, groups, classes, interactions, states as collectives of individuals, thermodynamics of social science, crowd dynamics, modeling of communication with concept of physics, complexity in social network.

897654 **ฟิสิกส์ของหลุมดำ**

3(3-0-6)

**Physics of Black Holes**

การยุบตัวของวัตถุในมถ่วง หลุมดำสวาทซ์ชิลด์ คิลลิงเวกเตอร์ การยุบตัวโดยปราศจากความดันแบบสมมาตรทรงกลม แผนภาพคาร์เตอร์-เพนโรส ออซิมโตเปียร์ ขอบฟ้าเหตุการณ์ หลุมดำที่มีประจุ ขอบฟ้าโคซี หลุมดำหมุน ทฤษฎีบทยูนิคเนส ผลเฉลยของเคอร์รี่ กระบวนการเพนโรส กระบวนการระบบโคเวเรียนท์ของปริพันธ์ประจุ พลังงานเอดีเอ็ม ปริพันธ์โคมาร์ กฎทางกลศาสตร์ของหลุมดำ การแผ่รังสีฮอว์คิง

Gravitational collapse, Schwarzschild black holes, Killing vectors, spherically-symmetric pressure free collapse, Carter-Penrose diagrams, asymptopia, event horizon, charged black holes, Cauchy horizons, rotating black holes, uniqueness theorem, the Kerr solution, the Penrose process, covariant formulation of charged integral, ADM energy, Komar integrals, the laws of black hole mechanics, Hawking radiation.

897655 **ทฤษฎีความโน้มถ่วงแบบสเกลาร์-เทนเซอร์**

3(3-0-6)

**Scalar-Tensor Theories of Gravitation**

จุดกำเนิดของสนามสเกลาร์ หลักการสมมูลแบบอ่อน แบบจำลองแบรนส์-ดิกกีต้นแบบ การแปลงคงแบบ แบบจำลองแบรนส์-ดิกกีกับค่าคงที่จักรวาลวิทยา กรอบจอร์แดนและกรอบไอน์สไตน์ พลังงานมืด ควินเทสเซนซ์ แบบจำลองสองสเกลาร์ การไม่แปรผันของสเกล ดิแลตอนที่เป็นโบซอนนามู-โกลด์สไตน์ การคู่ควบกับสสาร การแปรตามเวลาของค่าคงตัวโครงสร้างละเอียด

Origin of scalar field, weak equivalence principle, prototype Brans-Dicke model, conformal transformation, Brans-Dicke model with cosmological constant, Jordan frame and

Einstein frame, dark energy, quintessence, two-scalar model, scale invariance, dilaton as Nambu-Goldstone boson, coupling to matter, temporal variation of fine structure constant.

### 897656 พลังงานมืดและความโน้มถ่วงแบบขยายความ

3(3-0-6)

#### Dark Energy and Modifications of Gravity

หลักฐานทางการสังเกตการณ์ของพลังงานมืด ค่าคงที่จักรวาลวิทยา การปรับค่าความละเอียดและปัญหาโคอินซิเดนซ์ หลักการเชิงมานุษยวิทยา แบบจำลองควินเทสเซนซ์ แบบจำลองเค-เอสเซนซ์ แบบจำลองแฟนอนอม แบบจำลองพลังงานมืดคู่ควบ แบบจำลองคามีเลียน ผลเฉลยปรับมาตร ภาวะเอกฐานในอนาคต ความโน้มถ่วงแบบ เอฟอาร์ ทฤษฎีสเกลาร์-เทนเซอร์ แบบจำลองพลังงานมืดแบบเกาส์-บอนนีย์ ภาวะผัน แบบจำลองวอยด์ การเกิดปฏิกริยาย้อนกลับ การรบกวนเชิงจักรวาลวิทยา จากพลังงานมืด

Observational evidence of dark energy, cosmological constant, fine-tuning and coincident problem, anthropic principle, quintessence, k-essence, phantoms, coupled dark energy, chameleons, scaling solution, future singularities,  $f(R)$  gravity, scalar-tensor theories, Gauss-Bonnet dark energy models, braneworlds, void models, backreactions, dark energy cosmological perturbations.

### 897663 ความสมมาตรยวดยิ่งและความโน้มถ่วงยวดยิ่ง

3(3-0-6)

#### Supersymmetry and Supergravity

พีชคณิตสมมาตรยวดยิ่งและอัลทิลเพลด ลากรางเจียนสนามยวดยิ่งไครัล ลากรางเจียนสนามสมมาตรยวดยิ่งไครัลที่รีนอร์มัลไลซ์ได้ ฎุไฟน์แมนสำหรับไครัลอัลทิลเพลดยวดยิ่ง การเสียสมมาตรยวดยิ่ง พจนีเอฟ การเสียสมมาตรยวดยิ่งพจนีดี ทฤษฎีเกจแบบไม่เป็นอาบีเลียนที่เป็นสมมาตรยวดยิ่ง ทฤษฎีอิเลกโทรวีคสมมาตรยวดยิ่ง ความโน้มถ่วงยวดยิ่งที่คู่ควบกับสสาร แบบจำลองเวส-ซุมิโน กลไกฮิกส์ยวดยิ่งและมวลของกราวิตีโน การควบแน่นของเกจจิโน ทฤษฎีแกรนด์ยูนิไฟด์ที่เป็นความโน้มถ่วงยวดยิ่ง

Supersymmetric algebra and multiplets, chiral superfield Lagrangian, renormalisable supersymmetric chiral field Lagrangians, Feynman rules for chiral supermultiplets,  $F$ -term supersymmetry breaking,  $D$ -term supersymmetry breaking, supersymmetric non-abelian gauge theories, supersymmetric electroweak theory, supergravity coupling to matter, Wess-Zumino model, super-Higgs mechanism and gravitino mass, gaugino condensate, supergravity grand unified theory.

897664 ทฤษฎีสตริง

3(3-0-6)

## String Theory

วิธีสู่เอกภาพสตริง สัมพัทธภาพพิเศษและมิติที่สูงกว่า แม่เหล็กไฟฟ้าในมิติต่าง ๆ สตริงไม่สัมพัทธภาพ อนุภาคจุดสัมพัทธภาพ สตริงสัมพัทธภาพคลาสสิก เอ็กซันนามบู-โกโตและโพลยาคอฟ กระแสเวิร์ลชีท ผลเฉลยของสมการการเคลื่อนที่ของสตริงแบบเปิดและแบบปิด ตัวแก่งกวดฮาร์โมนิก ควอนตัม สตริงแบบเปิดและแบบปิดสัมพัทธภาพควอนตัม สตริงสัมพัทธภาพกรวยแสง การควอนไทซ์ โคเวเรียนท์และกรวยแสง ที่-ทวิภาวะของสตริงแบบปิด

The road to string unification, special relativity and higher dimensions, electromagnetism in various dimensions, the nonrelativistic strings, the relativistic point particle, the classical relativistic string, the Nambu-Goto and Polyakov action, world-sheet currents, solutions of the open and closed string equations of motion, the quantum harmonic oscillator, the relativistic quantum open and closed string, the light-cone relativistic string, covariant and light-cone quantization, T-duality of closed string.

897665 โซลิตอนและอินสแตนต์

3(3-0-6)

## Solitons and Instantons

โซลิตอนแบบไม่ทอพอโลยี สมการเคดีวี กรณีทั่วไปของสมการเคดีวี โซลิตอนแบบทอพอโลยี สมการคอร์ดอนรูปร่างโซลิตอนแบบคงรูป สมการประเภทชโรดิงเงอร์แบบไม่เชิงเส้น กระบวนการเชิงเส้นรอบผลเฉลยโซลิตอน พิกัดร่วม การแปลงการกระเจิงผกผัน โซลิตอนในทฤษฎีสนามควอนตัม ชั้น ส่วนตกค้างมอดูโลสองแบบคิงค์ แม่เหล็กขั้วเดียว การเจาะผ่านและอินสแตนต์ ทอพอโลยีของการแปลงเกจ อินสแตนต์แองมิลล์และกรุปยูวัน

Non-topological soliton, KdV equation, generality of KdV equation, topological soliton, sine-Gordon equation, envelope soliton: non-linear Schrödinger-type equation, linearisation around soliton solution, collective coordinates, inverse-scattering transform, solitons in quantum field theory,  $Z_2$  kink, monopoles, tunneling and instantons, topology of gauge transformation, Yang-Mills instantons and  $U(1)$ .

897666 ทฤษฎีสนามเชิงสถิติ

3(3-0-6)

## Statistical Field Theory

บททบทวนนิยามเครื่องหมายในทางกลศาสตร์เชิงสถิติ กระบวนการเปลี่ยนเฟส ฟังก์ชันสหสัมพันธ์ แบบจำลองไอซิง ระบบหนึ่งมิติ เมทริกซ์ส่งถ่าย แบบจำลองพอดท์ ปราภาฏการณวิทยาของการเปลี่ยนเฟส โครงสร้างทั่วไปของแผนภูมิเฟส กวเฟสทิบส์ ทฤษฎีแลนเดา-กินเบิร์ก ทฤษฎีสนาม

มัชฌิม สมมติฐานการปรับมาตรา คุณสมบัติวิกฤติของไอซิงโมเดลในหนึ่งมิติ กระบวนการแปลงบล็อก กรุปรีนอร์มัลไลเซชัน ฟังก์ชันแบ่งกันและทฤษฎีสนาม แบบจำลองเกาส์เซียน การกระจายการรบกวน

Review of definitions, notations and statistical mechanics, phase transitions, correlation function, Ising model, one-dimensional system, transfer matrix, Potts model, phenomenology of phase transitions, general structure of phase diagrams, Gibb phase rule, Landau-Ginsburg theory, mean field theory, scaling hypothesis, critical properties of the one-dimensional Ising model, blocking transformation, renormalisation group, partition function and field theory, the Gaussian model, the perturbation expansion.

### 897667 ทฤษฎีสนามควอนตัมแผนใหม่

3(3-0-6)

#### Modern Quantum Field Theory

เน้นทฤษฎี การประยุกต์ และการพัฒนาแผนใหม่ที่ครอบคลุม สนามสปินชั้นสูง ทฤษฎีสนามประหลาด พีชคณิตปวงกาเรและซูเปอร์ปวงกาเร ปริภูมิยอดยิ่งของสถานะอนุภาคและมัดทิเพลกซ์ยอดยิ่ง หลักการพลวัตควอนตัม แอมพลิจูดการเปลี่ยนสถานะจากสุญญากาศสู่สุญญากาศและผลเฉลยของทฤษฎีสนาม ตัวประกอบแฟดดีฟ-โพโปบ ซีพีที การเชื่อมต่อสปินและวิชาสถิติ ความซับซ้อนของทฤษฎีเกจแบบอาบีเลียนและแบบไม่อาบีเลียน ทฤษฎีของการรีนอร์มัลไลเซชัน การพิสูจน์ของควมมีเขตจำกัดที่อันดับใด ๆ พฤติกรรมที่พลังงานสูง พฤติกรรมที่ระยะทางสั้น ๆ วิธีการจุดจริงและเสรีภาพในการกำกับ การพัฒนาที่ผ่านมาในการกำเนิดของสนามยอดยิ่ง การแผ่ขยายสมมาตรยอดยิ่ง สตริงซูเปอร์สตริงและเอ็กซ์ซันยั้งผลที่พลังงานต่ำ เกณฑ์ของควอนตัมกราวิตี

Emphasis on theory, applications and modern developments including: higher spin fields, field theory anomalies, Poincaré/super-Poincaré algebras, particle-states/supermultiplets superspace, the quantum dynamical principle, vacuum-to-vacuum transition amplitudes and solution of field theory, generalized Faddeev-Popov factors, CPT, spin & statistics connection, intricacies of abelian and non-abelian gauge theories, the theory of renormalisation, proof of finiteness to any order, high-energy/short distance behavior, fixed points methods and asymptotic freedom, recent developments on the generation of superfields, supersymmetric extensions, strings, superstrings and low energy effective actions, aspects of quantum gravity.

## 897673 รังสีคอสมิกไมโครเวฟพื้นหลัง

3(3-0-6)

## Cosmic Microwave Background Radiation

คุณสมบัติเชิงสถิติของสนามแบบสุ่ม ฟังก์ชันสหสัมพันธ์ สเปกตรัมกำลัง ทฤษฎีบทเออร์โกดิก ความแปรปรวนของจักรวาล การรบกวนแบบนิวโทเนียน สมการของโบลซ์มานน์ มวลจีน การแปลงเกจ การไม่แปรผันเกจ สมการการรบกวน สมการบาร์ดีน ฟังก์ชันถ่ายโอน การสั่นเชิงสวอนศาสตร์ สมการลูวีลล์ การหน่วงซิลค์ มัลติโพลของรังสีคอสมิกไมโครเวฟพื้นหลัง การกระจายทรงกลม ปรากฎการณซ์แซ็ค-วูลฟ์ รีไอออริเนชัน พารามิเตอร์ของสโตคส์ สเปกตรัมกำลังของโพลาริเซชันในรังสีคอสมิกไมโครเวฟพื้นหลัง

Statistical properties of random field, correlation functions, power spectra, ergodic theorem, cosmic variance, Newtonian perturbation, Boltzmann's equations, Jean mass, gauge transformation, gauge invariance, perturbation equations, the Bardeen equation, transfer function, acoustic oscillation, Liouville equation, Silk damping, CMB multipoles, spherical expansion, Sachs-Wolfe effect, reionisation, Stokes' parameters, CMB polarization power spectrum.

## 897674 จักรวาลวิทยาควอนตัม

3(3-0-6)

## Quantum Cosmology

บทแนะนำวิชาจักรวาลวิทยาควอนตัม วิธีการแฮมิลโทเนียนในสัมพัทธภาพทั่วไป ปัญหาค่าขอบเขตแบบคลาสสิก การปริพันธ์ตามวิถีในความโน้มถ่วงควอนตัม เฟอร์มิออนซึ่งมีสปินครึ่ง รูปแบบแฮมิลโทเนียนสำหรับความโน้มถ่วงยวดยิ่ง แอมพลิจูดควอนตัม การกระจายกึ่งคลาสสิก ตัวแปรแอสเทคาร์ในสัมพัทธภาพทั่วไปและในความโน้มถ่วงยวดยิ่ง

Introduction to quantum cosmology, Hamiltonian treatment of general relativity, classical boundary-value problem, path-integral in quantum gravity, spin 1/2 fermions, Hamiltonian formulation of supergravity, quantum amplitude, semi-classical expansion, Ashtekar variables in general relativity and in supergravity.

## 897676 กระบวนการทางดาราศาสตร์ฟิสิกส์

3(3-0-6)

## Astrophysical Processes

กระบวนการกระเจิงแบบคอมพ์ตัน การแผ่รังสีของวัตถุดำ การแผ่รังสีเบมสตา์ลูงเชิงความร้อน การแผ่รังสีแบบซินโครตรอน การแผ่รังสีการกลับสปินของไฮโดรเจนอะตอม ความสัมพันธ์การกระจาย การหมุนแบบฟาราเดย์ การแตกตัวของคลื่นเลย์มาน-อัลฟา เลนส์ความโน้มถ่วง



Compton scattering process, black body radiation, thermal bremsstrahlung radiation, synchrotron radiation, hydrogen spin-flip radiation, dispersion relation, Faraday's rotation, Lyman-alpha breaking, gravitational lensing.

- 897691 **วิทยานิพนธ์ 1 แบบ 2.1** **6 หน่วยกิต**  
 Dissertation I, Type 2.1  
 ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยที่สนใจโดยละเอียด  
 Extensive literature review related to the research of interest.
- 897692 **วิทยานิพนธ์ 2 แบบ 2.1** **6 หน่วยกิต**  
 Dissertation II, Type 2.1  
 เตรียมโครงร่างวิจัยฉบับร่าง โดยระบุหัวข้อวิทยานิพนธ์ ความสำคัญ ปัญหาและที่มาของการวิจัย วัตถุประสงค์ และขั้นตอนการดำเนินการวิจัย  
 Preparation of a research proposal draft including a research topic, significance of the problem, research objectives, and research procedures.
- 897693 **วิทยานิพนธ์ 3 แบบ 2.1** **6 หน่วยกิต**  
 Dissertation III, Type 2.1  
 โครงร่างงานวิจัยฉบับสมบูรณ์โดยมีการระบุองค์ประกอบของการวิจัยโดยละเอียด  
 A complete research proposal comprising details of research components.
- 897694 **วิทยานิพนธ์ 4 แบบ 2.1** **6 หน่วยกิต**  
 Dissertation IV, Type 2.1  
 ทำการวิจัยเบื้องต้น พร้อมทั้งจัดทำรายงานความก้าวหน้า  
 Conducting preliminary research study and preparing a progress report
- 897695 **วิทยานิพนธ์ 5 แบบ 2.1** **6 หน่วยกิต**  
 Dissertation V, Type 2.1  
 ออกแบบและดำเนินการทดลอง เก็บและวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัย พร้อมทั้งจัดทำรายงานความก้าวหน้า รวบรวมผลการวิจัย และจัดเตรียมวิทยานิพนธ์  
 Designing and conducting experiments, collecting and analyzing data preparing a progress report and summarizing research data and preparing a dissertation

897696 **วิทยานิพนธ์ 6 แบบ 2.1****6 หน่วยกิต****Dissertation VI, Type 2.1**

จัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์ให้เสร็จสมบูรณ์ รวมทั้งบทความที่เป็นส่วนหนึ่งของผลงานในวิทยานิพนธ์ต้องได้รับการตอบรับให้ตีพิมพ์ หรืออยู่ในขั้นตอนการพิจารณาเพื่อตีพิมพ์ในวารสารวิชาการระดับนานาชาติที่มีคณะกรรมการกลั่นกรอง ผ่านการสอบป้องกันวิทยานิพนธ์ และจัดทำรูปเล่มฉบับสมบูรณ์ส่งบัณฑิตวิทยาลัย

A complete and revised dissertation, all the articles which are part of the dissertation must be accepted by a refereed journal or in the process of submission, passing the thesis defence and delivering complete dissertations to the graduate school.

897697 **สัมมนา 1****1(0-3-1)****Seminar I**

ทบทวนและอภิปรายถึงปัญหาและความก้าวหน้าทางด้านฟิสิกส์ทฤษฎี การนำเสนอหน้าชั้นเรียนในหัวข้อวิจัยที่กำลังเป็นที่สนใจตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

Review and discussion of problems and progress in theoretical physics, presentation on contemporary active research topics under supervision.

897698 **สัมมนา 2****1(0-3-1)****Seminar II**

การศึกษาและอภิปรายหัวข้อวิจัยเชิงลึก การนำเสนอหน้าชั้นเรียนในเรื่องที่นิสิตกำลังทำการค้นคว้าวิจัย หรืองานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

Study and discussion on a profound research topic, presentation on the research topic that the student is conducting or interesting research journals under supervision.

897699 **สัมมนา 3****1(0-3-1)****Seminar III**

รายงานและนำเสนอความคืบหน้าของหัวข้องานวิจัยที่นักศึกษากำลังดำเนินการค้นคว้า ภายใต้การดูแลของอาจารย์ที่ปรึกษา

Progress report and presentation on the research project under supervision.

ความหมายของเลขรหัสวิชา

- ประกอบด้วยตัวเลข 6 ตัว แยกเป็น 2 ชุด ๆ ละ 3 ตัว มีความหมายดังนี้
- เลขสามตัวแรก เป็น กลุ่มเลขประจำสาขาวิชา
- 897 หมายถึง สาขาวิชาฟิสิกส์ทฤษฎี วิทยาลัยเพื่อการค้นคว้าระดับรากฐาน
- เลขสามตัวหลัง เป็นกลุ่มเลขประจำวิชา
- เลขรหัสตัวแรก (หลักร้อย) แสดงถึงระดับชั้นปีที่ศึกษา
- เลขรหัสตัวกลาง (หลักสิบ) แสดงถึงกลุ่มวิชาดังต่อไปนี้
- เลข 0 หมายถึง วิธีการเชิงทฤษฎีและคณิตศาสตร์
- เลข 1 หมายถึง อุณหพลศาสตร์
- เลข 2 หมายถึง คลื่น การสั่นสะเทือน และพลศาสตร์ของไหล
- เลข 3 หมายถึง ระบบซับซ้อน
- เลข 4 หมายถึง ฟิสิกส์ทฤษฎีประยุกต์ในระบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์ นิเวศวิทยา  
ชีววิทยา และสังคมศาสตร์
- เลข 5 หมายถึง ทฤษฎีสัมพัทธภาพ
- เลข 6 หมายถึง กลศาสตร์คลาสสิก กลศาสตร์ควอนตัม แม่เหล็กไฟฟ้า  
ทฤษฎีสนาม และทฤษฎีที่พลังงานสูง
- เลข 7 หมายถึง จักรวาลวิทยา และดาราศาสตร์ฟิสิกส์
- เลข 8 หมายถึง ฟิสิกส์ทฤษฎีสาขาอื่น ๆ
- เลข 9 หมายถึง สัมมนา หัวข้อพิเศษ วิทยานิพนธ์
- เลขรหัสตัวสุดท้ายหมายถึงลำดับที่รายวิชาตามเลขรหัสตัวกลาง

## 3.2 ชื่อ ตำแหน่งและคุณวุฒิของอาจารย์

## 3.2.1 อาจารย์ประจำหลักสูตร

ที่	ชื่อ - สกุล	ตำแหน่งทางวิชาการ	คุณวุฒิการศึกษา	สาขาวิชา	สำเร็จการศึกษาจากสถาบัน	ประเทศ	ปีที่สำเร็จการศึกษา	ภาระงานสอน (จำนวน ชม. /สัปดาห์)	
								ปัจจุบัน	เมื่อเปิดหลักสูตรนี้
1*	นายบุรินทร์ กำจัดภัย 3-6798-00023-XX-X	รอง ศาสตราจารย์	Ph.D.	Cosmology	University of Portsmouth	UK.	2546	4.5	4.5
			M.Sc.	Physics	University of Sussex	UK.	2542		
			วท.บ.	ฟิสิกส์	มหาวิทยาลัย เชียงใหม่	ไทย	2539		
2	นายคัมภีร์ คำแหวน 3-1198-00096- XX-X	อาจารย์	Dr.rer.Nat.,	Theoretical Physics	University of Heidelberg	Germany	2549	4.5	4.5
			วท.ม.	ฟิสิกส์	จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย	ไทย	2544		
			วท.บ.	ฟิสิกส์	จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย	ไทย	2541		
3	นายธีรภาพ ชันท์วัฒน์ 3-5001-00204- XX-X	อาจารย์	D.Phil.	Astrophysics	University of Oxford	UK.	2554	7	7
			M.Phys. (First Class Hons.)	Physics	University of Manchester	UK.	2549		
4*	นายพิทยุทธ วงศ์จันทร์ 3-3504-00049- XX-X	อาจารย์	ปร.ด.	ฟิสิกส์	จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย	ไทย	2554	7	7
			วท.ม.	ฟิสิกส์	จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย	ไทย	2549		
			วท.บ.	ฟิสิกส์	จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย	ไทย	2546		
5*	นายเสกสรร สุขะเสนา 3-1902-00513- XX-X	อาจารย์	วท.ด.	ฟิสิกส์	มหาวิทยาลัย เทคโนโลยีสุรนารี	ไทย	2551	3.5	3.5
			วท.ม.	ฟิสิกส์	มหาวิทยาลัย เทคโนโลยีสุรนารี	ไทย	2543		
			วท.บ.	ฟิสิกส์	มหาวิทยาลัยนครสวรรค์	ไทย	2540		

หมายเหตุ : \* เป็นอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร

## 3.2.2 อาจารย์ประจำ

ที่	ชื่อ – สกุล	ตำแหน่งทางวิชาการ	คุณวุฒิการศึกษา	สาขาวิชา	สำเร็จการศึกษาจากสถาบัน	ประเทศ	ปีที่สำเร็จการศึกษา
1	นายปรีนทร์ กำจัดภัย 3-6798-00023-XX-X	รอง ศาสตราจารย์	Ph.D.	Cosmology	University of Portsmouth	UK.	2546
			M.Sc.	Physics	University of Sussex	UK.	2542
			วท.บ.	ฟิสิกส์	มหาวิทยาลัย เชียงใหม่	ไทย	2539
2	นายคัมภีร์ คำแหวน 3-1198-00096- XX-X	อาจารย์	Dr.rer.Nat.,	Theoretical Physics	University of Heidelberg	Germany	2549
			วท.ม.	ฟิสิกส์	จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย	ไทย	2544
			วท.บ.	ฟิสิกส์	จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย	ไทย	2541
3	นายธีรภาพ ชันท์วัฒน์ 3-5001-00204- XX-X	อาจารย์	D.Phil	Astrophysics	University of Oxford	UK.	2554
			M.Phys. (First Class Hons.)	Physics	University of Manchester	UK.	2549
4	นายพิทยุทธ วงศ์จันทร์ 3-3504-00049- XX-X	อาจารย์	ปร.ด.	ฟิสิกส์	จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย	ไทย	2554
			วท.ม.	ฟิสิกส์	จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย	ไทย	2549
			วท.บ.	ฟิสิกส์	จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย	ไทย	2546
5	นายเสกสรร สุชะเสนา 3-1902-00513- XX-X	อาจารย์	วท.ด.	ฟิสิกส์	มหาวิทยาลัย เทคโนโลยีสุรนารี	ไทย	2551
			วท.ม.	ฟิสิกส์	มหาวิทยาลัย เทคโนโลยีสุรนารี	ไทย	2543
			วท.บ.	ฟิสิกส์	มหาวิทยาลัย เทคโนโลยีสุรนารี	ไทย	2540
6	Mr. Edouard B. Manoukian	ศาสตราจารย์	Ph.D.	Physics	University of Toronto	Canada	1971
			M.Sc.	Physics	McGill University	Canada	1968
			B.Sc. (Hons.)	Physics and Mathematics	Sir George Williams University	Canada	1967

ที่	ชื่อ - สกุล	ตำแหน่งทางวิชาการ	คุณวุฒิการศึกษา	สาขาวิชา	สำเร็จการศึกษาจากสถาบัน	ประเทศ	ปีที่สำเร็จการศึกษา
7	Mr. Matthew James Lake	อาจารย์	Ph.D.	Astronomy	Queen Mary University of London	UK.	2010
			Cert. of Advanced Studies	Mathematics	University of Cambridge	UK.	2006
			M.Sci. (First Class Hons.)	Physics	Imperial College	UK.	2004

\* ผลงานทางวิชาการ การค้นคว้า วิจัย หรือการแต่งตำรา ระบุในภาคผนวก

### 3.2.3 อาจารย์พิเศษ

ที่	ชื่อ-นามสกุล	ตำแหน่งทางวิชาการ	คุณวุฒิ
1	Mr. Shinji Tsujikawa	รองศาสตราจารย์	Ph.D. (Physics) Waseda University, Japan M.S. (Physics) Waseda University, Japan B.Sc. (Mathematics), University of Tokyo, Japan
2	นายชาญเรืองฤทธิ์ จันทน์นอก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์	วท.ด. (ฟิสิกส์) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย วท.ม. (ฟิสิกส์) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย วท.บ. (ฟิสิกส์) มหาวิทยาลัยขอนแก่น
3	นางสดชื่น วิบูลยเดช	ผู้ช่วยศาสตราจารย์	D.Sc. (Physics), University of Toronto M.Sc. (Theoretical Physics), University of Essex วท.บ.(ฟิสิกส์) เกียรตินิยมอันดับสอง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
4	Mr. Antonio De Felice	ผู้ช่วยศาสตราจารย์	Ph.D. (Physics), Syracuse University, USA. Diploma in Piano, Institute Mascagni, Italy. Laurea in Physics, University of Pisa, Italy.
5	นางสาวพริม พลันสังเกต	อาจารย์	Ph.D. (Applied Mathematics and Theoretical Physics), University of Cambridge, UK. Cert. of Advanced Studies (Mathematics), University of Cambridge, UK. B.Sc. (Physics with Theoretical Physics), First Class Hons., University of Manchester, U.K.

#### 4. องค์ประกอบเกี่ยวกับประสบการณ์ภาคสนาม

---- ไม่มี ----

#### 5. ข้อกำหนดเกี่ยวกับการทำโครงการหรืองานวิจัย

##### 5.1 คำอธิบายโดยย่อ

ข้อกำหนดในการทำวิจัย ต้องเป็นหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับฟิสิกส์ทฤษฎี และมีการรายงานที่ต้องนำเสนอตามรูปแบบและระยะเวลาที่หลักสูตรกำหนด อย่างเคร่งครัด หรือเป็นการทำในหัวข้อเกี่ยวกับการพัฒนาองค์ความรู้ด้านฟิสิกส์

##### 5.2 ผลการเรียนรู้

- นิสิตสามารถเป็นแบบอย่างที่ดีในเชิงนักวิชาการ นักวิจัยที่มีคุณธรรม รวมทั้งสามารถแก้ไขปัญหาจากดุลยพินิจทางด้านคุณธรรม และจริยธรรมในด้านความซัดแย้ง หรือปัญหาที่มีผลกระทบต่อตนเอง และผู้อื่นได้

- นิสิตมีความเชี่ยวชาญและแตกฉานจนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้านฟิสิกส์ ซึ่งองค์ความรู้นั้นจะเป็นต้นแบบในการพัฒนาต่อไปได้

- มีความเชี่ยวชาญทางคณิตศาสตร์และสถิติ รวมทั้งสามารถดำเนินการศึกษา สามารถแปลผลการนำเสนอด้วยตาราง แผนภูมิ และเลือกใช้สถิติหรือคณิตศาสตร์ขั้นสูงอย่างเหมาะสม

- สามารถวางแผนและรับผิดชอบในการเรียนรู้งานระดับสูง และพัฒนาตนเองและสังคมอย่างต่อเนื่อง

##### 5.3 ช่วงเวลา

ภาคการศึกษาต้น ของปีการศึกษาที่ 1 เป็นต้นไป

##### 5.4 จำนวนหน่วยกิต

36 หน่วยกิต

##### 5.5 การเตรียมการ

1. นิสิตหาหัวข้อวิจัยที่สนใจ เสนอแต่งตั้งคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ โดยมีประธานคณะกรรมการที่ปรึกษา (อาจารย์ที่ปรึกษา) และคณะกรรมการ (อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม) 2-3 ท่าน

2. นิสิตเขียนโครงร่างงานวิจัยภายใต้การแนะนำจากกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

3. นิสิตนำเสนอโครงร่างวิทยานิพนธ์ ผ่านการพิจารณาโดยคณะกรรมการพิจารณาโครงร่าง

4. นิสิตเสนอโครงร่างวิทยานิพนธ์

5. นิสิตดำเนินการตามแผนในโครงร่างวิทยานิพนธ์

##### 5.6 กระบวนการประเมินผล

1. นิสิตดำเนินการเสนอขอแต่งตั้งคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

2. จะต้องรายงานผลการสอบวิทยานิพนธ์ให้กับบัณฑิตวิทยาลัยทราบ หลังวันสอบภายใน 2 สัปดาห์

3. เกณฑ์การสำเร็จการศึกษา ดังนี้ นิสิตระดับปริญญาตรีบัณฑิต แบบ 2.1 เสนอวิทยานิพนธ์ และสอบผ่านการสอบปากเปล่าขั้นสุดท้ายโดยคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และบทความที่เป็นส่วนหนึ่งของผลงานในวิทยานิพนธ์จะต้องได้รับการยอมรับให้ตีพิมพ์ในวารสารวิชาการระดับนานาชาติ ที่มี Impact Factor ปีล่าสุดไม่น้อยกว่า 0.5 ที่มีคณะกรรมการภายนอกร่วมกลั่นกรอง (Peer Review) ก่อนการตีพิมพ์ และเป็นที่ยอมรับในสาขาวิชานั้น จำนวนอย่างน้อย 1 เรื่อง และต้องมีผลงานอีก 1 บทความที่เป็นส่วนหนึ่งของผลงานในวิทยานิพนธ์ที่จะต้องมีส่วนในการดำเนินการส่งตีพิมพ์ (Submitted) ในวารสารวิชาการระดับนานาชาติ ที่มี Impact Factor ปีล่าสุดไม่น้อยกว่า 0.5 ที่มีคณะกรรมการภายนอกร่วมกลั่นกรอง (Peer Review) โดยบทความชิ้นที่สองนี้จะต้องถือเป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ไม่ว่าจะได้รับการตีพิมพ์ในภายหลังหรือไม่ก็ตาม

4. งานวิจัยผ่านการประเมินจากคณะกรรมการพิจารณาโครงร่างวิทยานิพนธ์ (ไม่น้อยกว่า 6 ท่าน)

5. ระหว่างภาคการศึกษานิสิตยังมิได้สอบป้องกันวิทยานิพนธ์ นิสิตต้องรายงานความก้าวหน้าวิทยานิพนธ์ (Progress Report) ทุกภาคการศึกษา



## หมวดที่ 4. ผลการเรียนรู้และกลยุทธ์การสอนและการประเมินผล

### 1. การพัฒนาคุณลักษณะพิเศษของนิสิต

คุณลักษณะพิเศษ	กลยุทธ์หรือกิจกรรมของนิสิต
มีความเลิศด้านการวิจัยในสาขาวิชา ฟิสิกส์ทฤษฎี และได้รับการยอมรับในระดับนานาชาติ	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. จัดหาคณาจารย์ที่มีความรู้ความสามารถและมีผลงานตีพิมพ์ในระดับนานาชาติมาสอน</li> <li>2. จัดสัมมนาวิชาการอย่างต่อเนื่อง โดยให้นิสิตเป็นผู้นำเสนอผลงานของตนเอง เพื่อฝึกฝนทักษะการนำเสนอผลงานวิชาการ หรือเชิญผู้มีความรู้ความสามารถระดับนานาชาติมาร่วมเสวนา เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็น</li> </ol>

### 2. การพัฒนาผลการเรียนรู้ในแต่ละด้าน

#### 2.1 คุณธรรม จริยธรรม

##### 2.1.1 ผลการเรียนรู้

- (1) มีจิตสำนึกและตระหนักในการปฏิบัติตามจรรยาบรรณที่ซับซ้อนเชิงวิชาการ
- (2) สามารถเป็นแบบอย่างที่ดีในเชิงนักวิชาการ นักวิจัยที่มีคุณธรรม
- (3) สามารถประพฤติตนได้ในแบบอย่างของผู้นำที่มีคุณธรรม และจริยธรรม
- (4) สามารถให้คำแนะนำและแก้ไขปัญหาจากดุลยพินิจทางด้านคุณธรรม และจริยธรรมในส่วนของที่เกี่ยวกับความขัดแย้ง หรือปัญหาที่มีผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่นได้

##### 2.1.2 กลยุทธ์การสอน

- (1) กำหนดให้มีวัฒนธรรมองค์กร เป็นการปลูกฝังให้นิสิตมีระเบียบวินัย เคารพกฎระเบียบการใช้อุปกรณ์ส่วนรวมร่วมกัน โดยเน้นการเข้าเรียนให้ตรงเวลาตลอดจนการแต่งกายตามกาลเทศะ
- (2) มีความซื่อสัตย์โดยไม่ทำการทุจริตในการสอบหรือลอกผลงาน อาจารย์ผู้สอนสอดแทรกเรื่องคุณธรรม และจริยธรรมในระหว่างการสอน รวมทั้งมีกิจกรรมส่งเสริมคุณธรรม จริยธรรม
- (3) เน้นให้นิสิตต้องอ้างอิงแหล่งอ้างอิงทุกครั้งที่น่าผลงานหรือข้อมูลของผู้อื่นมาใช้ในการทำรายงาน

##### 2.1.3 กลยุทธ์การประเมินผล

- (1) ประเมินจากการตรงเวลาของนิสิต โดยอาจดูจากการส่งงานที่ได้รับมอบหมาย และบทบาทในการเข้าร่วมกิจกรรมวิชาการต่าง ๆ
- (2) ปริมาณการกระทำทุจริตในการสอบ
- (3) ประเมินจากความรับผิดชอบในหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย
- (4) ประเมินจากพฤติกรรมกรรมการแสดงตนของนิสิตแต่ละคน

## 2.2 ความรู้

### 2.2.1 ผลการเรียนรู้

- (1) เข้าใจ และวิเคราะห์หลักการและทฤษฎีต่าง ๆ ของฟิสิกส์ทฤษฎี
- (2) สามารถพัฒนานวัตกรรมหรือสร้างองค์ความรู้ใหม่
- (3) มีความรู้ทางหลักการทางคณิตศาสตร์ขั้นสูงที่ประยุกต์ใช้ทางฟิสิกส์ รวมถึงกฎทางฟิสิกส์ที่

เกิดจากสมมาตรของธรรมชาติ

### 2.2.2 กลยุทธ์การสอน

ใช้การสอนในหลากหลายรูปแบบ โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ทั้งนี้ให้เป็นไปตามลักษณะของรายวิชาตลอดจนเนื้อหาสาระของรายวิชานั้น ๆ นอกจากนี้จัดให้มีการเรียนรู้จากสถานการณ์จริงด้วยการทดลองค้นคว้า และเป็นแบบอย่างในการให้คำแนะนำและคำปรึกษาแก่นิสิตในเชิงวิชาการและการปฏิบัติการ

### 2.2.3 กลยุทธ์การประเมินผล

ประเมินจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการปฏิบัติของนิสิต ในด้านต่าง ๆ คือ

- (1) การทดสอบย่อย
- (2) การสอบกลางภาคเรียนและปลายภาคเรียน
- (3) ประเมินจากรายงานที่นิสิตจัดทำ
- (4) ประเมินจากการนำเสนอรายงานในชั้นเรียนที่ประชุม/สัมมนา
- (5) ประเมินจากการอภิปรายกลุ่มในชั้นเรียน ในการเสนอแนะวิธีการไขปัญหาจากการทดลองต่าง ๆ

## 2.3 ทักษะทางปัญญา

### 2.3.1 ผลการเรียนรู้

(1) มีความสามารถในการวิเคราะห์ทฤษฎีทางด้านฟิสิกส์โดยใช้หลักการที่ได้เรียนมา ตลอดจนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ในสถานการณ์จริง

(2) สามารถแก้ปัญหาทางด้านฟิสิกส์ทฤษฎีได้ โดยนำหลักการต่าง ๆ มาอ้างอิงได้อย่างเหมาะสม

(3) สามารถเชื่อมโยงทฤษฎีทางด้านฟิสิกส์และทฤษฎีในศาสตร์อื่น ๆ เช่น เศรษฐศาสตร์, บริหารธุรกิจ หรือนิเทศศาสตร์ และผลที่ได้ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมส่วนรวมต่อไป

(4) สามารถแนะนำและให้คำปรึกษาเบื้องต้นแก่ผู้อื่นในศาสตร์ฟิสิกส์ได้

### 2.3.2 กลยุทธ์การสอน

(1) ในการเรียนการสอน ต้องฝึกกระบวนการคิด การวิเคราะห์หรืออย่างสร้างสรรค์ ทั้งนี้ต้องจัดให้เหมาะสมและสอดคล้องกับรายวิชา

(2) จัดการสอนด้วยการศึกษาและวิเคราะห์ปัญหาจากกรณีศึกษาและสถานการณ์จำลอง เพื่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน

(3) มอบหมายให้มีการศึกษาค้นคว้า วิเคราะห์ สังเคราะห์ คัดคะเน ด้วยหลักวิชาการทาง พิสิกส์ที่อาจเกี่ยวข้องกับศาสตร์อื่น ๆ และจัดทำเป็นรายงาน

### 2.3.3 กลยุทธ์การประเมินผล

ประเมินตามสภาพจริงจากผลงาน และการปฏิบัติของนิสิต เช่น ประเมินจากการนำเสนอ รายงาน การทดสอบโดยใช้แบบทดสอบหรือสัมภาษณ์ การประเมินจากการวิเคราะห์กรณีศึกษา เป็นต้น

## 2.4 ทักษะในด้านความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ

### 2.4.1 ผลการเรียนรู้

- (1) มีความสามารถสูงในการแสดงความเห็นทางวิชาการและวิชาชีพ
- (2) แสดงออกถึงความโดดเด่นในการเป็นผู้นำในทางวิชาการ/วิชาชีพ และสังคมที่ซับซ้อน
- (3) สามารถวางแผนและรับผิดชอบต่อการเรียนรู้งานระดับสูง และพัฒนาตนเอง และสังคม อย่างต่อเนื่อง

### 2.4.2 กลยุทธ์การสอน

จัดกิจกรรมการเรียนรู้ในรายวิชาให้นิสิตเรียนรู้แบบร่วมมือ ฝึกการทำงานเป็นกลุ่ม ตลอดจนมี การสอดแทรกเรื่องความรับผิดชอบต่อตนเองและสังคม การมีมนุษยสัมพันธ์ การเข้าใจในวัฒนธรรม องค์การเข้าไปในรายวิชาต่าง ๆ

### 2.4.3 กลยุทธ์การประเมินผล

ประเมินจากพฤติกรรมและการแสดงออกของนิสิตในการนำเสนอรายงานกลุ่มในชั้นเรียน และ สังเกตจากพฤติกรรมที่แสดงออกในการร่วมกิจกรรมต่าง ๆ

## 2.5 ทักษะในการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และเทคโนโลยีสารสนเทศ

### 2.5.1 ผลการเรียนรู้

- (1) สามารถดำเนินการศึกษา สามารถแปลผล การนำเสนอด้วยตาราง แผนภูมิ และเลือกใช้ สถิติหรือคณิตศาสตร์ขั้นสูงอย่างเหมาะสมในการศึกษาค้นคว้าและเสนอแนะแนวทางในการแก้ไขปัญหา
- (2) สามารถใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการสืบค้น รวบรวม ประมวลผล แปลความหมายและ นำเสนอข้อมูลที่เกี่ยวข้องอย่างเหมาะสม
- (3) มีความเชี่ยวชาญทางคณิตศาสตร์และสถิติในอันที่จะวิเคราะห์สถานการณ์ตลอดจน นำเสนอข้อมูลโดยใช้คณิตศาสตร์หรือสถิติ
- (4) สามารถสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพทั้งปากเปล่าและการเขียน เลือกใช้รูปแบบการ นำเสนออย่างเหมาะสม

### 2.5.2 กลยุทธ์การสอน

- (1) วิเคราะห์สถานการณ์จำลองที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์เชิงตัวเลข
- (2) จัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เลือกและใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ
- (3) กระตุ้นให้เกิดการสื่อสารที่หลากหลายรูปแบบและวิธีการ

### 2.5.3 กลยุทธ์การประเมินผล

- (1) ประเมินจากเทคนิคการนำเสนอโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ หรือคณิตศาสตร์และสถิติ
- (2) ประเมินจากความสามารถในการอธิบาย การอภิปราย กรณีศึกษาต่าง ๆ ที่มีการนำเสนอต่อหน้าชั้นเรียน
- (3) ประเมินทักษะการคิดวิเคราะห์จากรายงานที่ได้รับมอบหมาย/วิทยานิพนธ์

## 3. แผนที่แสดงการกระจายความรับผิดชอบมาตรฐานผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา (Curriculum Mapping)

### ผลการเรียนรู้ในตารางมีความหมายดังนี้

#### 3.1 คุณธรรม จริยธรรม

- (1) มีจิตสำนึกและตระหนักในการปฏิบัติตามจรรยาบรรณที่ซับซ้อนเชิงวิชาการ
- (2) สามารถเป็นแบบอย่างที่ดีในเชิงนักวิชาการ นักวิจัยที่มีคุณธรรม
- (3) สามารถประพฤติตนได้ในแบบอย่างของผู้นำที่มีคุณธรรม และจริยธรรม
- (4) สามารถให้คำแนะนำและแก้ไขปัญหาจากดุลยพินิจทางด้านคุณธรรม และจริยธรรมในส่วนที่เกี่ยวกับความขัดแย้ง หรือปัญหาที่มีผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่นได้

#### 3.2 ความรู้

- (1) เข้าใจ และวิเคราะห์หลักการและทฤษฎีต่าง ๆ ของฟิสิกส์ทฤษฎี
- (2) สามารถพัฒนานวัตกรรมหรือสร้างองค์ความรู้ใหม่
- (3) มีความรู้ทางหลักการทางคณิตศาสตร์ขั้นสูงที่ประยุกต์ใช้ทางฟิสิกส์ รวมถึงกฎทางฟิสิกส์ที่เกิดจากสมมาตรของธรรมชาติ

#### 3.3 ทักษะทางปัญญา

- (1) มีความสามารถในการวิเคราะห์ทฤษฎีทางด้านฟิสิกส์โดยใช้หลักการที่ได้เรียนมา ตลอดจนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ในสถานการณ์จริง
- (2) สามารถแก้ปัญหาทางด้านฟิสิกส์ทฤษฎีได้ โดยนำหลักการต่าง ๆ มาอ้างอิงได้อย่างเหมาะสม
- (3) สามารถเชื่อมโยงทฤษฎีทางด้านฟิสิกส์และทฤษฎีในศาสตร์อื่น ๆ เช่น เศรษฐศาสตร์, บริหารธุรกิจ หรือนิเทศศาสตร์ และผลที่ได้ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมส่วนรวมต่อไป
- (4) สามารถแนะนำและให้คำปรึกษาเบื้องต้นแก่ผู้อื่นในศาสตร์ฟิสิกส์ได้

### 3.4 ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ

- (1) มีความสามารถสูงในการแสดงความเห็นทางวิชาการและวิชาชีพ
- (2) แสดงออกถึงความโดดเด่นในการเป็นผู้นำในทางวิชาการ/วิชาชีพ และสังคมที่ซับซ้อน
- (3) สามารถวางแผนและรับผิดชอบในการเรียนรู้งานระดับสูง และพัฒนาตนเอง และสังคมอย่างต่อเนื่อง

### 3.5 ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

- (1) สามารถดำเนินการศึกษา สามารถแปลผล การนำเสนอด้วยตาราง แผนภูมิ และเลือกใช้สถิติหรือคณิตศาสตร์ขั้นสูงอย่างเหมาะสมในการศึกษาค้นคว้าและเสนอแนะแนวทางในการแก้ไขปัญหา
  - (2) สามารถใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการสืบค้น รวบรวม ประมวลผล แปลความหมายและนำเสนอข้อมูลที่เกี่ยวข้องอย่างเหมาะสม
  - (3) มีความเชี่ยวชาญทางคณิตศาสตร์และสถิติในอันที่จะวิเคราะห์สถานการณ์ตลอดจนนำเสนอข้อมูลโดยใช้คณิตศาสตร์หรือสถิติ
  - (4) สามารถสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพทั้งปากเปล่าและการเขียน เลือกใช้รูปแบบการนำเสนออย่างเหมาะสม
-





รายวิชา	คุณธรรม จริยธรรม				ความรู้			ทักษะทางปัญญา				ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ			ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และ การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ			
	1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	3.3	3.4	4.1	4.2	4.3	5.1	5.2	5.3	5.4
897676 กระบวนการทางดาราศาสตร์ฟิสิกส์	○	○	○	○	●	○	○	○	●	○	○	○	○	○	●	○	○	○
897691-6 วิทยานิพนธ์ 1-6 แบบ 2.1	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
897697 สัมมนา 1	○	○	○	○	○	●	●	●	●	○	●	●	●	●	○	○	●	●
897698 สัมมนา 2	○	○	○	○	○	●	●	●	●	○	●	●	●	●	○	○	●	●
897699 สัมมนา 3	○	○	○	○	○	●	●	●	●	○	●	●	●	●	○	○	●	●



## หมวดที่ 5. หลักเกณฑ์ในการประเมินผลนิสิต

### 1. กฎระเบียบหรือหลักเกณฑ์ ในการให้ระดับคะแนน

ใช้ระบบอักษรลำดับชั้นและค่าลำดับชั้นในการวัดและประเมินผลการศึกษาในแต่ละรายวิชา โดยแบ่งการกำหนดอักษรลำดับชั้นเป็น 3 กลุ่ม คือ อักษรลำดับชั้นที่มีค่าลำดับชั้น อักษรลำดับชั้นที่ไม่มีค่าลำดับชั้น และอักษรลำดับชั้นที่ยังไม่มีการประเมินผล

#### 1.1 อักษรลำดับชั้นที่มีค่าลำดับชั้น ให้กำหนด ดังนี้

อักษรลำดับชั้น	ความหมาย	ค่าลำดับชั้น
A	ดีเยี่ยม (excellent)	4.00
B+	ดีมาก (very good)	3.50
B	ดี (good)	3.00
C+	ดีพอใช้ (fairly good)	2.50
C	พอใช้ (fair)	2.00
D+	อ่อน (poor)	1.50
D	อ่อนมาก (very poor)	1.00
F	ตก (failed)	0.00

#### 1.2 อักษรลำดับชั้นที่ไม่มีค่าลำดับชั้น ให้กำหนด ดังนี้

อักษรลำดับชั้น	ความหมาย	
S	เป็นที่พอใจ (satisfactory)	(satisfactory)
U	ไม่เป็นที่พอใจ (unsatisfactory)	(unsatisfactory)
W	การถอนรายวิชา (withdrawn)	(withdrawn)

#### 1.3 อักษรลำดับชั้นที่ยังไม่มีการประเมินผล ให้กำหนด ดังนี้

อักษรลำดับชั้น	ความหมาย	
I	การวัดผลยังไม่สมบูรณ์ (incomplete)	(incomplete)
P	การเรียนการสอนยังไม่สิ้นสุด (in progress)	(in progress)

ในรายวิชาบังคับ นิสิตจะต้องได้ค่าลำดับชั้นไม่ต่ำกว่า C หรือ S มิฉะนั้นจะต้องลงทะเบียนซ้ำอีก

รายวิชาที่กำหนดให้วัดและประเมินผลด้วยอักษรลำดับชั้น S หรือ U ได้แก่รายวิชาที่ไม่เน้น  
หน่วยกิต/การสอบประมวลความรู้/สัมมนา/วิทยานิพนธ์ และ IS

## 2. กระบวนการทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ของนิสิต

- 2.1 ให้อาจารย์แสดงตัวอย่างการประเมินผลทุกรายวิชาเพื่อการทวนสอบ
- 2.2 จัดตั้งกรรมการทวนสอบ เพื่อสุ่มตรวจสอบการให้คะแนนในรายวิชาหรือรายงานของ  
ผู้เรียน
- 2.3 เปรียบเทียบการให้คะแนนข้อสอบแต่ละข้อในแต่ละรายวิชา ตามเกณฑ์ที่กำหนด  
เพื่อให้ผู้สอนมีมาตรฐานการให้คะแนน โดยเฉพาะรายวิชาที่มีผู้สอนมากกว่า 1 คน
- 2.4 มีผู้ทรงคุณวุฒิภายนอกประเมินมาตรฐานงานวิจัยของนิสิต
- 2.5 ประเมินความก้าวหน้าการเรียนรู้ของนิสิตจากการตอบรับผลงานโดยสถาบันภายนอก
- 2.6 สํารวจความคิดเห็นเกี่ยวกับคำถามในข้อสอบจากผู้ใช้บัณฑิต เพื่อปรับมาตรฐาน  
ข้อสอบ

## 3. เกณฑ์การสำเร็จการศึกษาตามหลักสูตร

- 3.1 มีระยะเวลาการศึกษาตามกำหนด
- 3.2 ลงทะเบียนเรียนครบตามที่หลักสูตรกำหนด
- 3.3 สอบผ่านความรู้ภาษาอังกฤษตามประกาศของมหาวิทยาลัย
- 3.4 ศึกษารายวิชาครบถ้วนตามที่กำหนดในหลักสูตรและเงื่อนไขของสาขาวิชานั้น ๆ
- 3.5 มีผลการศึกษาได้ค่าระดับชั้นสะสมเฉลี่ย ไม่ต่ำกว่า 3.00
- 3.6 สอบผ่านการสอบวัดคุณสมบัติ (Qualifying Examination)
- 3.7 เสนอวิทยานิพนธ์ และสอบผ่านการสอบปากเปล่า
- 3.8 บทความที่เป็นส่วนหนึ่งของผลงานในวิทยานิพนธ์จะต้องได้รับการยอมรับให้ตีพิมพ์ในวารสารวิชาการระดับนานาชาติ ที่มี Impact Factor ปีล่าสุดไม่น้อยกว่า 0.5 ที่มีคณะกรรมการภายนอก  
ร่วมกลั่นกรอง (Peer Review) ก่อนการตีพิมพ์ และเป็นที่ยอมรับในสาขาวิชานั้น จำนวนอย่างน้อย 1  
เรื่อง และต้องมีผลงานอีก 1 บทความที่เป็นส่วนหนึ่งของผลงานในวิทยานิพนธ์ที่จะต้องมีส่วนในการ  
ดำเนินการส่งตีพิมพ์ (Submitted) ในวารสารวิชาการระดับนานาชาติ ที่มี Impact Factor ปีล่าสุดไม่  
น้อยกว่า 0.5 ที่มีคณะกรรมการภายนอกร่วมกลั่นกรอง (Peer Review) โดยบทความชิ้นที่สองนี้จะต้อง  
ถือเป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ไม่ว่าจะได้รับการตีพิมพ์ในภายหลังหรือไม่ก็ตาม
- 3.9 นิสิตต้องมีการนำเสนอผลงานในที่ประชุมระดับชาติ หรือนานาชาติ ภายในเวลา 3 ปี  
ของการศึกษาในหลักสูตร

## หมวดที่ 6. การพัฒนาคณาจารย์

### 1. การเตรียมการสำหรับอาจารย์ใหม่

- 1.1. จัดหลักสูตรการอบรมสำหรับอาจารย์ใหม่ ซึ่งอาจจัดขึ้นในระดับมหาวิทยาลัย หรือคณะ
- 1.2. ให้อาจารย์ใหม่สังเกตการณ์การสอนของอาจารย์ผู้มีประสบการณ์
- 1.3. จัดระบบแนะนำ/ระบบพี่เลี้ยง (Mentoring system) แก่อาจารย์ใหม่
- 1.4. จัดเตรียมคู่มืออาจารย์และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงานให้อาจารย์ใหม่
- 1.5. จัดปฐมนิเทศอาจารย์ใหม่ เรื่อง บทบาท หน้าที่ ความรับผิดชอบ รายละเอียดหลักสูตร และการจัดทำประมวลรายวิชา (Course syllabus)

### 2. การพัฒนาความรู้และทักษะให้แก่คณาจารย์

#### 2.1 การพัฒนาทักษะการจัดการเรียนการสอน การวัดและประเมินผล

- 2.1.1 จัดอบรมเชิงปฏิบัติการเกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนการสอน วิธีการสอน กลยุทธ์ในการสอน และการวัดและการประเมินผลในรายวิชา
- 2.1.2 สนับสนุนให้ผู้สอนร่วมสัมมนาเชิงวิชาการในด้านการเรียนการสอน เพื่อแลกเปลี่ยนทัศนคติความคิดเห็นกับผู้สอนอื่นหรือผู้ชำนาญการ

#### 2.2 การพัฒนาวิชาการและวิชาชีพด้านอื่น ๆ

- 2.2.1 สนับสนุนให้ผู้สอนทำงานวิจัยที่เป็นประโยชน์ต่อชุมชน/ประเทศ
- 2.2.2 พัฒนาให้ผู้สอนได้ศึกษา/เข้าร่วมอบรม และนำเสนอผลงานวิชาการ/วิจัย
- 2.2.3 ให้ผู้สอนมีส่วนร่วมในการจัดทำหลักสูตร ปรับปรุงรายวิชา หรือพัฒนาหลักสูตรใหม่
- 2.2.5 สนับสนุนให้ผู้สอนไปให้บริการทางวิชาการที่ตรงกับความต้องการของตลาดแรงงาน และสังคม เพื่อให้สามารถนำประสบการณ์มาพัฒนาการเรียนการสอน
- 2.2.6 เปิดโอกาสหรือจัดงบประมาณให้ผู้สอนซื้อตำราเรียนใหม่ๆ เพื่อพัฒนาการเรียนการสอน รวมทั้งอำนวยความสะดวกในด้านการจัดหาอุปกรณ์ปฏิบัติการใน ห้องปฏิบัติการให้เพียงพอ

## หมวดที่ 7. การประกันคุณภาพหลักสูตร

### 1. การบริหารหลักสูตร

บริหารหลักสูตรตามกรอบมาตรฐานคุณภาพระดับอุดมศึกษาและเกณฑ์การประกันคุณภาพ การศึกษาของมหาวิทยาลัย

ระบบและกลไกในการบริหารหลักสูตรมีดังนี้

1.1 วิทยาลัยแต่งตั้งคณะกรรมการประจำหลักสูตร เป็นผู้กำกับดูแลให้มีกิจกรรมต่าง ๆ ร่วมกับ วิทยาลัยฯ และมหาวิทยาลัย รวมถึงการกำกับตารางเรียน ตารางสอน การประเมินผลการศึกษา และ ประเมินอาจารย์ผู้สอน ให้เป็นไปตามนโยบายของวิทยาลัยและมหาวิทยาลัย โดยจัดประชุมอย่างน้อยปี ละ 2 ครั้ง นอกจากนี้มีการประชุมคณะกรรมการประจำหลักสูตร สัมมนาเสริมความเข้มแข็งของหลักสูตร อย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง มีการกำกับติดตามบัณฑิตที่สำเร็จการศึกษา และกำกับการสำรวจความพึงพอใจ ของผู้ใช้บัณฑิตเพื่อผลลัพธ์และนำข้อเสนอแนะไปพัฒนาปรับปรุงหลักสูตรอย่างต่อเนื่อง

1.2 อาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชาที่มีการจัดการเรียนการสอนและการประเมินผลการเรียนให้ เป็นไปตามรายละเอียดรายวิชาในรายวิชาที่รับผิดชอบและเสนอคณะกรรมการประจำหลักสูตร

1.3 อาจารย์ที่ปรึกษาและคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ควบคุมการจัดการจัดการเรียนการสอน วิทยานิพนธ์และการประเมินผลการเรียนให้เป็นไปตามมาตรฐานผลการเรียนรู้ของการศึกษาระดับ ปริญญาเอกของนิสิตที่รับผิดชอบและเสนอคณะกรรมการประจำหลักสูตร

1.4 เป็นไปตามโครงการบริหารหลักสูตรตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ และเกณฑ์การประกันคุณภาพการศึกษาของมหาวิทยาลัย

### 2. การบริหารทรัพยากรการเรียนการสอน

#### 2.1 การบริหารงบประมาณ

วิเคราะห์ค่าใช้จ่ายและรายได้ล่วงหน้า ซึ่งช่วยในการวางแผนงบประมาณเงินรายได้ ใน แต่ละปีให้สอดคล้องกับรายได้และค่าใช้จ่ายที่จะเกิดขึ้น นอกจากนี้ผลการวิเคราะห์การเงินยังนำมาใช้ในการวางแผนการปฏิบัติงานประจำปีการศึกษา โดยเฉพาะในเรื่องการเพิ่มกิจกรรม/โครงการที่จะเพิ่ม รายได้ให้กับวิทยาลัย การจัดสรรจำนวนรายวิชา/ชั่วโมงของอาจารย์ให้สอดคล้องกับงบประมาณเงิน รายได้การวางแผน การจัดหา การใช้ และการเพิ่มจำนวนทรัพยากรการเรียนของภาควิชา

#### 2.2 ทรัพยากรการเรียนการสอนที่มีอยู่

ห้องเรียน 1 ห้อง พร้อมอุปกรณ์ดังนี้

- 1) คอมพิวเตอร์ จำนวน 1 เครื่อง
- 2) โต๊ะจำนวน 8 ตัว และเก้าอี้จำนวน 25 ตัว

3) เครื่องฉายแผ่นทึบ จำนวน 1 เครื่อง

4) โปรเจ็กเตอร์ จำนวน 1 เครื่อง

### 2.3 การจัดหาทรัพยากรการเรียนการสอนเพิ่มเติม

2.3.1 มหาวิทยาลัยฯ จัดสรรงบประมาณประจำปีในการจัดหาทรัพยากรการเรียนการสอน ตำรา วารสารทางวิชาการ และสื่ออิเล็กทรอนิกส์

2.3.2 มหาวิทยาลัยฯ ให้ผู้สอนเสนอความต้องการทรัพยากรเพื่อการจัดหา

2.3.3 คณาจารย์ร่วมกันประชุมเพื่อวางแผนจัดทำข้อเสนองบประมาณครุภัณฑ์ และอุปกรณ์การเรียนการสอน

### 2.4 การประเมินความเพียงพอของทรัพยากร

2.4.1 สำนักรวความต้องการทรัพยากรการเรียนการสอนเป็นประจำทุกปีจากผู้สอนและผู้เรียน

2.4.2 ประเมินความพอเพียงของทรัพยากรการเรียนการสอนทุกรายวิชา

2.4.3 สรุปรูปแหล่งทรัพยากรการเรียนการสอนในมหาวิทยาลัย คณะ และภาควิชาที่ผู้สอน และผู้เรียนสามารถใช้บริการได้

## 3. การบริหารคณาจารย์

### 3.1 การรับอาจารย์ใหม่

3.1.1 การกำหนดคุณสมบัติ

(1) คุณสมบัติทั่วไปเป็นไปตามระเบียบของมหาวิทยาลัยนเรศวร

(2) คุณสมบัติของผู้สมัคร

- สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาเอก หรือมีตำแหน่งวิชาการด้านฟิสิกส์ทฤษฎี
- มีผลงานวิจัยระดับนานาชาติด้านฟิสิกส์ทฤษฎี

3.1.2 การคัดเลือก โดยการสอบสัมภาษณ์

### 3.2 การมีส่วนร่วมของคณาจารย์ในการวางแผน การติดตามและทบทวนหลักสูตร

3.2.1 จัดประชุมอาจารย์เทอมละ 1 ครั้ง เพื่อติดตามผลการดำเนินงานตามแผนงานประจำปี

3.2.2 แต่งตั้งคณะกรรมการปรับปรุงหลักสูตร ซึ่งทำหน้าที่ทบทวนการบริหารหลักสูตรทุกสิ้นภาคการศึกษา และประจำปี เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงหลักสูตร

3.2.3 สำนักรวความต้องการจากผู้ที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นข้อมูลในการปรับปรุงหลักสูตร

### 3.3 การแต่งตั้งคณาจารย์พิเศษ

- 3.3.1 มีนโยบายในการเชิญผู้ทรงคุณวุฒิภายนอกมาร่วมสอนในบางรายวิชา และบางหัวข้อที่ต้องการความเชี่ยวชาญเฉพาะหรือประสบการณ์จริง
- 3.3.2 จัดระบบคัดกรองคณาจารย์ที่จะเชิญมาบรรยายในบางเวลา และสอนพิเศษ โดยกำหนดหลักเกณฑ์ที่กว้างๆ เพื่อเป็นแนวทางในการคัดเลือก เช่น ผลงานทางวิชาการ เป็นผู้เชี่ยวชาญที่ยอมรับในวิชาชีพ เป็นต้น
- 3.3.3 ขออนุมัติการเชิญตามระเบียบของสถาบัน
- 3.3.4 คณาจารย์ที่สอนบางเวลา และสอนพิเศษต้องมีแผนการสอนตามคำอธิบายรายวิชาที่สถาบันจัดทำไว้ประกอบการสอน โดยประสานงานกับอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร

## 4. การบริหารบุคลากรสนับสนุนการเรียนการสอน

### 4.1 การกำหนดคุณสมบัติเฉพาะสำหรับตำแหน่ง

- 4.1.1 มีการกำหนดคุณสมบัติบุคลากรสนับสนุนให้ตรงตามภาระหน้าที่ที่ต้องรับผิดชอบก่อนการรับเข้าทำงาน
- 4.1.2 ต้องผ่านการสอบแข่งขันที่ประกอบด้วย การสอบข้อเขียนและการสอบสัมภาษณ์โดยให้ความสำคัญต่อความสามารถในการปฏิบัติงานตามตำแหน่ง และทัศนคติต่อการให้บริการอาจารย์และนิสิต
- 4.1.3 สถาบันออกกฎระเบียบในการบริหารทรัพยากรบุคคลสนับสนุนการเรียนการสอนให้ครบวงจร (รับสมัคร คัดเลือก ต่อรอง บรรจุ ปฐมนิเทศ อบรม และพัฒนาบุคลากร ระบบการพิจารณาความดีความชอบ)

### 4.2 การเพิ่มทักษะความรู้เพื่อการปฏิบัติงาน

- 4.2.1 จัดการฝึกอบรมในด้านการปฏิบัติงานในหน้าที่และการบริหาร
- 4.2.2 จัดระบบการศึกษาดูงานเพื่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้การทำงานในหน่วยงานอื่น
- 4.2.3 สนับสนุนให้บุคลากรให้ร่วมงานกับอาจารย์ในโครงการบริการทางวิชาการ และโครงการวิจัย
- 4.2.4 สร้างระบบพัฒนาบุคลากรสนับสนุนการเรียนการสอนที่มีความสามารถดีเด่น และคุณวุฒิเหมาะสมให้สามารถทำหน้าที่ผู้สอน
- 4.2.5 ให้ทุนการศึกษาและทุนสนับสนุนงานวิจัย

## 5. การสนับสนุนและการให้คำแนะนำนิสิต

### 5.1 การให้คำปรึกษาด้านวิชาการ และอื่น ๆ แก่นิสิต

- 5.1.1 ให้อาจารย์ทุกคนทำหน้าที่เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาทางวิชาการและกิจกรรมแก่นิสิต และต้องจัดตารางเวลาให้นิสิตเข้าพบหรือขอคำปรึกษา
- 5.1.2 จัดระบบการสอนเสริม
- 5.1.3 อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ได้รับการแต่งตั้งจากบัณฑิตวิทยาลัย ทำหน้าที่ให้คำปรึกษานิสิตภายใต้การดูแล

### 5.2 การอุทธรณ์ของนิสิต

การจัดระบบที่เปิดโอกาสให้นิสิตอุทธรณ์ในเรื่องต่าง ๆ โดยเฉพาะเรื่องเกี่ยวกับวิชาการ โดยกำหนดเป็นกฎระเบียบและกระบวนการของมหาวิทยาลัยนเรศวรในการพิจารณาคำอุทธรณ์เหล่านั้น

## 6. ความต้องการของตลาดแรงงาน สังคม และ/หรือความพึงพอใจของผู้ใช้บัณฑิต

- 6.1 จัดการสำรวจความต้องการของตลาดแรงงาน และความพึงพอใจของผู้ใช้บัณฑิตก่อนการพัฒนาหรือปรับปรุงหลักสูตร
- 6.2 ประเมินการความต้องการแรงงานประจำปีจากภาวะการดำเนินงานทำของบัณฑิตและรายงานผลการสำรวจความต้องการแรงงานของหน่วยงานราชการและหน่วยงานภาคธุรกิจที่เกี่ยวข้อง
- 6.3 มีแผนการจัดการสำรวจความพึงพอใจของผู้ใช้บัณฑิตเมื่อครบรอบหลักสูตร เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงหลักสูตรครั้งต่อไป
- 6.4 แนวทางการประเมินประสิทธิผลของบัณฑิต พิจารณาจากปัจจัยความต้องการของตลาดแรงงานดังนี้
  - 1) ภาษาต่างประเทศ
  - 2) การใช้ระบบสารสนเทศ
  - 3) พฤติกรรมในการทำงานและวินัยการทำงาน
  - 4) บุคลิกภาพในการทำงาน
  - 5) ความรู้เชิงวิชาการ และการแก้ปัญหาเฉพาะหน้า
  - 6) ความสามารถในการเรียนรู้และศักยภาพในการตัดสินใจ
  - 7) มนุษยสัมพันธ์ การทำงานเป็นทีมและการเป็นผู้นำ
  - 8) การสื่อความกับผู้อื่น
  - 9) ความสามารถในการวิจัย
  - 10) ความคิดสร้างสรรค์

## 7. ตัวบ่งชี้ผลการดำเนินงาน (Key Performance Indicators)

ดัชนีบ่งชี้ผลการดำเนินงาน	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4
7.1 อาจารย์ประจำหลักสูตรอย่างน้อยร้อยละ 80 มีส่วนร่วมในการประชุมเพื่อวางแผน ติดตามและทบทวนการดำเนินงานหลักสูตร	X	X	X	X
7.2 มีรายละเอียดของหลักสูตรตามแบบ มคอ. 2 ที่สอดคล้องกับกรอบมาตรฐานคุณวุฒิแห่งชาติ หรือมาตรฐานคุณวุฒิสาขา/สาขาวิชา(ถ้าประกาศแล้ว)	X	X	X	X
7.3 มีรายละเอียดของรายวิชา และรายละเอียดของประสบการณ์ภาคสนาม ตามแบบ มคอ.3 และ มคอ.4 อย่างน้อยก่อนการเปิดหลักสูตรให้ครบทุกรายวิชา	X	X	X	X
7.4 จัดทำรายงานผลการดำเนินการของรายวิชา และรายงานผลการดำเนินการของประสบการณ์ภาคสนาม ตามแบบ มคอ.5 และ มคอ.6 ภายใน 30 วัน หลังสิ้นสุดภาคการศึกษาที่เปิดสอนให้ครบทุกรายวิชา	X	X	X	X
7.5 จัดทำรายงานผลการดำเนินการของหลักสูตรตามแบบ มคอ.7 ภายใน 60 วันหลังสิ้นสุดภาคการศึกษา	X	X	X	X
7.6 มีการทวนสอบผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาตามมาตรฐานผลการเรียนรู้ที่กำหนดใน มคอ.3 และมคอ.4 (ถ้ามี) อย่างน้อยร้อยละ 25 ของรายวิชาที่เปิดสอนในแต่ละปีการศึกษา	≥25	≥25	≥25	≥25
7.7 มีการพัฒนา/ปรับปรุงการจัดการเรียนการสอน กลยุทธ์การสอน หรือการประเมินผลการเรียนรู้ จากผลการประเมินการดำเนินงานที่รายงานใน มคอ.7 ปีที่แล้ว		X	X	X
7.8 อาจารย์ใหม่ (ถ้ามี) ทุกคนได้รับการปฐมนิเทศหรือคำแนะนำด้านการจัดการเรียนการสอน	X	X	X	X
7.9 อาจารย์ประจำทุกคนได้รับการพัฒนาในด้านวิชาการอย่างน้อย ปีละ 1 ครั้ง	X	X	X	X
7.10 จำนวนบุคลากรสนับสนุนการเรียนการสอน ได้รับการพัฒนาวิชาการและ/หรือวิชาชีพไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 ต่อปี	X	X	X	X
7.11 ระดับความพึงพอใจของนักศึกษาปีสุดท้าย/บัณฑิต ที่มีต่อคุณภาพหลักสูตรเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 3.5 จากคะแนนเต็ม 5.0			X	X
7.12 ระดับความพึงพอใจของผู้ใช้บัณฑิตที่มีต่อบัณฑิตใหม่ เฉลี่ยไม่น้อยกว่า 3.5 จากคะแนนเต็ม 5.0				X



ดัชนีบ่งชี้ผลการดำเนินงาน	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4
7.13 ร้อยละ 60 ของนิสิตที่มีการนำเสนอผลงานในที่ประชุมระดับชาติ หรือนานาชาติ ภายในเวลา 3 ปีของการศึกษาในหลักสูตร			X	X
7.14 ร้อยละ 100 ของนิสิตจะต้องได้รับการยอมรับให้ตีพิมพ์ในวารสารวิชาการระดับนานาชาติ ที่มี Impact Factor ปีล่าสุดไม่น้อยกว่า 0.5 ที่มีคณะกรรมการภายนอกร่วมกลั่นกรอง (Peer Review) ก่อนการตีพิมพ์ และเป็นที่ยอมรับในสาขาวิชานั้น จำนวนอย่างน้อย 1 เรื่อง			X	X

### เกณฑ์การประเมินเพื่อรับรองและเผยแพร่หลักสูตร

1. ตัวบ่งชี้ที่ 1 - 12 เป็นตัวบ่งชี้ที่คณะกรรมการอุดมศึกษากำหนด โดยตัวบ่งชี้ที่ 1 - 5 จะต้องดำเนินการครบถ้วน ตัวบ่งชี้ที่ 6 - 12 จะต้องดำเนินการให้บรรลุเป้าหมายอย่างน้อยร้อยละ 80 ของตัวบ่งชี้ในแต่ละปี จึงถือว่าผลการดำเนินงานอยู่ในระดับดี หลักสูตรจะได้รับการรับรองและเผยแพร่ผลการประเมินหลักสูตรต้องอยู่ในระดับดีทุกปี
2. ตัวบ่งชี้ที่ 13 - 14 เป็นตัวบ่งชี้ของหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์ทฤษฎี ซึ่งต้องดำเนินการให้บรรลุเป้าหมายอย่างน้อยร้อยละ 100 ของตัวบ่งชี้ในปีการศึกษาที่ถูกประเมิน

## หมวดที่ 8

### การประเมินและปรับปรุงการดำเนินการของหลักสูตร

#### 1. การประเมินประสิทธิผลของการสอน

##### 1.1 การประเมินกลยุทธ์การสอน

- ❖ ผู้เรียนประเมินการสอนของอาจารย์ทุกคนเมื่อสิ้นสุดรายวิชาตามแบบประเมิน online มหาวิทยาลัย

##### 1.2 การประเมินทักษะของอาจารย์ในการใช้แผนกลยุทธ์การสอน

- ❖ ผู้เรียนประเมินการสอนของอาจารย์ทุกคนเมื่อสิ้นสุดรายวิชาตามแบบประเมิน online มหาวิทยาลัย

#### 2. การประเมินหลักสูตรในภาพรวม

2.1 ประเมินจากนิสิตปัจจุบันและบัณฑิตที่จบตามหลักสูตรโดยใช้แบบสอบถามนิสิตในโครงการปัจฉิมนิเทศ การสัมภาษณ์ตัวแทนของนิสิต/บัณฑิต กับตัวแทนคณาจารย์ และการเปิดเว็บไซต์ (Website) เพื่อรับข้อมูลย้อนกลับจากนิสิตและผู้ที่เกี่ยวข้อง

2.2 ประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิ และ/หรือผู้ประเมินภายนอก โดยดูจากผลการประเมินตนเองของผู้สอนและรายงานผลการดำเนินการหลักสูตรและการเยี่ยมชม

2.3 ประเมินจากนายจ้างหรือผู้มีส่วนเกี่ยวข้องโดยประเมินความพึงพอใจต่อคุณภาพของบัณฑิต การวิพากษ์หลักสูตร และการสำรวจอัตราการว่าจ้างแรงงานและความก้าวหน้าของบัณฑิตที่ก้าวขึ้นไปสู่ตำแหน่งระดับผู้นำในองค์กร

#### 3. การประเมินผลการดำเนินงานตามรายละเอียดหลักสูตร

การประเมินตามตัวบ่งชี้ผลการดำเนินงานที่ระบุในหมวด 7 ข้อ 7 โดยคณะกรรมการประเมินอย่างน้อย 3 คน ประกอบด้วยผู้ทรงคุณวุฒิในสาขาอย่างน้อย 1 คน

#### 4. การทบทวนผลการประเมินและวางแผนปรับปรุง

4.1 คณะกรรมการประเมินหลักสูตรของวิทยาลัยฯ จัดทำรายงานการประเมินผลและเสนอประเด็นที่จำเป็นในการปรับปรุงหลักสูตร

4.2 จัดประชุมสัมมนาเพื่อการปรับปรุงหลักสูตร

4.3 เชิญผู้ทรงคุณวุฒิอ่านหลักสูตร และให้ข้อเสนอแนะ