

## รายละเอียดของรายวิชา

ชื่อสถาบันอุดมศึกษา มหาวิทยาลัยมหิดล  
วิทยาเขต/คณะ/ภาควิชา คณะวิทยาศาสตร์ ภาควิชาฟิสิกส์

### หมวดที่ ๑ ข้อมูลทั่วไป

๑. รหัสและชื่อรายวิชา วทพส๕๐๒ กลศาสตร์คลาสสิก  
SCPY502 Classical Mechanics
๒. จำนวนหน่วยกิต ๓(๓-๐-๖) หน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด้วยตนเอง)
๓. หลักสูตรและประเภทของรายวิชา  
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์(หลักสูตรนานาชาติ) เป็นรายวิชาใน  
หมวดวิชาบังคับ
๔. อาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชาและอาจารย์ผู้สอน
  - ๔.๑ อาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชา
    ๑. ศ. ดร. เดวิด จอห์น รุฟโฟโล  
e-mail: ruffolo.physics@gmail.com
  - ๔.๒ อาจารย์ผู้สอน
    ๑. ศ. ดร. เดวิด จอห์น รุฟโฟโล  
e-mail: ruffolo.physics@gmail.com
๕. ภาคการศึกษา/ชั้นปีที่เรียน  
ภาคต้น ชั้นปีที่ ๑
๖. รายวิชาที่ต้องเรียนมาก่อน(Pre-requisite) ไม่มี
๗. รายวิชาที่ต้องเรียนพร้อมกัน(Co-requisite) ไม่มี
๘. สถานที่เรียน  
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
๙. วันที่จัดทำหรือปรับปรุงรายละเอียดของรายวิชาครั้งล่าสุด -

### หมวดที่ ๒ จุดมุ่งหมายและวัตถุประสงค์

๑. จุดมุ่งหมายของรายวิชา  
เมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอนแล้ว นักศึกษาสามารถ

- ๑.๑ สร้างรูปนัยฟังก์ชันลาร์กรอง และเขียนสมการออยเลอร์-ลาร์กรองของระบบเชิงกลได้
- ๑.๒ วิเคราะห์และแก้ปัญหากลศาสตร์ที่มีเงื่อนไขบังคับโดยใช้วิธีของลาร์กรองได้
- ๑.๓ วิเคราะห์และแก้ปัญหากลศาสตร์ของอนุภาคที่มีพลศาสตร์ภายใต้แรงศูนย์กลางได้
- ๑.๔ วิเคราะห์และแก้ปัญหากลศาสตร์ของอนุภาคที่มีพลศาสตร์ภายใต้แรงยืดหยุ่นได้
- ๑.๕ วิเคราะห์และแก้ปัญหากลศาสตร์ของอนุภาคที่มีพลศาสตร์เชิงสัมพัทธ์ได้
- ๑.๖ สร้างรูปนัยฟังก์ชันแฮมิลตัน และเขียนสมการแฮมิลตันของระบบเชิงกลได้
- ๑.๗ วิเคราะห์การแปลงแบบบัญญัติของตัวแปรแบบบัญญัติในรูปนัยแฮมิลตันได้
- ๑.๘ วิเคราะห์และแก้ปัญหากลศาสตร์โดยใช้วิธีของแฮมิลตันได้

## ๒. วัตถุประสงค์ในการพัฒนา/ปรับปรุงรายวิชา

เพื่อปรับปรุงรายวิชาให้มีความทันสมัย สอดคล้องกับองค์ความรู้ในปัจจุบัน

### หมวดที่ ๓ ลักษณะและการดำเนินการ

#### ๑. คำอธิบายรายวิชา

สมการของลากรองจ์ สมการของแฮมิลตัน หลักการแปรผัน สัมพัทธภาพพิเศษ การเคลื่อนที่ของสองวัตถุภายใต้แรงโน้มถ่วง การหมุนของวัตถุเกร็ง การสั่นและโหมดปกติ

Lagrange's equations, Hamilton's equations, variational principles, special relativity, gravitational two-body problem, rigid-body rotation, oscillations and normal modes

#### ๒. จำนวนชั่วโมงที่ใช้ต่อภาคการศึกษา

จำนวนชั่วโมงบรรยายต่อสัปดาห์	๓	ชั่วโมง
จำนวนชั่วโมงฝึกปฏิบัติการต่อสัปดาห์	๐	ชั่วโมง
จำนวนชั่วโมงปฏิบัติการ	-	ชั่วโมง
จำนวนชั่วโมงการศึกษด้วยตนเอง	๖	ชั่วโมง

#### ๓. จำนวนชั่วโมงต่อสัปดาห์ที่อาจารย์ให้คำปรึกษาและแนะนำทางวิชาการแก่นักศึกษาเป็นรายบุคคล

- ๓.๑ อาจารย์ประจำรายวิชา ประกาศเวลาให้คำปรึกษาผ่านเทคโนโลยีสารสนเทศ
- ๓.๒ นักศึกษาจองวันเวลาล่วงหน้าแล้วมาพบตามเวลา

### หมวดที่ ๔ การพัฒนาผลการเรียนรู้ของนักศึกษา

#### ๑. คุณธรรม จริยธรรม

### ๑.๑ คุณธรรม จริยธรรมที่ต้องพัฒนา

๑.๑.๑ มีความซื่อสัตย์สุจริต มีระเบียบวินัย เคารพกฎ ระเบียบ และข้อบังคับต่างๆ ขององค์กร ปฏิบัติตามจรรยาบรรณทางวิชาการและวิชาชีพ สามารถจัดการปัญหาทางคุณธรรม จริยธรรมที่ซับซ้อนเชิงวิชาการ หรือวิชาชีพ (ผลการเรียนรู้ข้อ -)

#### ๑.๒ วิธีการสอน

๑.๒.๑ บรรยาย สาธิตกรณีศึกษา ที่เกี่ยวข้องกับคุณธรรมจริยธรรม

๑.๒.๒ กำหนดกฎระเบียบที่ต้องปฏิบัติในชั้นเรียน เช่น กำหนดเวลาการเข้าเรียน และการส่งงาน

๑.๒.๓ จัดการประชุมชี้แจงเกี่ยวกับการปฏิบัติตามจรรยาบรรณทางวิชาการและวิชาชีพ

๑.๒.๔ มอบหมายงานและให้นำเสนอผลงาน

#### ๑.๓ วิธีการประเมินผล

๑.๓.๑ พฤติกรรมในชั้นเรียน การตรงต่อเวลาในการเข้าเรียน-การส่งงาน การปฏิบัติตามกฎระเบียบต่างๆ

๑.๓.๒ การไม่คัดลอกผลงานของผู้อื่น ความถูกต้องในการอ้างอิงผลงานทางวิชาการในรายงาน สัมมนา และวิทยานิพนธ์ การนำเสนอข้อมูลที่ถูกต้องตามข้อเท็จจริง

## ๒. ความรู้

### ๒.๑ ความรู้ที่ต้องได้รับ

๒.๑.๑ มีความรู้และความเข้าใจ ในระดับเชี่ยวชาญสูงสุดในเนื้อหาของหลักการ และทฤษฎีที่เป็นแก่นของ ๔ แขนงวิชาหลักของสาขาวิชาฟิสิกส์ อันได้แก่ (๑) กลศาสตร์คลาสสิก (๒) กลศาสตร์ควอนตัม (๓) อุณหพลศาสตร์และฟิสิกส์เชิงสถิติ และ (๔) พลศาสตร์ไฟฟ้าคลาสสิก และคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง (ผลการเรียนรู้ข้อ -)

๒.๑.๒ มีความรู้ลึกในแขนงวิชาเฉพาะของสาขาวิชาฟิสิกส์ อย่างน้อยหนึ่งแขนงวิชา ในระดับที่สามารถติดตามความก้าวหน้า ศึกษาค้นคว้า เพื่อพัฒนาองค์ความรู้ในแขนงวิชาเฉพาะนั้น ได้ด้วยตนเอง (ผลการเรียนรู้ข้อ -)

#### ๒.๒ วิธีการสอน

๒.๒.๑ การบรรยายในชั้นเรียน

๒.๒.๒ มอบหมายงานให้ค้นคว้าเพิ่มเติม เขียนรายงาน และนำเสนอในชั้นเรียน

๒.๒.๓ จัดการสัมมนาพิเศษโดยวิทยากรภายนอกที่มีความเชี่ยวชาญหรือ มีประสบการณ์ตรง

๒.๒.๔ ส่งเสริมกิจกรรมการเรียนรู้ เช่น การเข้าร่วมและนำเสนอผลงาน วิจัยในการประชุมวิชาการ

#### ๒.๓ วิธีการประเมินผล

๒.๓.๑ การสอบกลางภาคและปลายภาค

๒.๓.๒ ผลงานที่ได้รับมอบหมาย

๒.๓.๓ การนำเสนอผลงานในชั้นเรียน

### ๓. ทักษะทางปัญญา(ความรับผิดชอบหลัก)

๓.๑ ทักษะทางปัญญาที่ต้องพัฒนา

๓.๑.๑ มีความใฝ่รู้ มีความคิดริเริ่ม-สร้างสรรค์ สามารถสืบค้น วิเคราะห์ ประเมิน และสังเคราะห์ ความรู้ ในศาสตร์สาขาฟิสิกส์ ได้อย่างเป็นระบบและมีเหตุผล ตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ (ผลการเรียนรู้ข้อ -)

๓.๑.๒ สามารถคิด วิเคราะห์ สังเคราะห์ และประยุกต์ความรู้ ในศาสตร์สาขาฟิสิกส์เฉพาะ เพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่ โดยใช้กระบวนการวิจัยที่ถูกต้องได้ด้วยตนเอง (ผลการเรียนรู้ข้อ -)

๓.๒ วิธีการสอน

๓.๒.๑ เน้นการสอนที่กระตุ้นให้นักศึกษาคิด วิเคราะห์ และร่วมอภิปรายในประเด็นต่างๆ

๓.๒.๒ มอบหมายงานให้ค้นคว้าเพิ่มเติม เขียนรายงาน และนำเสนอในชั้นเรียน

๓.๒.๓ แนะนำเทคนิคในการทำวิจัย (การสืบค้น วิเคราะห์ ประเมิน และสังเคราะห์ความรู้) โดยกลุ่มวิจัยและอาจารย์ที่ปรึกษา

๓.๒.๔ ส่งเสริมกิจกรรมการเรียนรู้ เช่น การเข้าร่วมและนำเสนอผลงาน วิจัยในการประชุมวิชาการ

๓.๓ วิธีการประเมินผล

๓.๓.๑ พฤติกรรมการมีส่วนร่วมในการอภิปรายในชั้นเรียน และในการเข้าร่วมสัมมนา ทั้งในฐานะผู้ฟัง และผู้นำเสนอ

๓.๓.๒ งานที่ได้รับมอบหมาย

๓.๓.๓ การสอบที่เน้นการคิด-วิเคราะห์

### ๔. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ

๔.๑ ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบที่ต้องพัฒนา

๔.๑.๑ มีภาวะผู้นำ และมีมนุษยสัมพันธ์ที่ดี รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ดี ทั้งในฐานะผู้นำและในฐานะสมาชิก มีความรับผิดชอบในหน้าที่ของตนเอง และรับผิดชอบต่องานกลุ่ม (ผลการเรียนรู้ข้อ -)

๔.๒ วิธีการสอน

๔.๒.๑ จัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นการทำงานเป็นกลุ่ม และงานที่ต้องมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคล

๔.๒.๒ จัดกิจกรรมที่มีการนำเสนอ การอภิปราย และการแสดงความคิดเห็น

## ๔.๓ วิธีการประมวลผล

๔.๓.๑ พฤติกรรมการมีส่วนร่วมในการกิจกรรมต่างๆ ที่ได้รับมอบหมาย

๔.๓.๒ พฤติกรรมในการทำงานกลุ่ม

๔.๓.๓ พฤติกรรมการมีส่วนร่วมในการอภิปรายในชั้นเรียน และในการเข้าร่วมสัมมนา ทั้งในฐานะผู้ฟัง และผู้นำเสนอ

## ๕. ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

๕.๑ ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศที่ต้องพัฒนา

๕.๑.๑ สามารถประยุกต์ความรู้ทาง สถิติและคณิตศาสตร์ เพื่อการ วิเคราะห์ประมวลผล แก้ปัญหาและนำเสนอ ได้อย่างเหมาะสม (ผลการเรียนรู้ข้อ -)

๕.๑.๒ สามารถใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ เพื่อการสืบค้น เก็บรวบรวมและนำเสนอข้อมูล การสื่อสารและถ่ายทอดองค์ความรู้ทั้งในเชิงวิชาการ และการนำเสนอต่อสาธารณชนทั่วไป ได้อย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสม (ผลการเรียนรู้ข้อ -)

## ๕.๒ วิธีการสอน

๕.๒.๑ จัดให้มีการนำเสนอในรายวิชา เพื่อฝึกทักษะในการสืบค้น เก็บรวบรวม วิเคราะห์ ประมวลผล และนำเสนอข้อมูล โดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์และสถิติ และเทคโนโลยีสารสนเทศที่เหมาะสม

๕.๒.๒ ส่งเสริมการเข้าร่วมและนำเสนอผลงานวิจัยในการประชุมวิชาการ และการเข้าร่วมในกิจกรรมต่างๆที่มุ่งพัฒนาทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

## ๕.๓ วิธีการประเมิน

๕.๓.๑ การนำเสนอผลงานที่ได้รับ

๕.๓.๒ ประเมินความเหมาะสมในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศได้อย่างถูกต้อง

## หมวดที่ ๕ แผนการสอนและการประเมินผล

## ๑. แผนการสอน

ลำดับ ที่	หัวข้อ	จำนวนชั่วโมง			กิจกรรมการ เรียนการสอน และสื่อที่ใช้	อาจารย์ผู้สอน
		บรรยาย	ปฏิบัติ	ศึกษา ด้วย ตนเอง		

ลำดับ ที่	หัวข้อ	จำนวนชั่วโมง			กิจกรรมการ เรียนการสอน และสื่อที่ใช้	อาจารย์ผู้สอน
		บรรยาย	ปฏิบัติ	ศึกษา ด้วย ตนเอง		
๑	ทบทวนหลักกลศาสตร์ นิวตัน	๓	๐	๖	บรรยาย	ศ. ดร. เดวิด จอห์น โพโล
๒	วิธีการแปรผัน หลักการของแฮร์มิต ตัน และรูปนัยลาร์ กรอง	๓	๐	๖	บรรยาย	ศ. ดร. เดวิด จอห์น โพโล
๓	วิธีการลาร์กรองใน กรณีที่มีเงื่อนไขบังคับ	๓	๐	๖	บรรยาย	ศ. ดร. เดวิด จอห์น โพโล
๔	พลศาสตร์อนุภาค ภายใต้แรงศูนย์กลาง - รูปนัยทั่วไป	๓	๐	๖	บรรยาย	ศ. ดร. เดวิด จอห์น โพโล
๕	การโคจรของวัตถุ ภายใต้แรงโน้มถ่วง	๓	๐	๖	บรรยาย	ศ. ดร. เดวิด จอห์น โพโล
๖	การกระเจิงของ อนุภาคจากแรงคู ลอมบ์	๓	๐	๖	บรรยาย มอบหมายงาน และอภิปราย	ศ. ดร. เดวิด จอห์น โพโล
๗	พลศาสตร์ของอนุภาค แบบแกว่งกวัด เล็กน้อย	๓	๐	๖	บรรยาย	ศ. ดร. เดวิด จอห์น โพโล
๘	พลศาสตร์เชิงสัมพัทธ์	๓	๐	๖	บรรยาย	ศ. ดร. เดวิด จอห์น โพโล
๙	สอบกลางภาค	๐	๐	๐		
๑๐	ฟังก์ชันแฮร์มิตตัน และสมการแฮร์มิตตัน	๓	๐	๖	บรรยาย	ศ. ดร. เดวิด จอห์น โพโล

ลำดับที่	หัวข้อ	จำนวนชั่วโมง			กิจกรรมการเรียนการสอนและสื่อที่ใช้	อาจารย์ผู้สอน
		บรรยาย	ปฏิบัติ	ศึกษด้วยตนเอง		
๑๑	ตัวแปรแบบบัญญัติ ปริภูมิเฟส และ ตะกร้าปัวซอง	๓	๐	๖	บรรยาย	ศ. ดร. เดวิด จอห์น โพโล
๑๒	การแปลงแบบบัญญัติ	๓	๐	๖	บรรยาย	ศ. ดร. เดวิด จอห์น โพโล
๑๓	ทฤษฎีแฮร์มิตัน-ยาโค บี	๓	๐	๖	บรรยาย มอบหมายงาน และอภิปราย	ศ. ดร. เดวิด จอห์น โพโล
๑๔	ทฤษฎีการรบกวนแบบ บัญญัติ	๓	๐	๖	บรรยาย	ศ. ดร. เดวิด จอห์น โพโล
๑๕	รูนัยลาร์กรองและ แฮร์มิตันของระบบ เชิงกลต่อเนื่อง	๓	๐	๖	บรรยาย	ศ. ดร. เดวิด จอห์น โพโล
๑๖	สอบปลายภาค	๐	๐	๐		
	รวมจำนวนชั่วโมง ตลอดภาคการศึกษา	๔๒	๐	๘๔		

## ๒. แผนการประเมินผลการเรียนรู้

กิจกรรมที่	ผลการเรียนรู้*	วิธีการประเมิน	ลำดับที่ประเมิน	สัดส่วนของการประเมินผล
๑	๒.๑ ,๒.๒ ,๓.๑ ,๓.๒	การสอบกลางภาคและปลายภาค	๐๙ และ ๑๖	๖๐%
๒	๑.๑	พฤติกรรมในชั้นเรียน การตรงต่อเวลาใน การเข้าเรียน-การส่งงาน การปฏิบัติตาม กฎระเบียบต่างๆ การไม่คัดลอกผลงาน ของผู้อื่น ความถูกต้องในการอ้างอิง ผลงานทางวิชาการในรายงาน การ	ตลอดภาค การศึกษา	๑๐%

กิจกรรม ที่	ผลการเรียนรู้*	วิธีการประเมิน	สัดส่วนที่ ประเมิน	สัดส่วน ของการ ประเมินผล
		นำเสนอข้อมูลที่ต้องทำตามข้อเท็จจริง		
๓	๒.๑ ,๒.๒ ,๓.๑ ,๓.๒ ,๔.๑ ,๕.๑ ,๕.๒	ผลงานที่ได้รับมอบหมาย การนำเสนอ ผลงาน พฤติกรรมการมีส่วนร่วมในการ ทำงานกลุ่ม การอภิปรายในชั้นเรียน กิจกรรมต่างๆ และความเหมาะสมใน การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ	๖ และ ๑๓	๓๐%

\* อ้างอิงผลการเรียนรู้ตามเอกสารแนบภาคผนวก ค ของ มคอ.๒

## หมวดที่ ๖ ทรัพยากรประกอบการเรียนการสอน

### ๑. ตำราและเอกสารหลัก

#### ภาษาไทย

Ruffolo D. Classical Mechanics. Bangkok, Chulalongkorn University

๒๐๐๒

#### ภาษาอังกฤษ

Goldstein H., Poole C. and Safko J. Classical Mechanics. 3rd edition,  
San Francisco, Addison-Wesley 2002

Jose J. V., and Saletan E. J., Classical Dynamics: A contemporary  
approach, New York, Cambridge University Press, 1998

Chow T. L., Classical Mechanics, New York, John Wiley and Sons, 1995

Finn J. M., Classical Mechanics, New Delhi, Infinity Science Press, 2008

### ๒. เอกสารและข้อมูลสำคัญ

-

### ๓. เอกสารและข้อมูลแนะนำ

-

## หมวดที่ ๗ การประเมินและปรับปรุงการดำเนินการของรายวิชา

### ๑. กลยุทธ์การประเมินประสิทธิผลของรายวิชาโดยนักศึกษา

- ๑.๑ นักศึกษาแสดงแนวคิดหรือความคิดเห็นผ่านการสนทนาระหว่างผู้สอนและผู้เรียน
- ๑.๒ นักศึกษาประเมินโดยตอบแบบประเมินผู้สอน และแบบประเมินรายวิชา
- ๑.๓ การสังเกตพฤติกรรมของนักศึกษา
- ๑.๔ นักศึกษาสามารถแสดงความคิดเห็นผ่าน social network ของภาควิชาฟิสิกส์ หรือของผู้สอน

## ๒. กลยุทธ์การประเมินการสอน

- ๒.๑ ประเมินจากแบบประเมินผู้สอน และแบบประเมินรายวิชา
- ๒.๒ ประเมินจากผลการสอบและการเรียนรู้ของนักศึกษา

## ๓. การปรับปรุงการสอน

หลังจากผลการประเมินการสอนในข้อ ๒ จึงมีการปรับปรุงการสอน โดยการประชุมการจัดการเรียนการสอน เพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน และพัฒนารายวิชา

## ๔. การทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาในรายวิชา

- ๔.๑ มีคณะกรรมการตรวจสอบมาตรฐาน และความถูกต้องของข้อสอบกลางภาคและข้อสอบปลายภาค
- ๔.๒ มีการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนตามมาตรฐานผลการเรียนรู้ของรายวิชา

## ๕. การดำเนินการทบทวนและการวางแผนปรับปรุงประสิทธิผลของรายวิชา

- ๕.๑ ปรับปรุงรายวิชาทุก ๓ ปี หรือตามข้อเสนอแนะ ผลการทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ตามข้อ ๔ และผลจากการประชุมการจัดการเรียนการสอน
- ๕.๒ เปลี่ยนหรือสลับอาจารย์ผู้สอน เพื่อให้นักศึกษามีมุมมองในเรื่องการประยุกต์ความรู้กับปัญหาที่มาจากงานวิจัยของอาจารย์

## รายละเอียดของรายวิชา

ชื่อสถาบันอุดมศึกษา มหาวิทยาลัยมหิดล  
วิทยาเขต/คณะ/ภาควิชา คณะวิทยาศาสตร์ ภาควิชาฟิสิกส์

### หมวดที่ ๑ ข้อมูลทั่วไป

๑. รหัสและชื่อรายวิชา วทพส๕๐๓ กลศาสตร์ควอนตัม  
SCPY503 Quantum Mechanics
๒. จำนวนหน่วยกิต ๓(๓-๐-๖) หน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง)
๓. หลักสูตรและประเภทของรายวิชา  
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์(หลักสูตรนานาชาติ) เป็นรายวิชาใน  
หมวดวิชาบังคับ
๔. อาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชาและอาจารย์ผู้สอน
  - ๔.๑ อาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชา รศ.ดร. กิตติวิทย์ มาแทน
  - ๔.๒ อาจารย์ผู้สอน รศ.ดร. กิตติวิทย์ มาแทน
๕. ภาคการศึกษา/ชั้นปีที่เรียน  
ภาคต้น ชั้นปีที่ ๑
๖. รายวิชาที่ต้องเรียนมาก่อน(Pre-requisite) ไม่มี
๗. รายวิชาที่ต้องเรียนพร้อมกัน(Co-requisite) ไม่มี
๘. สถานที่เรียน  
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
๙. วันที่จัดทำหรือปรับปรุงรายละเอียดของรายวิชาครั้งล่าสุด -

### หมวดที่ ๒ จุดมุ่งหมายและวัตถุประสงค์

๑. จุดมุ่งหมายของรายวิชา  
เมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอนแล้ว นักศึกษาสามารถ
  - ๑.๑ เข้าใจความเป็นมาและความคิดพื้นฐานของกลศาสตร์ควอนตัม
  - ๑.๒ วิเคราะห์ความคิดพื้นฐาน และประยุกต์ทฤษฎีทางกลศาสตร์ควอนตัมเพื่อที่จะ  
แก้ปัญหาทางกลศาสตร์ควอนตัมและด้านอื่นๆที่เกี่ยวข้องได้
๒. วัตถุประสงค์ในการพัฒนา/ปรับปรุงรายวิชา

เพื่อปรับปรุงรายวิชาให้มีความทันสมัย สอดคล้องกับองค์ความรู้ในปัจจุบัน

### หมวดที่ ๓ ลักษณะและการดำเนินการ

#### ๑. คำอธิบายรายวิชา

ความคิดพื้นฐานของกลศาสตร์ควอนตัม คณิตศาสตร์สำหรับกลศาสตร์ควอนตัม สมการชเรอดิงเงอร์ แผนภาพของอันตรกิริยา สมมาตรในกลศาสตร์ควอนตัม ระบบที่มีลำดับชั้นแห่งความอิสระ เป็น N กลุ่มการหมุนและตัวดำเนินการ โมเมนตัมเชิงมุม วิธีการประมาณ ทฤษฎีการรบกวน ทฤษฎีการกระเจิง

Concepts of quantum mechanics, mathematics for quantum mechanics, Schrödinger equations, interaction picture, symmetry in quantum mechanics, system with N degrees of freedom, rotation group and angular momentum operators, approximation methods, perturbation theory, scattering theory

#### ๒. จำนวนชั่วโมงที่ใช้ต่อภาคการศึกษา

จำนวนชั่วโมงบรรยายต่อสัปดาห์	๓	ชั่วโมง
จำนวนชั่วโมงฝึกปฏิบัติการต่อสัปดาห์	๐	ชั่วโมง
จำนวนชั่วโมงปฏิบัติการ	-	ชั่วโมง
จำนวนชั่วโมงการศึกษาด้วยตนเอง	๖	ชั่วโมง

#### ๓. จำนวนชั่วโมงต่อสัปดาห์ที่อาจารย์ให้คำปรึกษาและแนะนำทางวิชาการแก่นักศึกษาเป็นรายบุคคล

- ๓.๑ อาจารย์ประจำรายวิชา ประกาศเวลาให้คำปรึกษาผ่านเทคโนโลยีสารสนเทศ
- ๓.๒ อาจารย์จัดเวลาให้คำปรึกษาเป็นรายบุคคล ๓ ชั่วโมงต่อสัปดาห์
- ๓.๓ นักศึกษาจองวันเวลาด่วนหน้าแล้วมาพบตามเวลา

### หมวดที่ ๔ การพัฒนาผลการเรียนรู้ของนักศึกษา

#### ๑. คุณธรรม จริยธรรม

##### ๑.๑ คุณธรรม จริยธรรมที่ต้องพัฒนา

๑.๑.๑ มีความซื่อสัตย์สุจริต มีระเบียบวินัย เคารพกฎ ระเบียบ และข้อบังคับต่างๆ ขององค์กร ปฏิบัติตามจรรยาบรรณทางวิชาการและวิชาชีพ สามารถจัดการปัญหาทางคุณธรรม จริยธรรมได้ (ผลการเรียนรู้ข้อ ๑.๑)

##### ๑.๒ วิธีการสอน

- ๑.๒.๑ บรรยาย สาธิตกรณีศึกษา ที่เกี่ยวข้องกับคุณธรรมจริยธรรม
- ๑.๒.๒ กำหนดกฎระเบียบที่ต้องปฏิบัติในชั้นเรียน เช่น กำหนดเวลาการเข้าเรียน และการส่งงาน
- ๑.๒.๓ จัดการประชุมชี้แจงเกี่ยวกับการปฏิบัติตามจรรยาบรรณทางวิชาการและวิชาชีพ
- ๑.๒.๔ มอบหมายงานและให้นำเสนอผลงาน

### ๑.๓ วิธีการประเมินผล

- ๑.๓.๑ พฤติกรรมในชั้นเรียน การตรงต่อเวลาในการเข้าเรียน-การส่งงาน การปฏิบัติตามกฎระเบียบต่างๆ
- ๑.๓.๒ การไม่คัดลอกผลงานของผู้อื่น ความถูกต้องในการอ้างอิงผลงานทางวิชาการในรายงาน สัมมนา และวิทยานิพนธ์ การนำเสนอข้อมูลที่ถูกต้องตามข้อเท็จจริง

## ๒. ความรู้

### ๒.๑ ความรู้ที่ต้องได้รับ

๒.๑.๑ มีความรู้และความเข้าใจในเนื้อหาของหลักการและทฤษฎีที่เป็นแก่นของ ๔ แขนงวิชาหลักของสาขาวิชาฟิสิกส์ อันได้แก่ (๑) กลศาสตร์คลาสสิก (๒) กลศาสตร์ควอนตัม (๓) อุณหพลศาสตร์และฟิสิกส์เชิงสถิติ และ (๔) พลศาสตร์ไฟฟ้าคลาสสิก และคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง (ผลการเรียนรู้ข้อ ๒.๑)

๒.๑.๒ มีความรู้ลึกในแขนงวิชาเฉพาะของสาขาวิชาฟิสิกส์ อย่างน้อยหนึ่งแขนงวิชาในระดับที่สามารถติดตามความก้าวหน้า ศึกษาค้นคว้า เพื่อพัฒนาองค์ความรู้ในแขนงวิชาเฉพาะนั้นได้ด้วยตนเอง (ผลการเรียนรู้ข้อ ๒.๒)

### ๒.๒ วิธีการสอน

- ๒.๒.๑ การบรรยายในชั้นเรียน
- ๒.๒.๒ มอบหมายงานให้ค้นคว้าเพิ่มเติม เขียนรายงาน และนำเสนอในชั้นเรียน
- ๒.๒.๓ จัดการสัมมนาพิเศษโดยวิทยากรภายนอกที่มีความเชี่ยวชาญหรือ มีประสบการณ์ตรง
- ๒.๒.๔ ส่งเสริมกิจกรรมการเรียนรู้ เช่น การเข้าร่วมและนำเสนอผลงาน วิจัยในการประชุมวิชาการ

### ๒.๓ วิธีการประเมินผล

- ๒.๓.๑ การสอบกลางภาคและปลายภาค
- ๒.๓.๒ ผลงานที่ได้รับมอบหมาย
- ๒.๓.๓ การนำเสนอผลงานในชั้นเรียน

## ๓. ทักษะทางปัญญา(ความรับผิดชอบหลัก)

- ๓.๑ ทักษะทางปัญญาที่ต้องพัฒนา

๓.๑.๑ มีความใฝ่รู้ สามารถสืบค้น วิเคราะห์ ประเมิน และสังเคราะห์ ความรู้ในศาสตร์สาขาฟิสิกส์ ได้อย่างเป็นระบบและมีเหตุผล ตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ (ผลการเรียนรู้ข้อ ๓.๑)

๓.๑.๒ สามารถคิด วิเคราะห์ สังเคราะห์ และประยุกต์ความรู้ ในศาสตร์สาขาฟิสิกส์เฉพาะด้าน โดยใช้กระบวนการ วิจัยที่ถูกต้องได้ด้วยตนเอง (ผลการเรียนรู้ข้อ ๓.๒)

### ๓.๒ วิธีการสอน

๓.๒.๑ เน้นการสอนที่กระตุ้นให้นักศึกษาคิด วิเคราะห์ และร่วมอภิปรายในประเด็นต่างๆ

๓.๒.๒ มอบหมายงานให้ค้นคว้าเพิ่มเติม เขียนรายงาน และนำเสนอในชั้นเรียน

๓.๒.๓ แนะนำเทคนิคในการทำวิจัย (การสืบค้น วิเคราะห์ ประเมิน และสังเคราะห์ ความรู้) โดยกลุ่มวิจัยและอาจารย์ที่ปรึกษา

๓.๒.๔ ส่งเสริมกิจกรรมการเรียนรู้ เช่น การเข้าร่วมและนำเสนอผลงาน วิจัยในการประชุมวิชาการ

### ๓.๓ วิธีการประเมินผล

๓.๓.๑ พฤติกรรมการมีส่วนร่วมในการอภิปรายในชั้นเรียน และในการเข้าร่วมสัมมนา ทั้งในฐานะผู้ฟัง และผู้นำเสนอ

๓.๓.๒ งานที่ได้รับมอบหมาย

๓.๓.๓ การสอบที่เน้นการคิด-วิเคราะห์

## ๔. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ

๔.๑ ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบที่ต้องพัฒนา

๔.๑.๑ มีภาวะผู้นำ และมีมนุษยสัมพันธ์ที่ดี รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ดี ทั้งในฐานะผู้นำและในฐานะสมาชิก มีความรับผิดชอบในหน้าที่ของตนเอง และรับผิดชอบต่องานกลุ่ม (ผลการเรียนรู้ข้อ ๔.๑)

### ๔.๒ วิธีการสอน

๔.๒.๑ จัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นการทำงานเป็นกลุ่ม และงานที่ต้องมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคล

๔.๒.๒ จัดกิจกรรมที่มีการนำเสนอ การอภิปราย และการแสดงความคิดเห็น

### ๔.๓ วิธีการประเมินผล

๔.๓.๑ พฤติกรรมการมีส่วนร่วมในกิจกรรมต่างๆ ที่ได้รับมอบหมาย

๔.๓.๒ พฤติกรรมในการทำงานกลุ่ม

๔.๓.๓ พฤติกรรมการมีส่วนร่วมในการอภิปรายในชั้นเรียน และในการเข้าร่วมสัมมนา ทั้งในฐานะผู้ฟัง และผู้นำเสนอ

## ๕. ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

๕.๑ ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศที่  
พัฒนา

๕.๑.๑ สามารถประยุกต์ความรู้ทางสถิติและคณิตศาสตร์ เพื่อการวิเคราะห์  
ประมวลผล แก้ปัญหาและนำเสนอ ได้อย่างเหมาะสม (ผลการเรียนรู้ข้อ ๕.๑)

๕.๑.๒ สามารถใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ เพื่อการสืบค้น เก็บรวบรวมและนำเสนอ  
ข้อมูล การสื่อสารและถ่ายทอดองค์ความรู้ ทั้งในเชิงวิชาการ และการนำเสนอต่อสาธารณชนทั่วไป ได้  
อย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสม (ผลการเรียนรู้ข้อ ๕.๒)

๕.๒ วิธีการสอน

๕.๒.๑ จัดให้มีการนำเสนอในรายวิชา เพื่อฝึกทักษะในการสืบค้น เก็บรวบรวม  
วิเคราะห์ ประมวลผล และนำเสนอข้อมูล โดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์และสถิติ และเทคโนโลยี  
สารสนเทศที่เหมาะสม

๕.๒.๒ ส่งเสริมการเข้าร่วมและนำเสนอผลงานวิจัยในการประชุมวิชาการ และการ  
เข้าร่วมในกิจกรรมต่างๆที่มุ่งพัฒนาทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยี  
สารสนเทศ

๕.๓ วิธีการประเมิน

๕.๓.๑ การนำเสนอผลงานที่ได้รับ

๕.๓.๒ การนำเสนอสัมมนา การสอบ โครงร่างวิทยานิพนธ์ และการสอบ  
วิทยานิพนธ์

๕.๓.๓ ประเมินความเหมาะสมในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศได้อย่างถูกต้อง

## หมวดที่ ๕ แผนการสอนและการประเมินผล

### ๑. แผนการสอน

ลำดับ ที่	หัวข้อ	จำนวนชั่วโมง			กิจกรรมการ เรียนการสอน และสื่อที่ใช้	อาจารย์ผู้สอน
		บรรยาย	ปฏิบัติ	ศึกษา ด้วย ตนเอง		
๑	Concepts in Quantum Mechanics	๓	๐	๖	บรรยาย และ มอบหมายงาน	รศ.ดร. กิตติวิทย์ มาแทน
๒	Operators, Measurements and Observables	๓	๐	๖	บรรยาย และ มอบหมายงาน	รศ.ดร. กิตติวิทย์ มาแทน

ลำดับ ที่	หัวข้อ	จำนวนชั่วโมง			กิจกรรมการ เรียนการสอน และสื่อที่ใช้	อาจารย์ผู้สอน
		บรรยาย	ปฏิบัติ	ศึกษา ด้วย ตนเอง		
๓	Matrix Representations	๓	๐	๖	บรรยาย และ มอบหมายงาน	รศ.ดร. กิตติวิทย์ มาแทน
๔	Changing Representation, Wave Functions in Position and Momentum	๓	๐	๖	บรรยาย และ มอบหมายงาน	รศ.ดร. กิตติวิทย์ มาแทน
๕	Schrodinger Equation	๓	๐	๖	บรรยาย และ มอบหมายงาน	รศ.ดร. กิตติวิทย์ มาแทน
๖	Heisenberg Picture of Time Evolution	๓	๐	๖	บรรยาย และ มอบหมายงาน	รศ.ดร. กิตติวิทย์ มาแทน
๗	Symmetry in Quantum Mechanics	๓	๐	๖	บรรยาย และ มอบหมายงาน	รศ.ดร. กิตติวิทย์ มาแทน
๘	สอบกลางภาค	๐	๐	๐		
๙	System with N Degrees of Freedom	๓	๐	๖	บรรยาย และ มอบหมายงาน	รศ.ดร. กิตติวิทย์ มาแทน
๑๐	Rotation and Rotation Operators	๓	๐	๖	บรรยาย และ มอบหมายงาน	รศ.ดร. กิตติวิทย์ มาแทน
๑๑	Addition of Angular Momentum	๓	๐	๖	บรรยาย และ มอบหมายงาน	รศ.ดร. กิตติวิทย์ มาแทน
๑๓	System of Two Spin- ๑/๒ Particles	๓	๐	๖	บรรยาย และ มอบหมายงาน	รศ.ดร. กิตติวิทย์ มาแทน
๑๔	Variational and WKB Methods	๓	๐	๖	บรรยาย และ มอบหมายงาน	รศ.ดร. กิตติวิทย์ มาแทน
๑๕	Perturbation Theory	๓	๐	๖	บรรยาย และ มอบหมายงาน	รศ.ดร. กิตติวิทย์ มาแทน
๑๖	Introduction to Scattering Theory	๓	๐	๖	บรรยาย และ มอบหมายงาน	รศ.ดร. กิตติวิทย์ มาแทน
๑๗	สอบปลายภาค	๐	๐	๐		
	<b>รวมจำนวนชั่วโมง</b>	<b>๘๔</b>	<b>๐</b>	<b>๑๖๘</b>		

ลำดับที่	หัวข้อ	จำนวนชั่วโมง			กิจกรรมการเรียนการสอนและสื่อที่ใช้	อาจารย์ผู้สอน
		บรรยาย	ปฏิบัติ	ศึกษด้วยตนเอง		
	ตลอดภาคการศึกษา					

## ๒. แผนการประเมินผลการเรียนรู้

กิจกรรมที่	ผลการเรียนรู้*	วิธีการประเมิน	ลำดับที่ประเมิน	สัดส่วนของการประเมินผล
๑	๒.๑ ,๒.๒ ,๓.๑ ,๓.๒	การสอบกลางภาคและปลายภาค	๘ และ ๑๗	๘๐%
๒	๑.๑	พฤติกรรมในชั้นเรียน การตรงต่อเวลาในการเข้าเรียน-การส่งงาน การปฏิบัติตามกฎระเบียบต่างๆ การไม่คัดลอกผลงานของผู้อื่น ความถูกต้องในการอ้างอิงผลงานทางวิชาการในรายงาน การนำเสนอข้อมูลที่ถูกต้องตามข้อเท็จจริง	ตลอดภาคการศึกษา	๑๐%
๓	๒.๑ ,๒.๒ ,๓.๑ ,๓.๒ ,๔.๑ ,๕.๑ ,๕.๒	ผลงานที่ได้รับมอบหมาย การนำเสนอผลงาน พฤติกรรมมีส่วนร่วมในการทำงานกลุ่ม การอภิปรายในชั้นเรียน กิจกรรมต่างๆ และความเหมาะสมในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ	๑-๗ และ ๙-๑๖	๑๐%

\* อ้างอิงผลการเรียนรู้ตามเอกสารแนบภาคผนวก ค ของ มคอ.๒

## หมวดที่ ๖ ทรัพยากรประกอบการเรียนการสอน

### ๑. ตำราและเอกสารหลัก

ภาษาไทย

-

ภาษาอังกฤษ

J.J. Sakurai Modern Quantum Mechanics Addison-Wesley publishing company, 1994.

John S. Townsend A Modern Approach to Quantum Mechanics  
McGraw-Hill, Inc. 1992.

## ๒. เอกสารและข้อมูลสำคัญ

Richard L. Liboff Introductory Quantum Mechanics, 4th edition Addison-Wesley 2002.

Kurt Gottfried, Tung-Mow Yan Quantum Mechanics Springer Science & Business 2003.

Michael D. Fayer Elements of Quantum Mechanics Oxford University press 2001.

Ajoy K. Ghatak, S. Lokanathan Quantum Mechanics springer, 2004.

R. J. Scherrer Quantum mechanics: an accessible introduction Benjamin Cummings, 2006.

## ๓. เอกสารและข้อมูลแนะนำ

-

## หมวดที่ ๗ การประเมินและปรับปรุงการดำเนินการของรายวิชา

### ๑. กลยุทธ์การประเมินประสิทธิผลของรายวิชาโดยนักศึกษา

- ๑.๑ นักศึกษาแสดงแนวคิดหรือความคิดเห็นผ่านการสนทนาระหว่างผู้สอนและผู้เรียน
- ๑.๒ นักศึกษาประเมินโดยตอบแบบประเมินผู้สอน และแบบประเมินรายวิชา
- ๑.๓ การสังเกตพฤติกรรมของนักศึกษา
- ๑.๔ นักศึกษาสามารถแสดงความคิดเห็นผ่าน social network ของภาควิชาฟิสิกส์ หรือของผู้สอน

### ๒. กลยุทธ์การประเมินการสอน

- ๒.๑ ประเมินจากแบบประเมินผู้สอน และแบบประเมินรายวิชา
- ๒.๒ ประเมินจากผลการสอบและการเรียนรู้ของนักศึกษา

### ๓. การปรับปรุงการสอน

หลังจากผลการประเมินการสอนในข้อ ๒ จึงมีการปรับปรุงการสอน โดยการประชุมการจัดการเรียนการสอน เพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน และพัฒนารายวิชา

### ๔. การทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาในรายวิชา

๔.๑ มีคณะกรรมการตรวจสอบมาตรฐาน และความถูกต้องของข้อสอบกลางภาคและข้อสอบปลายภาค

๔.๒ มีการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนตามมาตรฐานผลการเรียนรู้ของรายวิชา

**๕. การดำเนินการทบทวนและการวางแผนปรับปรุงประสิทธิผลของรายวิชา**

๕.๑ ปรับปรุงรายวิชาทุก ๓ ปี หรือตามข้อเสนอแนะ ผลการทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ตามข้อ ๔ และผลจากการประชุมการจัดการเรียนการสอน

๕.๒ เปลี่ยนหรือสลับอาจารย์ผู้สอน เพื่อให้นักศึกษามีมุมมองในเรื่องการประยุกต์ความรู้นี้กับปัญหาที่มาจากงานวิจัยของอาจารย์

## รายละเอียดของรายวิชา

ชื่อสถาบันอุดมศึกษา มหาวิทยาลัยมหิดล  
 วิทยาเขต/คณะ/ภาควิชา คณะวิทยาศาสตร์ ภาควิชาฟิสิกส์

### หมวดที่ ๑ ข้อมูลทั่วไป

๑. รหัสและชื่อรายวิชา วทฟส๕๐๕ วิธีการทางคณิตศาสตร์สำหรับนักฟิสิกส์  
 SCPY505 Mathematical Methods For Physicists
๒. จำนวนหน่วยกิต ๓(๓-๐-๖) หน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด้วยตนเอง)
๓. หลักสูตรและประเภทของรายวิชา  
 หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์(หลักสูตรนานาชาติ) เป็นรายวิชาใน  
 หมวดวิชาเลือก
๔. อาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชาและอาจารย์ผู้สอน
  - ๔.๑ อาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชา อ.ดร. อเลฮานโดร ซาอีส ริเวรา
  - ๔.๒ อาจารย์ผู้สอน อ.ดร. อเลฮานโดร ซาอีส ริเวรา
๕. ภาคการศึกษา/ชั้นปีที่เรียน  
 ภาคต้น ชั้นปีที่ ๑
๖. รายวิชาที่ต้องเรียนมาก่อน(Pre-requisite) ไม่มี
๗. รายวิชาที่ต้องเรียนพร้อมกัน(Co-requisite) ไม่มี
๘. สถานที่เรียน  
 คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
๙. วันที่จัดทำหรือปรับปรุงรายละเอียดของรายวิชาครั้งล่าสุด -

### หมวดที่ ๒ จุดมุ่งหมายและวัตถุประสงค์

๑. จุดมุ่งหมายของรายวิชา  
 เมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอนแล้ว นักศึกษาสามารถ
  - ๑.๑ เลือกและใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ได้อย่างเหมาะสม  
 และถูกต้อง
  - ๑.๒ มีประสบการณ์การใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์แบบหลากหลายในการแก้โจทย์ปัญหาทาง  
 ฟิสิกส์

๑.๓ มีความพร้อมในการทำงานวิจัยแบบวิเคราะห์โดยใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์

## ๒. วัตถุประสงค์ในการพัฒนา/ปรับปรุงรายวิชา

เพื่อปรับปรุงรายวิชาให้มีความทันสมัย สอดคล้องกับองค์ความรู้ในปัจจุบัน

### หมวดที่ ๓ ลักษณะและการดำเนินการ

#### ๑. คำอธิบายรายวิชา

การดำเนินการเวกเตอร์ ผลคูณเวกเตอร์และเอกลักษณ์ พิกัดเชิงเส้นโค้ง แคลคูลัสของการแปรผัน ตัวคูณ ลากรางจ์ การแปลงเชิงเส้น ค่าลักษณะเฉพาะและเวกเตอร์ลักษณะเฉพาะ สมการเชิงอนุพันธ์สามัญ ผลเฉลยแบบอนุกรมของสมการเชิงอนุพันธ์สามัญ ฟังก์ชันพิเศษ สมการเชิงอนุพันธ์ย่อย วิธีการแยกตัวแปรสำหรับสมการเชิงอนุพันธ์ย่อย สมการคลื่น สมการการแพร่ สมการแฮมิลตัน สมการลาปลาซ การวิเคราะห์จำนวนเชิงซ้อนเบื้องต้น ทฤษฎีบทส่วนตกค้าง การแปลงฟูเรียร์

Vector operations, vector products and identities, curvilinear coordinates; calculus of variation, Lagrange's multipliers, linear transformation, eigenvalues and eigenvectors, ordinary differential equations (ODEs), series solutions to ODEs, special functions, partial differential equations (PDEs), separation of variables method for PDEs, wave equation, diffusion equation, Helmholtz equation, Laplace equation, elementary complex analysis, residue theorem, Fourier transforms

#### ๒. จำนวนชั่วโมงที่ใช้ต่อภาคการศึกษา

จำนวนชั่วโมงบรรยายต่อสัปดาห์	๓	ชั่วโมง
จำนวนชั่วโมงฝึกปฏิบัติการต่อสัปดาห์	๐	ชั่วโมง
จำนวนชั่วโมงปฏิบัติการ	-	ชั่วโมง
จำนวนชั่วโมงการศึกษาด้วยตนเอง	๖	ชั่วโมง

#### ๓. จำนวนชั่วโมงต่อสัปดาห์ที่อาจารย์ให้คำปรึกษาและแนะนำทางวิชาการแก่นักศึกษาเป็น

##### รายบุคคล

- ๓.๑ อาจารย์ประจำรายวิชา ประกาศเวลาให้คำปรึกษาผ่านเทคโนโลยีสารสนเทศ
- ๓.๒ อาจารย์จัดเวลาให้คำปรึกษาเป็นรายบุคคล ๓ ชั่วโมงต่อสัปดาห์
- ๓.๓ นักศึกษาจองวันเวลาล่วงหน้าแล้วมาพบตามเวลา

### หมวดที่ ๔ การพัฒนาผลการเรียนรู้ของนักศึกษา

#### ๑. คุณธรรม จริยธรรม

### ๑.๑ คุณธรรม จริยธรรมที่ต้องพัฒนา

๑.๑.๑ มีความซื่อสัตย์สุจริต มีระเบียบวินัย เคารพกฎ ระเบียบ และข้อบังคับต่างๆ ขององค์กร ปฏิบัติตามจรรยาบรรณทางวิชาการและวิชาชีพ สามารถจัดการปัญหาทางคุณธรรม จริยธรรมได้ (ผลการเรียนรู้ข้อ ๑.๑)

#### ๑.๒ วิธีการสอน

๑.๒.๑ บรรยาย สาธิตกรณีศึกษา ที่เกี่ยวข้องกับคุณธรรมจริยธรรม

๑.๒.๒ กำหนดกฎระเบียบที่ต้องปฏิบัติในชั้นเรียน เช่น กำหนดเวลาการเข้าเรียน และการส่งงาน

๑.๒.๓ จัดการประชุมชี้แจงเกี่ยวกับการปฏิบัติตามจรรยาบรรณทางวิชาการและวิชาชีพ

๑.๒.๔ มอบหมายงานและให้นำเสนอผลงาน

#### ๑.๓ วิธีการประเมินผล

๑.๓.๑ พฤติกรรมในชั้นเรียน การตรงต่อเวลาในการเข้าเรียน-การส่งงาน การปฏิบัติตามกฎระเบียบต่างๆ

๑.๓.๒ การไม่คัดลอกผลงานของผู้อื่น ความถูกต้องในการอ้างอิงผลงานทางวิชาการในรายงาน สัมมนา และวิทยานิพนธ์ การนำเสนอข้อมูลที่ถูกต้องตามข้อเท็จจริง

## ๒. ความรู้

### ๒.๑ ความรู้ที่ต้องได้รับ

๒.๑.๑ มีความรู้และความเข้าใจในเนื้อหาของหลักการและทฤษฎีที่เป็นแก่นของ ๔ แขนงวิชาหลักของสาขาวิชาฟิสิกส์ อันได้แก่ (๑) กลศาสตร์คลาสสิก (๒) กลศาสตร์ควอนตัม (๓) อุณหพลศาสตร์และฟิสิกส์เชิงสถิติ และ (๔) พลศาสตร์ไฟฟ้าคลาสสิก และคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง (ผลการเรียนรู้ข้อ ๒.๑)

๒.๑.๒ มีความรู้ลึกในแขนงวิชาเฉพาะของสาขาวิชาฟิสิกส์ อย่างน้อยหนึ่งแขนงวิชาในระดับที่สามารถติดตามความก้าวหน้า ศึกษาค้นคว้า เพื่อพัฒนาองค์ความรู้ในแขนงวิชาเฉพาะนั้นได้ด้วยตนเอง (ผลการเรียนรู้ข้อ ๒.๒)

#### ๒.๒ วิธีการสอน

๒.๒.๑ การบรรยายในชั้นเรียน

๒.๒.๒ มอบหมายงานให้ค้นคว้าเพิ่มเติม เขียนรายงาน และนำเสนอในชั้นเรียน

๒.๒.๓ จัดการสัมมนาพิเศษโดยวิทยากรภายนอกที่มีความเชี่ยวชาญหรือ มีประสบการณ์ตรง

๒.๒.๔ ส่งเสริมกิจกรรมการเรียนรู้ เช่น การเข้าร่วมและนำเสนอผลงาน วิจัยในการประชุมวิชาการ

#### ๒.๓ วิธีการประเมินผล

๒.๓.๑ การสอบกลางภาคและปลายภาค

๒.๓.๒ ผลงานที่ได้รับมอบหมาย

๒.๓.๓ การนำเสนอผลงานในชั้นเรียน

### ๓. ทักษะทางปัญญา(ความรับผิดชอบหลัก)

๓.๑ ทักษะทางปัญญาที่ต้องพัฒนา

๓.๑.๑ มีความใฝ่รู้ สามารถสืบค้น วิเคราะห์ ประเมิน และสังเคราะห์ ความรู้ในศาสตร์สาขาฟิสิกส์ ได้อย่างเป็นระบบและมีเหตุผล ตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ (ผลการเรียนรู้ข้อ ๓.๑)

๓.๑.๒ สามารถคิด วิเคราะห์ สังเคราะห์ และประยุกต์ความรู้ ในศาสตร์สาขาฟิสิกส์เฉพาะด้าน โดยใช้กระบวนการ วิจัยที่ถูกต้องได้ด้วยตนเอง (ผลการเรียนรู้ข้อ ๓.๒)

๓.๒ วิธีการสอน

๓.๒.๑ เน้นการสอนที่กระตุ้นให้นักศึกษาคิด วิเคราะห์ และร่วมอภิปรายในประเด็นต่างๆ

๓.๒.๒ มอบหมายงานให้ค้นคว้าเพิ่มเติม เขียนรายงาน และนำเสนอในชั้นเรียน

๓.๒.๓ แนะนำเทคนิคในการทำวิจัย (การสืบค้น วิเคราะห์ ประเมิน และสังเคราะห์ ความรู้) โดยกลุ่มวิจัยและอาจารย์ที่ปรึกษา

๓.๒.๔ ส่งเสริมกิจกรรมการเรียนรู้ เช่น การเข้าร่วมและนำเสนอผลงาน วิจัยในการประชุมวิชาการ

๓.๓ วิธีการประเมินผล

๓.๓.๑ พฤติกรรมการมีส่วนร่วมในการอภิปรายในชั้นเรียน และในการเข้าร่วมสัมมนา ทั้งในฐานะผู้ฟัง และผู้นำเสนอ

๓.๓.๒ งานที่ได้รับมอบหมาย

๓.๓.๓ การสอบที่เน้นการคิด-วิเคราะห์

### ๔. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ

๔.๑ ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบที่ต้องพัฒนา

๔.๑.๑ มีภาวะผู้นำ และมีมนุษยสัมพันธ์ที่ดี รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ดี ทั้งในฐานะผู้นำและในฐานะสมาชิก มีความรับผิดชอบในหน้าที่ของตนเอง และรับผิดชอบต่องานกลุ่ม (ผลการเรียนรู้ข้อ ๔.๑)

๔.๒ วิธีการสอน

๔.๒.๑ จัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นการทำงานเป็นกลุ่ม และงานที่ต้องมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคล

๔.๒.๒ จัดกิจกรรมที่มีการนำเสนอ การอภิปราย และการแสดงความคิดเห็น

๔.๓ วิธีการประเมินผล

๔.๓.๑ พฤติกรรมการมีส่วนร่วมในการกิจกรรมต่างๆ ที่ได้รับมอบหมาย

๔.๓.๒ พฤติกรรมในการทำงานกลุ่ม

๔.๓.๓ พฤติกรรมการมีส่วนร่วมในการอภิปรายในชั้นเรียน และในการเข้าร่วมสัมมนา ทั้งในฐานะผู้ฟัง และผู้นำเสนอ

## ๕. ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

๕.๑ ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศที่ต้องพัฒนา

๕.๑.๑ สามารถประยุกต์ความรู้ทางสถิติและคณิตศาสตร์ เพื่อการวิเคราะห์ประมวลผล แก้ปัญหาและนำเสนอ ได้อย่างเหมาะสม (ผลการเรียนรู้ข้อ ๕.๑)

๕.๑.๒ สามารถใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ เพื่อการสืบค้น เก็บรวบรวมและนำเสนอ ข้อมูล การสื่อสารและถ่ายทอดองค์ความรู้ ทั้งในเชิงวิชาการ และการนำเสนอต่อสาธารณชนทั่วไป ได้อย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสม (ผลการเรียนรู้ข้อ ๕.๒)

### ๕.๒ วิธีการสอน

๕.๒.๑ จัดให้มีการนำเสนอในรายวิชา เพื่อฝึกทักษะในการสืบค้น เก็บรวบรวม วิเคราะห์ ประมวลผล และนำเสนอข้อมูล โดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์และสถิติ และเทคโนโลยีสารสนเทศที่เหมาะสม

๕.๒.๒ ส่งเสริมการเข้าร่วมและนำเสนอผลงานวิจัยในการประชุมวิชาการ และการเข้าร่วมในกิจกรรมต่างๆที่มุ่งพัฒนาทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

### ๕.๓ วิธีการประเมิน

๕.๓.๑ การนำเสนอผลงานที่ได้รับ

๕.๓.๒ ประเมินความเหมาะสมในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศได้อย่างถูกต้อง

## หมวดที่ ๕ แผนการสอนและการประเมินผล

### ๑. แผนการสอน

สัปดาห์ ที่	หัวข้อ	จำนวนชั่วโมง			กิจกรรมการ เรียนการสอน และสื่อที่ใช้	อาจารย์ผู้สอน
		บรรยาย	ปฏิบัติ	ศึกษา ด้วย ตนเอง		
๑	ตัวแปรเชิงซ้อน	๓	๐	๖	บรรยาย/	อ.ดร. อเลฮานโดร ชาอีส์ ริเวรา

ลำดับที่	หัวข้อ	จำนวนชั่วโมง			กิจกรรมการเรียนการสอนและสื่อที่ใช้	อาจารย์ผู้สอน
		บรรยาย	ปฏิบัติ	ศึกษด้วยตนเอง		
	สมการโคซี-รีมาน สมการลาปลาซ การอินทิเกรตแบบคอนทัวร์ ทฤษฎีของซี สูตรการอินทิเกรตของโคซี				อภิปรายกลุ่ม/ แบบฝึกหัดในห้องเรียน/ การบ้าน	
๒	อนุกรมเทเลอร์ อนุกรมลอเรนต์ ทฤษฎีเรสซิดิว การหาค่าของอินทิกรัลจำนวนจริง	๓	๐	๖	บรรยาย/ อภิปรายกลุ่ม/ แบบฝึกหัดในห้องเรียน/ การบ้าน	อ.ดร. อเลฮานโดร ซาอิส ริเวรา
๓	การส่งคงรูปแบบคอนฟอร์มอล การแปลงเชิงเส้นของโมบิอุส	๓	๐	๖	บรรยาย/ อภิปรายกลุ่ม/ แบบฝึกหัดในห้องเรียน/ การบ้าน	อ.ดร. อเลฮานโดร ซาอิส ริเวรา
๔	การวิเคราะห์เวกเตอร์ ผลคูณสเกล่าทริปเปิล ปริภูมิหลายมิติ การเปลี่ยนพิกัด ข้อตกลงสำหรับการบวก เวกเตอร์คอนตราบาเรียนและเวกเตอร์โควาเรียน	๓	๐	๖	บรรยาย/ อภิปรายกลุ่ม/ แบบฝึกหัดในห้องเรียน/ การบ้าน	อ.ดร. อเลฮานโดร ซาอิส ริเวรา
๕	การวิเคราะห์เทนเซอร์ เดลต้าฟังก์ชันของโคลเน็กเกอร์ เทนเซอร์อันดับหนึ่งและสอง เทนเซอร์อันดับมากกว่าสอง เทนเซอร์	๓	๐	๖	บรรยาย/ อภิปรายกลุ่ม/ แบบฝึกหัดในห้องเรียน/ การบ้าน	อ.ดร. อเลฮานโดร ซาอิส ริเวรา

ลำดับที่	หัวข้อ	จำนวนชั่วโมง			กิจกรรมการเรียนการสอนและสื่อที่ใช้	อาจารย์ผู้สอน
		บรรยาย	ปฏิบัติ	ศึกษด้วยตนเอง		
	โมเมนต์ความเฉื่อยและเทนเซอร์ความเค้น					
๖	พิกัดโค้ง การเปลี่ยนพิกัด พิกัดโค้งตั้งฉาก ส่วนโค้งและปริมาตร พิกัดทรงกระบอก พิกัดทรงกลม	๓	๐	๖	บรรยาย/ อภิปรายกลุ่ม/ แบบฝึกหัดในห้องเรียน/ การบ้าน	อ.ดร. อเลฮานโดร ซาอีส ริเวรา
๗	แคลคูลัสของการแปรผัน ค่าที่น้อยที่สุดของอินทิกรัล ข้อบังคับหลักการของฮามิลตัน สมการออยเลอร์-ลากรองจ์ โจทย์พื้นที่ต่อเส้นรอบรูป หรือ ปริมาตรต่อพื้นที่ผิว	๓	๐	๖	บรรยาย/ อภิปรายกลุ่ม/ แบบฝึกหัดในห้องเรียน/ การบ้าน	อ.ดร. อเลฮานโดร ซาอีส ริเวรา
๘	สอบกลางภาค	๐	๐	๐		
๙	การแปลงอินทิกรัล การแปลงแบบฟูรีเยร์ การแปลงแบบลาปลาซ การแปลงของฮิวเบิร์ต	๓	๐	๖	บรรยาย/ อภิปรายกลุ่ม/ แบบฝึกหัดในห้องเรียน/ การบ้าน	อ.ดร. อเลฮานโดร ซาอีส ริเวรา
๑๐	ทฤษฎีฟูรีเยร์ อนุกรมฟูรีเยร์ พูรีเยร์ อินทิกรัล คอนโวลูชัน	๓	๐	๖	บรรยาย กรณีศึกษา การสืบค้นข้อมูลผ่านเทคโนโลยีสารสนเทศ	อ.ดร. อเลฮานโดร ซาอีส ริเวรา
๑๑	ฟังก์ชันพิเศษ เบสเซล ฟังก์ชันแกมมา	๓	๐	๖	บรรยาย/ อภิปรายกลุ่ม/	อ.ดร. อเลฮานโดร ซาอีส ริเวรา

ลำดับ ที่	หัวข้อ	จำนวนชั่วโมง			กิจกรรมการ เรียนการสอน และสื่อที่ใช้	อาจารย์ผู้สอน
		บรรยาย	ปฏิบัติ	ศึกษา ด้วย ตนเอง		
	ฟังก์ชัน สูตรของ สเตอร์ลิง				แบบฝึกหัดใน ห้องเรียน/ การบ้าน	
๑๒	ฟังก์ชันพิเศษ (ต่อ)	๓	๐	๖	บรรยาย/ อภิปรายกลุ่ม/ แบบฝึกหัดใน ห้องเรียน/ การบ้าน	อ.ดร. อเลฮานโดร ซาอีส ริเวรา
๑๓	สมการเชิงอนุพันธ์ แบบสามัญ	๓	๐	๖	บรรยาย/ อภิปรายกลุ่ม/ แบบฝึกหัดใน ห้องเรียน/ การบ้าน	อ.ดร. อเลฮานโดร ซาอีส ริเวรา
๑๔	สมการเชิงอนุพันธ์ย่อย	๓	๐	๖	บรรยาย/ อภิปรายกลุ่ม/ แบบฝึกหัดใน ห้องเรียน/ การบ้าน	อ.ดร. อเลฮานโดร ซาอีส ริเวรา
๑๕	สมการชนิดไม่เอกพันธ์ พร้อมด้วยวิธีการที่ใช้ ฟังก์ชันของกรีน ฟังก์ชันพิเศษ	๓	๐	๖	บรรยาย กรณีศึกษา อภิปรายกลุ่ม	อ.ดร. อเลฮานโดร ซาอีส ริเวรา
๑๖	เทคนิคตัวดำเนินการ ในกลศาสตร์ควอนตัม	๓	๐	๖	บรรยาย/ อภิปรายกลุ่ม/ แบบฝึกหัดใน ห้องเรียน/ การบ้าน	อ.ดร. อเลฮานโดร ซาอีส ริเวรา
๑๗	สอบปลายภาค	๐	๐	๐		

ลำดับที่	หัวข้อ	จำนวนชั่วโมง			กิจกรรมการเรียนการสอนและสื่อที่ใช้	อาจารย์ผู้สอน
		บรรยาย	ปฏิบัติ	ศึกษด้วยตนเอง		
	รวมจำนวนชั่วโมงตลอดภาคการศึกษา	๑๒๙	๐	๒๕๘		

## ๒. แผนการประเมินผลการเรียนรู้

กิจกรรมที่	ผลการเรียนรู้*	วิธีการประเมิน	ลำดับที่ประเมิน	สัดส่วนของการประเมินผล
๑	๒.๑ ,๒.๒ ,๓.๑ ,๓.๒	การสอบกลางภาคและปลายภาค	๘ และ ๑๗	๗๐%
๒	๑.๑	พฤติกรรมในชั้นเรียน การตรงต่อเวลาในการเข้าเรียน-การส่งงาน การปฏิบัติตามกฎระเบียบต่างๆ การไม่คัดลอกผลงานของผู้อื่น ความถูกต้องในการอ้างอิงผลงานทางวิชาการในรายงาน การนำเสนอข้อมูลที่ถูกต้องตามข้อเท็จจริง	ตลอดภาคการศึกษา	๑๐%
๓	๒.๑ ,๒.๒ ,๓.๑ ,๓.๒ ,๔.๑ ,๕.๑ ,๕.๒	ผลงานที่ได้รับมอบหมาย การนำเสนอผลงาน พฤติกรรมมีส่วนร่วมในการทำงานกลุ่ม การอภิปรายในชั้นเรียน กิจกรรมต่างๆ และความเหมาะสมในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ	ตลอดภาคการศึกษา	๒๐%

\* อ้างอิงผลการเรียนรู้ตามเอกสารแนบภาคผนวก ค ของ มคอ.๒

## หมวดที่ ๖ ทรัพยากรประกอบการเรียนการสอน

### ๑. ตำราและเอกสารหลัก

ภาษาไทย

-

ภาษาอังกฤษ

K. F. Riley, M. P. Hobson, “Essential Mathematical Methods for the Physical Science,” Cambridge University Press (2011).

G. B. Arfken, Hans J. Weber, Frank E. Harris, “Mathematical Methods for Physicists,” Elsevier Academic Press (2005)

T. L. Chow, “Mathematical Methods for Physicists: A Concise Introduction,” Cambridge University Press (2000)

E. Butkov, “Mathematical Physics,” Edison and Wiley, (1973)

L. P. Lebedev, “Special Functions and Their Applications,” Prentice-Hall, Inc. (1965).

Erwin Kreyszig, “Advanced Engineering Mathematics,” John Wiley & Sons (1983).

M. R. Spiegel, “Vector Analysis,” McGraw-Hill (1988).

A. I. Borisenko, I. E. Tarapov, “Vector and Tensor Analysis with Applications,” Dover (1968).

R. Weinstock, “Calculus of Variations,” Dover (1974).

J. H. Mathews, “Complex Variables for Mathematics and Engineering,” 2nd Edt,WCB (1998).

L. P. Lebedev, M.J. Cloud, V.A. Eremeyev, “Tensor Analysis with Applications in Mechanics,” World Scientific (2010)

E. C. Young, “Vector and Tensor Analysis,” 2nd Edt. Marcel Dekker (1993)

## ๒. เอกสารและข้อมูลสำคัญ

-

## ๓. เอกสารและข้อมูลแนะนำ

-

## หมวดที่ ๗ การประเมินและปรับปรุงการดำเนินการของรายวิชา

### ๑. กลยุทธ์การประเมินประสิทธิผลของรายวิชาโดยนักศึกษา

- ๑.๑ นักศึกษาแสดงแนวคิดหรือความคิดเห็นผ่านการสนทนาระหว่างผู้สอนและผู้เรียน
- ๑.๒ นักศึกษาประเมินโดยตอบแบบประเมินผู้สอน และแบบประเมินรายวิชา
- ๑.๓ การสังเกตพฤติกรรมของนักศึกษา

๑.๔ นักศึกษาสามารถแสดงความคิดเห็นผ่าน social network ของภาควิชาฟิสิกส์ หรือของผู้สอน

## ๒. กลยุทธ์การประเมินการสอน

๒.๑ ประเมินจากแบบประเมินผู้สอน และแบบประเมินรายวิชา

๒.๒ ประเมินจากผลการสอบและการเรียนรู้ของนักศึกษา

## ๓. การปรับปรุงการสอน

หลังจากผลการประเมินการสอนในข้อ ๒ จึงมีการปรับปรุงการสอน โดยการประชุมการจัดการเรียนการสอน เพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน และพัฒนารายวิชา

## ๔. การทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาในรายวิชา

๔.๑ มีคณะกรรมการตรวจสอบมาตรฐาน และความถูกต้องของข้อสอบกลางภาคและข้อสอบปลายภาค

๔.๒ มีการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนตามมาตรฐานผลการเรียนรู้ของรายวิชา

## ๕. การดำเนินการทบทวนและการวางแผนปรับปรุงประสิทธิผลของรายวิชา

๕.๑ ปรับปรุงรายวิชาทุก ๓ ปี หรือตามข้อเสนอแนะ ผลการทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ตามข้อ ๔ และผลจากการประชุมการจัดการเรียนการสอน

๕.๒ เปลี่ยนหรือสลับอาจารย์ผู้สอน เพื่อให้นักศึกษามีมุมมองในเรื่องการประยุกต์ความรู้กับปัญหาที่มาจากงานวิจัยของอาจารย์



๑.๓ คำนวณหาความหนาแน่นของจำนวนพาหะที่ได้จากการโดปลงในสารกึ่งตัวนำและอธิบายถึงผลดังกล่าวต่อการเปลี่ยนแปลงความกว้างของระดับพลังงานต้องห้าม (energy gap) และอุณหภูมิ

๑.๔ อธิบายจลศาสตร์และพลศาสตร์ของอิเล็กตรอนและโฮลต่อสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กในสารกึ่งตัวนำ

๑.๕ วิเคราะห์คุณสมบัติการขนส่งและคุณสมบัติทางแสงของพาหะในสารกึ่งตัวนำ

๑.๖ เข้าใจระบบสารกึ่งตัวนำสมัยใหม่ที่นำไปสู่การพัฒนาทางด้านนาโนเทคโนโลยี

๑.๗ ประยุกต์แนวความคิดที่ได้จากข้อ ๑.๑ – ๑.๕ มาใช้ในพิจารณาอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ เช่น p-n junctions เลเซอร์ หรือ อุปกรณ์เปล่งแสง ในสารกึ่งตัวนำ

## ๒. วัตถุประสงค์ในการพัฒนา/ปรับปรุงรายวิชา

เพื่อปรับปรุงรายวิชาให้มีความทันสมัย สอดคล้องกับองค์ความรู้ในปัจจุบัน

### หมวดที่ ๓ ลักษณะและการดำเนินการ

#### ๑. คำอธิบายรายวิชา

โครงสร้างแถบพลังงานของวัสดุกึ่งตัวนำ ทฤษฎีการขนส่ง ทฤษฎีของการแพร่ การดูดกลืนและการเปล่งรังสี สภาพนำไฟฟ้าเชิงแสง ผลของโฟโตโวลตาอิก สมบัติเชิงแม่เหล็ก-แสง

Band structure of semiconductor, transport theory, diffusion theory, absorption and emission of radiation, opto-electrical conductivity, photovoltaic effect, magneto-optical properties

#### ๒. จำนวนชั่วโมงที่ใช้ต่อภาคการศึกษา

จำนวนชั่วโมงบรรยายต่อสัปดาห์	๓	ชั่วโมง
จำนวนชั่วโมงฝึกปฏิบัติการต่อสัปดาห์	๐	ชั่วโมง
จำนวนชั่วโมงปฏิบัติการ	-	ชั่วโมง
จำนวนชั่วโมงการศึกษาด้วยตนเอง	๖	ชั่วโมง

#### ๓. จำนวนชั่วโมงต่อสัปดาห์ที่อาจารย์ให้คำปรึกษาและแนะนำทางวิชาการแก่นักศึกษาเป็นรายบุคคล

๓.๑ อาจารย์ประจำรายวิชา ประกาศเวลาให้คำปรึกษาผ่านเทคโนโลยีสารสนเทศ

๓.๒ อาจารย์จัดเวลาให้คำปรึกษาเป็นรายบุคคล ๓ ชั่วโมงต่อสัปดาห์

๓.๓ นักศึกษาจองวันเวลาล่วงหน้าแล้วมาพบตามเวลา

### หมวดที่ ๔ การพัฒนาผลการเรียนรู้ของนักศึกษา

## ๑. คุณธรรม จริยธรรม

### ๑.๑ คุณธรรม จริยธรรมที่ต้องพัฒนา

๑.๑.๑ มีความซื่อสัตย์สุจริต มีระเบียบวินัย เคารพกฎ ระเบียบ และข้อบังคับต่างๆ ขององค์กร ปฏิบัติตามจรรยาบรรณทางวิชาการและวิชาชีพ สามารถจัดการปัญหาทางคุณธรรม จริยธรรมได้ (ผลการเรียนรู้ข้อ ๑.๑)

### ๑.๒ วิธีการสอน

๑.๒.๑ บรรยาย สาธิตกรณีศึกษา ที่เกี่ยวข้องกับคุณธรรมจริยธรรม

๑.๒.๒ กำหนดกฎระเบียบที่ต้องปฏิบัติในชั้นเรียน เช่น กำหนดเวลาการเข้าเรียน และการส่งงาน

๑.๒.๓ จัดการประชุมชี้แจงเกี่ยวกับการปฏิบัติตามจรรยาบรรณทางวิชาการและวิชาชีพ

๑.๒.๔ มอบหมายงานและให้นำเสนอผลงาน

### ๑.๓ วิธีการประเมินผล

๑.๓.๑ พฤติกรรมในชั้นเรียน การตรงต่อเวลาในการเข้าเรียน-การส่งงาน การปฏิบัติตามกฎระเบียบต่างๆ

๑.๓.๒ การไม่คัดลอกผลงานของผู้อื่น ความถูกต้องในการอ้างอิงผลงานทางวิชาการในรายงาน สัมมนา และวิทยานิพนธ์ การนำเสนอข้อมูลที่ถูกต้องตามข้อเท็จจริง

## ๒. ความรู้

### ๒.๑ ความรู้ที่ต้องได้รับ

๒.๑.๑ มีความรู้และความเข้าใจในเนื้อหาของหลักการและทฤษฎีที่เป็นแก่นของ ๔ แขนงวิชาหลักของสาขาวิชาฟิสิกส์ อันได้แก่ (๑) กลศาสตร์คลาสสิก (๒) กลศาสตร์ควอนตัม (๓) อุณหพลศาสตร์และฟิสิกส์เชิงสถิติ และ (๔) พลศาสตร์ไฟฟ้าคลาสสิก และคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง (ผลการเรียนรู้ข้อ ๒.๑)

๒.๑.๒ มีความรู้ลึกในแขนงวิชาเฉพาะของสาขาวิชาฟิสิกส์ อย่างน้อยหนึ่งแขนงวิชา ในระดับที่สามารถติดตามความก้าวหน้า ศึกษาค้นคว้า เพื่อพัฒนาองค์ความรู้ในแขนงวิชาเฉพาะนั้น ได้ด้วยตนเอง (ผลการเรียนรู้ข้อ ๒.๒)

### ๒.๒ วิธีการสอน

๒.๒.๑ การบรรยายในชั้นเรียน

๒.๒.๒ มอบหมายงานให้ค้นคว้าเพิ่มเติม เขียนรายงาน และนำเสนอในชั้นเรียน

๒.๒.๓ จัดการสัมมนาพิเศษโดยวิทยากรภายนอกที่มีความเชี่ยวชาญหรือ มีประสบการณ์ตรง

๒.๒.๔ ส่งเสริมกิจกรรมการเรียนรู้ เช่น การเข้าร่วมและนำเสนอผลงาน วิจัยในการประชุมวิชาการ

๒.๓ วิธีการประเมินผล

๒.๓.๑ การสอบกลางภาคและปลายภาค

๒.๓.๒ ผลงานที่ได้รับมอบหมาย

๒.๓.๓ การนำเสนอผลงานในชั้นเรียน

### ๓. ทักษะทางปัญญา(ความรับผิดชอบหลัก)

๓.๑ ทักษะทางปัญญาที่ต้องพัฒนา

๓.๑.๑ มีความใฝ่รู้ สามารถสืบค้น วิเคราะห์ ประเมิน และสังเคราะห์ ความรู้ในศาสตร์สาขาฟิสิกส์ ได้อย่างเป็นระบบและมีเหตุผล ตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ (ผลการเรียนรู้ข้อ ๓.๑)

๓.๑.๒ สามารถคิด วิเคราะห์ สังเคราะห์ และประยุกต์ความรู้ ในศาสตร์สาขาฟิสิกส์เฉพาะด้าน โดยใช้กระบวนการ วิจัยที่ถูกต้องได้ด้วยตนเอง (ผลการเรียนรู้ข้อ ๓.๒)

๓.๒ วิธีการสอน

๓.๒.๑ เน้นการสอนที่กระตุ้นให้นักศึกษาคิด วิเคราะห์ และร่วมอภิปรายในประเด็นต่างๆ

๓.๒.๒ มอบหมายงานให้ค้นคว้าเพิ่มเติม เขียนรายงาน และนำเสนอในชั้นเรียน

๓.๒.๓ แนะนำเทคนิคในการทำวิจัย (การสืบค้น วิเคราะห์ ประเมิน และสังเคราะห์ ความรู้) โดยกลุ่มวิจัยและอาจารย์ที่ปรึกษา

๓.๒.๔ ส่งเสริมกิจกรรมการเรียนรู้ เช่น การเข้าร่วมและนำเสนอผลงาน วิจัยในการประชุมวิชาการ

๓.๓ วิธีการประเมินผล

๓.๓.๑ พฤติกรรมการมีส่วนร่วมในการอภิปรายในชั้นเรียน และในการเข้าร่วมสัมมนา ทั้งในฐานะผู้ฟัง และผู้นำเสนอ

๓.๓.๒ งานที่ได้รับมอบหมาย

๓.๓.๓ การสอบที่เน้นการคิด-วิเคราะห์

### ๔. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ

๔.๑ ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบที่ต้องพัฒนา

๔.๑.๑ มีภาวะผู้นำ และมีมนุษยสัมพันธ์ที่ดี รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ดี ทั้งในฐานะผู้นำและในฐานะสมาชิก มีความรับผิดชอบในหน้าที่ของตนเอง และรับผิดชอบต่องานกลุ่ม (ผลการเรียนรู้ข้อ ๔.๑)

๔.๒ วิธีการสอน

๔.๒.๑ จัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นการทำงานเป็นกลุ่ม และงานที่ต้องมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคล

๔.๒.๒ จัดกิจกรรมที่มีการนำเสนอ การอภิปราย และการแสดงความคิดเห็น

๔.๓ วิธีการประมวลผล

๔.๓.๑ พฤติกรรมมีส่วนร่วมในการกิจกรรมต่างๆ ที่ได้รับมอบหมาย

๔.๓.๒ พฤติกรรมในการทำงานกลุ่ม

๔.๓.๓ พฤติกรรมมีส่วนร่วมในการอภิปรายในชั้นเรียน และในการเข้าร่วมสัมมนา ทั้งในฐานะผู้ฟัง และผู้นำเสนอ

**๕. ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ**

๕.๑ ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศที่ต้องพัฒนา

๕.๑.๑ สามารถประยุกต์ความรู้ทางสถิติและคณิตศาสตร์ เพื่อการวิเคราะห์ประมวลผล แก้ปัญหาและนำเสนอ ได้อย่างเหมาะสม (ผลการเรียนรู้ข้อ ๕.๑)

๕.๑.๒ สามารถใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ เพื่อการสืบค้น เก็บรวบรวมและนำเสนอ ข้อมูล การสื่อสารและถ่ายทอดองค์ความรู้ ทั้งในเชิงวิชาการ และการนำเสนอต่อสาธารณชนทั่วไป ได้อย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสม (ผลการเรียนรู้ข้อ ๕.๒)

๕.๒ วิธีการสอน

๕.๒.๑ จัดให้มีการนำเสนอในรายวิชา เพื่อฝึกทักษะในการสืบค้น เก็บรวบรวม วิเคราะห์ ประมวลผล และนำเสนอข้อมูล โดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์และสถิติ และเทคโนโลยีสารสนเทศที่เหมาะสม

๕.๒.๒ ส่งเสริมการเข้าร่วมและนำเสนอผลงานวิจัยในการประชุมวิชาการ และการเข้าร่วมในกิจกรรมต่างๆที่มุ่งพัฒนาทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

๕.๓ วิธีการประเมิน

๕.๓.๑ การนำเสนอผลงานที่ได้รับ

๕.๓.๒ ประเมินความเหมาะสมในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศได้อย่างถูกต้อง

## หมวดที่ ๕ แผนการสอนและการประเมินผล

### ๑. แผนการสอน

สัปดาห์	หัวข้อ	จำนวนชั่วโมง	กิจกรรมการ	อาจารย์ผู้สอน
---------	--------	--------------	------------	---------------

ที่		บรรยาย	ปฏิบัติ	ศึกษา ด้วย ตนเอง	เรียนการสอน และสื่อที่ใช้	
๑-๒	Basic characteristics of semiconductors	๖	๐	๑๒	บรรยาย และ มอบหมายงาน	อ.ดร. กริชณู ทิวากรศศิธร
๓-๕	Electronic energy bands	๙	๐	๑๘	บรรยาย และ มอบหมายงาน	อ.ดร. กริชณู ทิวากรศศิธร
๖-๗	Kinematics and dynamics of electrons and holes	๖	๐	๑๒	บรรยาย	อ.ดร. กริชณู ทิวากรศศิธร
๘	Doping in semiconductors	๓	๐	๖	บรรยาย และ มอบหมายงาน	อ.ดร. กริชณู ทิวากรศศิธร
๑๐	สอบกลางภาค	๐	๐	๐		
๑๑-๑๒	Transport properties in semiconductors	๖	๐	๑๒	บรรยาย กรณีศึกษา มอบหมายงาน	อ.ดร. กริชณู ทิวากรศศิธร
๑๓-๑๔	Optical properties in semiconductors	๖	๐	๑๒	บรรยาย กรณีศึกษา มอบหมายงาน	อ.ดร. กริชณู ทิวากรศศิธร
๑๕	p-n junctions and semiconductor lasers	๓	๐	๖	บรรยาย การสืบค้นข้อมูล ผ่าน เทคโนโลยี สารสนเทศ	อ.ดร. กริชณู ทิวากรศศิธร
๑๖	Semiconductor nanostructures	๓	๐	๖	บรรยาย กรณีศึกษา การสืบค้นข้อมูล ผ่าน เทคโนโลยี สารสนเทศ	อ.ดร. กริชณู ทิวากรศศิธร
๑๗	สอบปลายภาค	๐	๐	๐		
	<b>รวมจำนวนชั่วโมง ตลอดภาคการศึกษา</b>	๑๗๑	๐	๓๔๒		

## ๒. แผนการประเมินผลการเรียนรู้

กิจกรรม ที่	ผลการเรียนรู้*	วิธีการประเมิน	สัปดาห์ที่ ประเมิน	สัดส่วน ของการ ประเมินผล
๑	๒.๑ ,๒.๒ ,๓.๑ ,๓.๒	การสอบกลางภาคและปลายภาค	๑๐, ๑๗	๖๕%
๒	๑.๑	พฤติกรรมในชั้นเรียน การตรงต่อเวลาใน การเข้าเรียน-การส่งงาน การปฏิบัติตาม กฎระเบียบต่างๆ การไม่คัดลอกผลงาน ของผู้อื่น ความถูกต้องในการอ้างอิง ผลงานทางวิชาการในรายงาน การ นำเสนอข้อมูลที่ถูกต้องตามข้อเท็จจริง	ตลอดภาค การศึกษา	๑๕%
๓	๒.๑ ,๒.๒ ,๓.๑ ,๓.๒ ,๔.๑ ,๕.๑ ,๕.๒	ผลงานที่ได้รับมอบหมาย การนำเสนอ ผลงาน พฤติกรรมการมีส่วนร่วมในการ ทำงานกลุ่ม การอภิปรายในชั้นเรียน กิจกรรมต่างๆ และความเหมาะสมใน การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ	๑-๕. ๘-๙ และ ๑๑-๑๖	๒๐%

\* อ้างอิงผลการเรียนรู้ตามเอกสารแนบภาคผนวก ค ของ มคอ.๒

## หมวดที่ ๖ ทรัพยากรประกอบการเรียนการสอน

## ๑. ตำราและเอกสารหลัก

ภาษาไทย

-

ภาษาอังกฤษ

Balkanski, M., and Wallis, R. F. Semiconductor Physics and Applications. Oxford University Press, 2000.

Hamaguchi, Chihiro, Basic Semiconductor Physics, 3rd edition, Springer, 2017. Yu, Peter Y.; Cardona, Manuel, Fundamentals of Semiconductors: Physics and Materials Properties, Springer 2010.

## ๒. เอกสารและข้อมูลสำคัญ

Sze, S.M. Physics of Semiconductor Devices. 3rd ed. Wiley-Interscience, 2006.

Neil W. Ashcroft and David Mermin N. Solid State Physics. College Edition, Saunders College Publishing, 1976.

John H. Davies. The Physics of low-dimensional semiconductors, Cambridge University Press, 1998.

Gregory S. Rohrer. Structure and Bonding in Crystalline Materials, Cambridge University Press, 2001.

Grundmann, Marius, The Physics of Semiconductors: An Introduction including Devices and Nanaphysics, Springer, 2006.

### ๓. เอกสารและข้อมูลแนะนำ

M.S. Skolnick and D.J. Mowbray, Self-Assembled Semiconductor quantum Dots: Fundamental Physics and Device Applications, Annu. Rev. Mater. Res. 34, 181–218 (2004).

Oana Malis, Claire Gmachl, Deborah L. Sivco et al., The Quantum Cascade Laser: A Versatile High-Power Semiconductor Laser for Mid-Infrared Applications, Bell Labs Technical Journal 10(3), 199–214 (2005).

Jung-Chul Lee et al., Synthesis of hybrid solar cells using CdS nanowire array grown on conductive glass Substrates, Electrochemistry Communications 11, 231–234 (2009).

<http://newsroom.intel.com/activity>

<http://www.computerhistory.org/revolution/digital-logic/12/273>

<http://www.alcatel-lucent.com/wps/portal/belllabs>

## หมวดที่ ๗ การประเมินและปรับปรุงการดำเนินการของรายวิชา

### ๑. กลยุทธ์การประเมินประสิทธิผลของรายวิชาโดยนักศึกษา

- ๑.๑ นักศึกษาแสดงแนวคิดหรือความคิดเห็นผ่านการสนทนาระหว่างผู้สอนและผู้เรียน
- ๑.๒ นักศึกษาประเมินโดยตอบแบบประเมินผู้สอน และแบบประเมินรายวิชา
- ๑.๓ การสังเกตพฤติกรรมของนักศึกษา
- ๑.๔ นักศึกษาสามารถแสดงความคิดเห็นผ่าน social network ของภาควิชาฟิสิกส์ หรือของผู้สอน

### ๒. กลยุทธ์การประเมินการสอน

- ๒.๑ ประเมินจากแบบประเมินผู้สอน และแบบประเมินรายวิชา
- ๒.๒ ประเมินจากผลการสอบและการเรียนรู้ของนักศึกษา

### ๓. การปรับปรุงการสอน

หลังจากผลการประเมินการสอนในข้อ ๒ จึงมีการปรับปรุงการสอน โดยการประชุมการจัดการเรียนการสอน เพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน และพัฒนารายวิชา

### ๔. การทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาในรายวิชา

๔.๑ มีคณะกรรมการตรวจสอบมาตรฐาน และความถูกต้องของข้อสอบกลางภาคและข้อสอบปลายภาค

๔.๒ มีการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนตามมาตรฐานผลการเรียนรู้ของรายวิชา

### ๕. การดำเนินการทบทวนและการวางแผนปรับปรุงประสิทธิผลของรายวิชา

๕.๑ ปรับปรุงรายวิชาทุก ๓ ปี หรือตามข้อเสนอแนะ ผลการทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ตามข้อ ๔ และผลจากการประชุมการจัดการเรียนการสอน

๕.๒ เปลี่ยนหรือสลับอาจารย์ผู้สอน เพื่อให้นักศึกษามีมุมมองในเรื่องการประยุกต์ความรู้กับปัญหาที่มาจากงานวิจัยของอาจารย์

## รายละเอียดของรายวิชา

ชื่อสถาบันอุดมศึกษา มหาวิทยาลัยมหิดล  
วิทยาเขต/คณะ/ภาควิชา คณะวิทยาศาสตร์ ภาควิชาฟิสิกส์

### หมวดที่ ๑ ข้อมูลทั่วไป

- รหัสและชื่อรายวิชา วทพส๕๒๘ สารสนเทศควอนตัม  
SCPY528 Quantum information
- จำนวนหน่วยกิต ๓(๓-๐-๖) หน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด้วยตนเอง)
- หลักสูตรและประเภทของรายวิชา  
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์(หลักสูตรนานาชาติ) เป็นรายวิชาใน  
หมวดวิชาเลือก
- อาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชาและอาจารย์ผู้สอน
  - อาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชา
    - ผศ.ดร. สุจินต์ สุวรรณะ
  - อาจารย์ผู้สอน
    - ผศ.ดร. สุจินต์ สุวรรณะ
- ภาคการศึกษา/ชั้นปีที่เรียน  
ภาคต้น ชั้นปีที่ ๒
- รายวิชาที่ต้องเรียนมาก่อน(Pre-requisite) ไม่มี
- รายวิชาที่ต้องเรียนพร้อมกัน(Co-requisite) ไม่มี
- สถานที่เรียน  
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
- วันที่จัดทำหรือปรับปรุงรายละเอียดของรายวิชาครั้งล่าสุด ๑๓ มกราคม พ.ศ. ๒๕๖๐

### หมวดที่ ๒ จุดมุ่งหมายและวัตถุประสงค์

- จุดมุ่งหมายของรายวิชา  
เมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอนแล้ว นักศึกษาสามารถ
  - ๑.๑ นักศึกษามีองค์ความรู้ และสามารถหลักการพื้นฐานของการพัฒนาควอนตัมเทคโนโลยี  
ได้

## ๒. วัตถุประสงค์ในการพัฒนา/ปรับปรุงรายวิชา

ให้เนื้อหันทันสมัย ครบคลุม และเหมาะสมกับเวลาที่สอน

### หมวดที่ ๓ ลักษณะและการดำเนินการ

#### ๑. คำอธิบายรายวิชา

การคำนวณเชิงควอนตัม คอมพิวเตอร์แบบคลาสสิกกับคอมพิวเตอร์แบบควอนตัม ประตูลัญญาณและวงจร กระบวนการสื่อสารและช่องสัญญาณ เอนโทรปี ทฤษฎีของแมคมิลแลน ทฤษฎีรหัสของแชนนอน ควอนตัมเอนโทรปีสำหรับตัวดำเนินการหนาแน่น เอนโทรปีสัมพัทธ์สำหรับตัวดำเนินการหนาแน่น เอนโทรปีสำหรับคิวบิตพิเศษของวอนนอยมาน ควอนตัมเอนโทรปีสัมพัทธ์ การแลกเปลี่ยนเอนโทรปีและข้อมูลสอดคล้อง การวัดภาวะพัวพัน การกระจายรหัสลับเชิงควอนตัม ทฤษฎีการสื่อสารเชิงควอนตัม การประมวลผลสารสนเทศเชิงควอนตัม เครือข่ายควอนตัม

Quantum computation, classical versus quantum computers, gates and circuits, communication processes and channel, entropy, McMillan's theorem, Shannon's coding theorem, quantum entropy for density operators, relative entropy for density operators, von Neumann entropy for the qubit state, quantum mutual entropy, entropy exchange and coherent information, measures of entanglement, quantum key distribution, quantum communications theory, quantum information processing, quantum networks

#### ๒. จำนวนชั่วโมงที่ใช้ต่อภาคการศึกษา

จำนวนชั่วโมงบรรยายต่อสัปดาห์	๓	ชั่วโมง
จำนวนชั่วโมงฝึกปฏิบัติการต่อสัปดาห์	๐	ชั่วโมง
จำนวนชั่วโมงปฏิบัติงานภาคสนามต่อสัปดาห์	-	ชั่วโมง
จำนวนชั่วโมงการศึกษาด้วยตนเอง	๖	ชั่วโมง

#### ๓. จำนวนชั่วโมงต่อสัปดาห์ที่อาจารย์ให้คำปรึกษาและแนะนำทางวิชาการแก่นักศึกษาเป็นรายบุคคล

- ๓.๑ ถ้านักเรียนมีปัญหา อาจารย์จะจัดเวลาให้คำปรึกษา ๑ ชั่วโมงต่อสัปดาห์
- ๓.๒ นักศึกษาจองวันเวลาล่วงหน้าแล้วมาพบตามเวลา

### หมวดที่ ๔ การพัฒนาผลการเรียนรู้ของนักศึกษา

#### ๑. คุณธรรม จริยธรรม

### ๑.๑ คุณธรรม จริยธรรมที่ต้องพัฒนา

๑.๑.๑ มีความซื่อสัตย์สุจริต มีระเบียบวินัย เคารพกฎ ระเบียบ และข้อบังคับต่างๆ ขององค์กร ปฏิบัติตามจรรยาบรรณทางวิชาการและวิชาชีพ สามารถจัดการปัญหาทางคุณธรรม จริยธรรมที่ซับซ้อนเชิงวิชาการ หรือวิชาชีพ (ผลการเรียนรู้ข้อ ๑.๑)

### ๑.๒ วิธีการสอน

๑.๒.๑ บรรยาย สาธิตกรณีศึกษา ที่เกี่ยวข้องกับคุณธรรมจริยธรรม

๑.๒.๒ กำหนดกฎระเบียบที่ต้องปฏิบัติในชั้นเรียน เช่น กำหนดเวลาการเข้าเรียน และการส่งงาน

๑.๒.๓ จัดการประชุมชี้แจงเกี่ยวกับการปฏิบัติตามจรรยาบรรณทางวิชาการและวิชาชีพ

๑.๒.๔ มอบหมายงานและให้นำเสนอผลงาน

### ๑.๓ วิธีการประเมินผล

๑.๓.๑ พฤติกรรมในชั้นเรียน การตรงต่อเวลาในการเข้าเรียน-การส่งงาน การปฏิบัติตามกฎระเบียบต่างๆ

๑.๓.๒ การไม่คัดลอกผลงานของผู้อื่น ความถูกต้องในการอ้างอิงผลงานทาง วิชาการในรายงาน สัมมนา และวิทยานิพนธ์ การนำเสนอข้อมูลที่ถูกต้องตามข้อเท็จจริง

## ๒. ความรู้

### ๒.๑ ความรู้ที่ต้องได้รับ

๒.๑.๑ มีความรู้และความเข้าใจ ในระดับเชี่ยวชาญสูงสุดในเนื้อหาของหลักการ และทฤษฎีเกี่ยวกับควอนตัมฟิสิกส์ (ผลการเรียนรู้ข้อ ๒.๑)

๒.๑.๒ มีความรู้ลึกในแขนงวิชาเฉพาะของควอนตัมเทคโนโลยีอย่างน้อยหนึ่งแขนง ในระดับที่สามารถติดตามความก้าวหน้า ศึกษาค้นคว้า เพื่อพัฒนาองค์ความรู้ในแขนงวิชาเฉพาะนั้น ได้ด้วยตนเอง (ผลการเรียนรู้ข้อ ๒.๒)

### ๒.๒ วิธีการสอน

๒.๒.๑ การบรรยายในชั้นเรียน

๒.๒.๒ มอบหมายงานให้ค้นคว้าเพิ่มเติม เขียนรายงาน และนำเสนอในชั้นเรียน

๒.๒.๓ จัดการสัมมนาพิเศษโดยวิทยากรภายนอกที่มีความเชี่ยวชาญหรือ มีประสบการณ์ตรง

๒.๒.๔ ส่งเสริมกิจกรรมการเรียนรู้ เช่น การเข้าร่วมและนำเสนอผลงาน วิจัยในการ ประชุมวิชาการ

### ๒.๓ วิธีการประเมินผล

๒.๓.๑ การสอบกลางภาคและปลายภาค

๒.๓.๒ ผลงานที่ได้รับมอบหมาย

## ๒.๓.๓ การนำเสนอผลงานในชั้นเรียน

**๓. ทักษะทางปัญญา(ความรับผิดชอบหลัก)**

## ๓.๑ ทักษะทางปัญญาที่ต้องพัฒนา

๓.๑.๑ มีความใฝ่รู้ มีความคิดริเริ่ม-สร้างสรรค์ สามารถสืบค้น วิเคราะห์ ประเมิน และสังเคราะห์ ความรู้ ในศาสตร์สาขาฟิสิกส์ ได้อย่างเป็นระบบและมีเหตุผล ตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ (ผลการเรียนรู้ข้อ ๓.๑)

๓.๑.๒ สามารถคิด วิเคราะห์ สังเคราะห์ และประยุกต์ความรู้ ในศาสตร์สาขาฟิสิกส์เฉพาะ เพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่ โดยใช้กระบวนการวิจัยที่ถูกต้องได้ด้วยตนเอง (ผลการเรียนรู้ข้อ ๓.๒)

## ๓.๒ วิธีการสอน

๓.๒.๑ เน้นการสอนที่กระตุ้นให้นักศึกษาคิด วิเคราะห์ และร่วมอภิปรายในประเด็นต่างๆ

๓.๒.๒ มอบหมายงานให้ค้นคว้าเพิ่มเติม เขียนรายงาน และนำเสนอในชั้นเรียน

๓.๒.๓ แนะนำเทคนิคในการทำวิจัย (การสืบค้น วิเคราะห์ ประเมิน และสังเคราะห์ ความรู้) โดยกลุ่มวิจัยและอาจารย์ที่ปรึกษา

๓.๒.๔ ส่งเสริมกิจกรรมการเรียนรู้ เช่น การเข้าร่วมและนำเสนอผลงาน วิจัยในการประชุมวิชาการ

## ๓.๓ วิธีการประเมินผล

๓.๓.๑ พฤติกรรมการมีส่วนร่วมในการอภิปรายในชั้นเรียน และในการเข้าร่วมสัมมนา ทั้งในฐานะผู้ฟัง และผู้นำเสนอ

๓.๓.๒ งานที่ได้รับมอบหมาย

๓.๓.๓ การสอบที่เน้นการคิด-วิเคราะห์

**๔. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ**

## ๔.๑ ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบที่ต้องพัฒนา

๔.๑.๑ มีภาวะผู้นำ และมีมนุษยสัมพันธ์ที่ดี รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ดี ทั้งในฐานะผู้นำและในฐานะสมาชิก มีความรับผิดชอบในหน้าที่ของตนเอง และรับผิดชอบต่องานกลุ่ม (ผลการเรียนรู้ข้อ ๔.๑)

## ๔.๒ วิธีการสอน

๔.๒.๑ จัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นการทำงานเป็นกลุ่ม และงานที่ต้องมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคล

๔.๒.๒ จัดกิจกรรมที่มีการนำเสนอ การอภิปราย และการแสดงความคิดเห็น

## ๔.๓ วิธีการประเมินผล

๔.๓.๑ พฤติกรรมการมีส่วนร่วมในกิจกรรมต่างๆ ที่ได้รับมอบหมาย

๔.๓.๒ พฤติกรรมในการทำงานกลุ่ม

๔.๓.๓ พฤติกรรมที่มีส่วนร่วมในการอภิปรายในชั้นเรียน และในการเข้าร่วมสัมมนา ทั้งในฐานะผู้ฟัง และผู้นำเสนอ

## ๕. ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

๕.๑ ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศที่ต้องพัฒนา

๕.๑.๑ สามารถประยุกต์ความรู้ทาง สถิติและคณิตศาสตร์ เพื่อการ วิเคราะห์ ประมวลผล แก้ปัญหาและนำเสนอ ได้อย่างเหมาะสม (ผลการเรียนรู้ข้อ ๕.๑)

๕.๑.๒ สามารถใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ เพื่อการสืบค้น เก็บรวบรวมและนำเสนอ ข้อมูล การสื่อสารและถ่ายทอดองค์ความรู้ทั้งในเชิงวิชาการ และการนำเสนอต่อสาธารณชนทั่วไป ได้อย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสม (ผลการเรียนรู้ข้อ ๕.๒)

### ๕.๒ วิธีการสอน

๕.๒.๑ จัดให้มีการนำเสนอในรายวิชา เพื่อฝึกทักษะในการสืบค้น เก็บรวบรวม วิเคราะห์ ประมวลผล และนำเสนอข้อมูล โดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์และสถิติ และเทคโนโลยีสารสนเทศที่เหมาะสม

๕.๒.๒ ส่งเสริมการเข้าร่วมและนำเสนอผลงานวิจัยในการประชุมวิชาการ และการเข้าร่วมในกิจกรรมต่างๆที่มุ่งพัฒนาทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

### ๕.๓ วิธีการประเมิน

๕.๓.๑ การนำเสนอผลงานที่ได้รับ

๕.๓.๒ ประเมินความเหมาะสมในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศได้อย่างถูกต้อง

## หมวดที่ ๕ แผนการสอนและการประเมินผล

### ๑. แผนการสอน

ลำดับ ที่	หัวข้อ	จำนวนชั่วโมง			กิจกรรมการ เรียนการสอน และสื่อที่ใช้	อาจารย์ผู้สอน
		บรรยาย	ปฏิบัติ	ศึกษา ด้วย ตนเอง		
๑	Probability and quantum Information	๓	๐	๖	เพาเวอร์พอยท์	ผศ.ดร. สุจินต์ สุวรรณะ
๒	Elements of quantum	๓	๐	๖	เพาเวอร์พอยท์	ผศ.ดร. สุจินต์

ลำดับที่	หัวข้อ	จำนวนชั่วโมง			กิจกรรมการเรียนรู้การสอนและสื่อที่ใช้	อาจารย์ผู้สอน
		บรรยาย	ปฏิบัติ	ศึกษด้วยตนเอง		
	theory, quantum states and measurements					สุวรรณะ
๓	Input: physical systems for quantum information (atoms in laser field and spins in magnetic fields)	๓	๐	๖	เพาเวอร์พอยท์	ผศ.ดร. สุจินต์ สุวรรณะ
๔	Input: physical systems for quantum information: superconducting qubits and photons	๓	๐	๖	เพาเวอร์พอยท์	ผศ.ดร. สุจินต์ สุวรรณะ
๕	Input: physical systems for quantum information: trapped ions	๓	๐	๖	เพาเวอร์พอยท์	ผศ.ดร. สุจินต์ สุวรรณะ
๖	Input: physical systems for quantum information: nuclear magnetic resonance	๓	๐	๖	เพาเวอร์พอยท์	ผศ.ดร. สุจินต์ สุวรรณะ
๗	Operations: Operations in quantum information and quantum gates	๓	๐	๖	เพาเวอร์พอยท์	ผศ.ดร. สุจินต์ สุวรรณะ
๘	สอบกลางภาค	๐	๐	๐		
๙	Readout: measurements and generalized measurement	๓	๐	๖	เพาเวอร์พอยท์	ผศ.ดร. สุจินต์ สุวรรณะ
๑๐	Entanglement	๓	๐	๖	เพาเวอร์พอยท์	ผศ.ดร. สุจินต์ สุวรรณะ

ลำดับที่	หัวข้อ	จำนวนชั่วโมง			กิจกรรมการเรียนการสอนและสื่อที่ใช้	อาจารย์ผู้สอน
		บรรยาย	ปฏิบัติ	ศึกษด้วยตนเอง		
๑๑	Quantum computation	๓	๐	๖	เพาเวอร์พอยท์	ผศ.ดร. สุจินต์ สุวรรณะ
๑๒	Fundamental algorithms for quantum computation	๓	๐	๖	เพาเวอร์พอยท์	ผศ.ดร. สุจินต์ สุวรรณะ
๑๓	Quantum cryptography	๓	๐	๖	เพาเวอร์พอยท์	ผศ.ดร. สุจินต์ สุวรรณะ
๑๔	Quantum communication	๓	๐	๖	เพาเวอร์พอยท์	ผศ.ดร. สุจินต์ สุวรรณะ
๑๕	Quantum information theory	๓	๐	๖	เพาเวอร์พอยท์	ผศ.ดร. สุจินต์ สุวรรณะ
๑๖	สอบปลายภาค	๐	๐	๐		
	<b>รวมจำนวนชั่วโมงตลอดภาคการศึกษา</b>	๒๑๓	๐	๔๒๖		

## ๒. แผนการประเมินผลการเรียนรู้

กิจกรรมที่	ผลการเรียนรู้*	วิธีการประเมิน	ลำดับที่ประเมิน	สัดส่วนของการประเมินผล
๑	๓.๒ , ๓.๑ , ๒.๒ , ๒.๑	การสอบกลางภาคและปลายภาค	๘, ๑๖	๓๐%
๒	๑.๑	พฤติกรรมในชั้นเรียน การตรงต่อเวลาในการเข้าเรียน-การส่งงาน การปฏิบัติตามกฎระเบียบต่างๆ การไม่คัดลอกผลงานของผู้อื่น ความถูกต้องในการอ้างอิงผลงานทางวิชาการในรายงาน การนำเสนอข้อมูลที่ถูกต้องตามข้อเท็จจริง	ตลอดภาคการศึกษา	๑๐%
๓	๒.๒ , ๓.๑ , ๓.๒ , ๔.๑ , ๕.๑ , ๕.๒ , ๒.๑	ผลงานที่ได้รับมอบหมาย การนำเสนอผลงาน พฤติกรรมมีส่วนร่วมในการทำงานกลุ่ม การอภิปรายในชั้นเรียน	ตลอดภาคการศึกษา	๒๐%

กิจกรรม ที่	ผลการเรียนรู้*	วิธีการประเมิน	สัปดาห์ที่ ประเมิน	สัดส่วน ของการ ประเมินผล
		กิจกรรมต่างๆ และความเหมาะสมใน การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ		

\* อ้างอิงผลการเรียนรู้ตามเอกสารแนบภาคผนวก ค ของ มคอ.๒

## หมวดที่ ๖ ทรัพยากรประกอบการเรียนการสอน

### ๑. ตำราและเอกสารหลัก

ภาษาไทย

-

ภาษาอังกฤษ

Jonathan A. Jones and Dieter Jaksch, “Quantum Information, Computation and Communication,” Cambridge University Press (2012)

Stephen M. Barnett, “Quantum Information,” Oxford University Press (2009)

Michael A. Nielsen and Isaac L. Chuang, “Quantum Computation and Quantum Information,” 10th Ed. Cambridge University Press (2010)

Jurgen Audretsch, “Entangled Systems,” Wiley-VCH (2007)

### ๒. เอกสารและข้อมูลสำคัญ

-

### ๓. เอกสารและข้อมูลแนะนำ

-

## หมวดที่ ๗ การประเมินและปรับปรุงการดำเนินการของรายวิชา

### ๑. กลยุทธ์การประเมินประสิทธิผลของรายวิชาโดยนักศึกษา

๑.๑ นักศึกษาแสดงแนวคิดหรือความคิดเห็นผ่านการสนทนาระหว่างผู้สอนและผู้เรียน

๑.๒ นักศึกษาประเมินโดยตอบแบบประเมินผู้สอน และแบบประเมินรายวิชา

๑.๓ การสังเกตพฤติกรรมของนักศึกษา

๑.๔ นักศึกษาสามารถแสดงความคิดเห็นผ่าน social network ของภาควิชาฟิสิกส์ หรือของผู้สอน

## ๒. กลยุทธ์การประเมินการสอน

๒.๑ ประเมินจากแบบประเมินผู้สอน และแบบประเมินรายวิชา

๒.๒ ประเมินจากผลการสอบและการเรียนรู้ของนักศึกษา

## ๓. การปรับปรุงการสอน

หลังจากผลการประเมินการสอนในข้อ ๒ จึงมีการปรับปรุงการสอน โดยการประชุมการจัดการเรียนการสอน เพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน และพัฒนารายวิชา

## ๔. การทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาในรายวิชา

๔.๑ มีคณะกรรมการตรวจสอบมาตรฐาน และความถูกต้องของข้อสอบกลางภาคและข้อสอบปลายภาค

๔.๒ มีการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนตามมาตรฐานผลการเรียนรู้ของรายวิชา

## ๕. การดำเนินการทบทวนและการวางแผนปรับปรุงประสิทธิผลของรายวิชา

๕.๑ ปรับปรุงรายวิชาทุก ๓ ปี หรือตามข้อเสนอแนะ ผลการทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ตามข้อ ๔ และผลจากการประชุมการจัดการเรียนการสอน

๕.๒ เปลี่ยนหรือสลับอาจารย์ผู้สอน เพื่อให้นักศึกษามีมุมมองในเรื่องการประยุกต์ความรู้กับปัญหาที่มาจากงานวิจัยของอาจารย์



ทางช้างเผือก กลุ่มกาแล็กซีท้องถิ่น กาแล็กซีรูปเกลียว กาแล็กซีรูปร่างรี กาแล็กซีกัมมันต์ การเกิดและวิวัฒนาการของกาแล็กซี งานวิจัยในปัจจุบันที่เกี่ยวข้อง

๑.๒ สามารถติดตามความก้าวหน้า ศึกษาค้นคว้า เพื่อพัฒนาองค์ความรู้ในแขนงดาราศาสตร์กาแล็กซีได้ด้วยตนเอง

๑.๓ สามารถสืบค้น วิเคราะห์ ประเมิน และสังเคราะห์ความรู้ในแขนงดาราศาสตร์กาแล็กซีได้อย่างเป็นระบบและมีเหตุผล

## ๒. วัตถุประสงค์ในการพัฒนา/ปรับปรุงรายวิชา

เพื่อปรับปรุงรายวิชาให้มีความทันสมัย สอดคล้องกับองค์ความรู้ในปัจจุบัน

### หมวดที่ ๓ ลักษณะและการดำเนินการ

#### ๑. คำอธิบายรายวิชา

ภาพรวมของเทคนิคที่ใช้ในการสังเกตการณ์ทางดาราศาสตร์ กระบวนการแผ่รังสี การวัดระยะทางของเทหวัตถุ วิวัฒนาการของดาวฤกษ์ชนิดต่างๆ การค้นพบและชนิดของกาแล็กซี กาแล็กซีทางช้างเผือก กลุ่มกาแล็กซีท้องถิ่น กาแล็กซีรูปเกลียว กาแล็กซีรูปร่างรี กาแล็กซีกัมมันต์ การเกิดและวิวัฒนาการของกาแล็กซี งานวิจัยในปัจจุบันที่เกี่ยวข้อง

Overview of observational techniques used in Astronomy, radiative process, distance measurement for astronomical objects, stellar evolution, discoveries and types of galaxies, Milky Way Galaxy, local group, spiral galaxies, elliptical galaxies, active galactic nuclei, galaxy formation, galaxy evolution, recent research in the field

#### ๒. จำนวนชั่วโมงที่ใช้ต่อภาคการศึกษา

จำนวนชั่วโมงบรรยายต่อสัปดาห์	๓	ชั่วโมง
จำนวนชั่วโมงฝึกปฏิบัติการต่อสัปดาห์	๐	ชั่วโมง
จำนวนชั่วโมงปฏิบัติงานภาคสนามต่อสัปดาห์	-	ชั่วโมง
จำนวนชั่วโมงการศึกษาด้วยตนเอง	๖	ชั่วโมง

#### ๓. จำนวนชั่วโมงต่อสัปดาห์ที่อาจารย์ให้คำปรึกษาและแนะนำทางวิชาการแก่นักศึกษาเป็นรายบุคคล

- ๓.๑ ถ้านักเรียนมีปัญหา อาจารย์จะจัดเวลาให้คำปรึกษา ๑ ชั่วโมงต่อสัปดาห์  
 ๓.๒ นักศึกษาจองวันเวลาล่วงหน้าแล้วมาพบตามเวลา

### หมวดที่ ๔ การพัฒนาผลการเรียนรู้ของนักศึกษา

## ๑. คุณธรรม จริยธรรม

### ๑.๑ คุณธรรม จริยธรรมที่ต้องพัฒนา

๑.๑.๑ มีความซื่อสัตย์สุจริต มีระเบียบวินัย เคารพกฎ ระเบียบ และข้อบังคับต่างๆ ขององค์กร ปฏิบัติตามจรรยาบรรณทางวิชาการและวิชาชีพ สามารถจัดการปัญหาทางคุณธรรม จริยธรรมได้ (ผลการเรียนรู้ข้อ ๑.๑)

### ๑.๒ วิธีการสอน

๑.๒.๑ บรรยาย สาธิตกรณีศึกษา ที่เกี่ยวข้องกับคุณธรรมจริยธรรม

๑.๒.๒ กำหนดกฎระเบียบที่ต้องปฏิบัติในชั้นเรียน เช่น กำหนดเวลาการเข้าเรียน และการส่งงาน

๑.๒.๓ จัดการประชุมชี้แจงเกี่ยวกับการปฏิบัติตามจรรยาบรรณทางวิชาการและวิชาชีพ

๑.๒.๔ มอบหมายงานและให้นำเสนอผลงาน

### ๑.๓ วิธีการประเมินผล

๑.๓.๑ พฤติกรรมในชั้นเรียน การตรงต่อเวลาในการเข้าเรียน-การส่งงาน การปฏิบัติตามกฎระเบียบต่างๆ

๑.๓.๒ การไม่คัดลอกผลงานของผู้อื่น ความถูกต้องในการอ้างอิงผลงานทางวิชาการในรายงาน สัมมนา และวิทยานิพนธ์ การนำเสนอข้อมูลที่ถูกต้องตามข้อเท็จจริง

## ๒. ความรู้

### ๒.๑ ความรู้ที่ต้องได้รับ

๒.๑.๑ มีความรู้และความเข้าใจในเนื้อหาของหลักการและทฤษฎีที่เป็นแก่นของ ๔ แขนงวิชาหลักของสาขาวิชาฟิสิกส์ อันได้แก่ (๑) กลศาสตร์คลาสสิก (๒) กลศาสตร์ควอนตัม (๓) อุณหพลศาสตร์และฟิสิกส์เชิงสถิติ และ (๔) พลศาสตร์ไฟฟ้าคลาสสิก และคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง (ผลการเรียนรู้ข้อ ๒.๑)

๒.๑.๒ มีความรู้ลึกในแขนงวิชาเฉพาะของสาขาวิชาฟิสิกส์ อย่างน้อยหนึ่งแขนงวิชาในระดับที่สามารถติดตามความก้าวหน้า ศึกษาค้นคว้า เพื่อพัฒนาองค์ความรู้ในแขนงวิชาเฉพาะนั้นได้ด้วยตนเอง (ผลการเรียนรู้ข้อ ๒.๒)

### ๒.๒ วิธีการสอน

๒.๒.๑ การบรรยายในชั้นเรียน

๒.๒.๒ มอบหมายงานให้ค้นคว้าเพิ่มเติม เขียนรายงาน และนำเสนอในชั้นเรียน

๒.๒.๓ จัดการสัมมนาพิเศษโดยวิทยากรภายนอกที่มีความเชี่ยวชาญหรือ มีประสบการณ์ตรง

๒.๒.๔ ส่งเสริมกิจกรรมการเรียนรู้ เช่น การเข้าร่วมและนำเสนอผลงาน วิจัยในการประชุมวิชาการ

### ๒.๓ วิธีการประเมินผล

๒.๓.๑ การสอบกลางภาคและปลายภาค

๒.๓.๒ ผลงานที่ได้รับมอบหมาย

๒.๓.๓ การนำเสนอผลงานในชั้นเรียน

### ๓. ทักษะทางปัญญา(ความรับผิดชอบหลัก)

#### ๓.๑ ทักษะทางปัญญาที่ต้องพัฒนา

๓.๑.๑ มีความใฝ่รู้ สามารถสืบค้น วิเคราะห์ ประเมิน และสังเคราะห์ ความรู้ในศาสตร์สาขาฟิสิกส์ ได้อย่างเป็นระบบและมีเหตุผล ตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ (ผลการเรียนรู้ข้อ ๓.๑)

๓.๑.๒ สามารถคิด วิเคราะห์ สังเคราะห์ และประยุกต์ความรู้ ในศาสตร์สาขาฟิสิกส์เฉพาะด้าน โดยใช้กระบวนการวิจัยที่ถูกต้องได้ด้วยตนเอง (ผลการเรียนรู้ข้อ ๓.๒)

#### ๓.๒ วิธีการสอน

๓.๒.๑ เน้นการสอนที่กระตุ้นให้นักศึกษาคิด วิเคราะห์ และร่วมอภิปรายในประเด็นต่างๆ

๓.๒.๒ มอบหมายงานให้ค้นคว้าเพิ่มเติม เขียนรายงาน และนำเสนอในชั้นเรียน

๓.๒.๓ แนะนำเทคนิคในการทำวิจัย (การสืบค้น วิเคราะห์ ประเมิน และสังเคราะห์ ความรู้) โดยกลุ่มวิจัยและอาจารย์ที่ปรึกษา

๓.๒.๔ ส่งเสริมกิจกรรมการเรียนรู้ เช่น การเข้าร่วมและนำเสนอผลงาน วิจัยในการประชุมวิชาการ

#### ๓.๓ วิธีการประเมินผล

๓.๓.๑ พฤติกรรมการมีส่วนร่วมในการอภิปรายในชั้นเรียน และในการเข้าร่วมสัมมนา ทั้งในฐานะผู้ฟัง และผู้นำเสนอ

๓.๓.๒ งานที่ได้รับมอบหมาย

๓.๓.๓ การสอบที่เน้นการคิด-วิเคราะห์

### ๔. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ

#### ๔.๑ ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบที่ต้องพัฒนา

๔.๑.๑ มีภาวะผู้นำ และมีมนุษยสัมพันธ์ที่ดี รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ดี ทั้งในฐานะผู้นำและในฐานะสมาชิก มีความรับผิดชอบในหน้าที่ของตนเอง และรับผิดชอบต่องานกลุ่ม (ผลการเรียนรู้ข้อ ๔.๑)

#### ๔.๒ วิธีการสอน

๔.๒.๑ จัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นการทำงานเป็นกลุ่ม และงานที่ต้องมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคล

๔.๒.๒ จัดกิจกรรมที่มีการนำเสนอ การอภิปราย และการแสดงความคิดเห็น

## ๔.๓ วิธีการประมวลผล

๔.๓.๑ พฤติกรรมการมีส่วนร่วมในการกิจกรรมต่างๆ ที่ได้รับมอบหมาย

๔.๓.๒ พฤติกรรมในการทำงานกลุ่ม

๔.๓.๓ พฤติกรรมการมีส่วนร่วมในการอภิปรายในชั้นเรียน และในการเข้าร่วมสัมมนา ทั้งในฐานะผู้ฟัง และผู้นำเสนอ

## ๕. ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

๕.๑ ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศที่ต้องพัฒนา

๕.๑.๑ สามารถประยุกต์ความรู้ทางสถิติและคณิตศาสตร์ เพื่อการวิเคราะห์ประมวลผล แก้ปัญหาและนำเสนอ ได้อย่างเหมาะสม (ผลการเรียนรู้ข้อ ๕.๑)

๕.๑.๒ สามารถใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ เพื่อการสืบค้น เก็บรวบรวมและนำเสนอข้อมูล การสื่อสารและถ่ายทอดองค์ความรู้ ทั้งในเชิงวิชาการ และการนำเสนอต่อสาธารณชนทั่วไป ได้อย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสม (ผลการเรียนรู้ข้อ ๕.๒)

## ๕.๒ วิธีการสอน

๕.๒.๑ จัดให้มีการนำเสนอในรายวิชา เพื่อฝึกทักษะในการสืบค้น เก็บรวบรวม วิเคราะห์ ประมวลผล และนำเสนอข้อมูล โดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์และสถิติ และเทคโนโลยีสารสนเทศที่เหมาะสม

๕.๒.๒ ส่งเสริมการเข้าร่วมและนำเสนอผลงานวิจัยในการประชุมวิชาการ และการเข้าร่วมในกิจกรรมต่างๆที่มุ่งพัฒนาทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

## ๕.๓ วิธีการประเมิน

๕.๓.๑ การนำเสนอผลงานที่ได้รับ

๕.๓.๒ ประเมินความเหมาะสมในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศได้อย่างถูกต้อง

## หมวดที่ ๕ แผนการสอนและการประเมินผล

## ๑. แผนการสอน

ลำดับ ที่	หัวข้อ	จำนวนชั่วโมง			กิจกรรมการเรียนรู้ สอนและสื่อที่ใช้	อาจารย์ผู้สอน
		บรรยาย	ปฏิบัติ	ศึกษา ด้วย ตนเอง		

ลำดับ ที่	หัวข้อ	จำนวนชั่วโมง			กิจกรรมการเรียนการ สอนและสื่อที่ใช้	อาจารย์ผู้สอน
		บรรยาย	ปฏิบัติ	ศึกษ ด้วย ตนเอง		
๑	Overview of observational techniques used in Astronomy	๓	๐	๖	Lecture	อ.ดร. สุรพงษ์ อยู่มา
๒	Radiative process	๓	๐	๖	Lecture/Practice	อ.ดร. สุรพงษ์ อยู่มา
๓	Distance measurement for astronomical objects	๓	๐	๖	Lecture/Homework	อ.ดร. สุรพงษ์ อยู่มา
๔	Stellar evolution	๓	๐	๖	Lecture/Practice	อ.ดร. สุรพงษ์ อยู่มา
๕	Discoveries and types of galaxies	๓	๐	๖	Lecture/Homework	อ.ดร. สุรพงษ์ อยู่มา
๖	Milky Way Galaxy	๓	๐	๖	Lecture/Practice	อ.ดร. สุรพงษ์ อยู่มา
๗	Local group	๓	๐	๖	Lecture/Homework	อ.ดร. สุรพงษ์ อยู่มา
๘	สอบกลางภาค	๐	๐	๐		
๙	Spiral galaxies	๓	๐	๖	Lecture/Practice	อ.ดร. สุรพงษ์ อยู่มา
๑๐	Elliptical galaxies	๓	๐	๖	Lecture/Homework	อ.ดร. สุรพงษ์ อยู่มา
๑๑	Active galactic nuclei	๓	๐	๖	Lecture/Practice	อ.ดร. สุรพงษ์ อยู่มา
๑๒	Galaxy formation	๓	๐	๖	Lecture/Homework	อ.ดร. สุรพงษ์ อยู่มา
๑๓	Galaxy evolution	๓	๐	๖	Lecture/Practice	อ.ดร. สุรพงษ์ อยู่มา
๑๔-๑๕	Recent research in the field	๖	๐	๑๒	Lecture/Homework	อ.ดร. สุรพงษ์ อยู่มา
๑๖	สอบปลายภาค	๐	๐	๐		

ลำดับที่	หัวข้อ	จำนวนชั่วโมง			กิจกรรมการเรียนการสอนและสื่อที่ใช้	อาจารย์ผู้สอน
		บรรยาย	ปฏิบัติ	ศึกษาค้นคว้าตนเอง		
	รวมจำนวนชั่วโมงตลอดภาคการศึกษา	๒๕๕	๐	๕๑๐		

## ๒. แผนการประเมินผลการเรียนรู้

กิจกรรมที่	ผลการเรียนรู้*	วิธีการประเมิน	ลำดับที่ประเมิน	สัดส่วนของการประเมินผล
๑	๒.๑ , ๒.๒ , ๓.๑ , ๓.๒	การสอบกลางภาคและปลายภาค	๘, ๑๖	๗๐%
๒	๑.๑	พฤติกรรมในชั้นเรียน การตรงต่อเวลาในการเข้าเรียน-การส่งงาน การปฏิบัติตามกฎระเบียบต่างๆ การไม่คัดลอกผลงานของผู้อื่น ความถูกต้องในการอ้างอิงผลงานทางวิชาการในรายงาน การนำเสนอข้อมูลที่ถูกต้องตามข้อเท็จจริง	ตลอดภาคการศึกษา	๑๐%
๓	๒.๑ , ๒.๒ , ๓.๑ , ๓.๒ , ๔.๑ , ๕.๑ , ๕.๒	ผลงานที่ได้รับมอบหมาย การนำเสนอผลงาน พฤติกรรมการมีส่วนร่วมในการทำงานกลุ่ม การอภิปรายในชั้นเรียน กิจกรรมต่างๆ และความเหมาะสมในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ	ตลอดภาคการศึกษา	๒๐%

\* อ้างอิงผลการเรียนรู้ตามเอกสารแนบภาคผนวก ค ของ มคอ.๒

## หมวดที่ ๖ ทรัพยากรประกอบการเรียนการสอน

### ๑. ตำราและเอกสารหลัก

ภาษาไทย

-

ภาษาอังกฤษ

Extragalactic Astronomy & Cosmology, 2006, P. Schneider, (Berlin: Springer).

Galaxies in the Universe, 2007, L. Sparke & J. Gallagher (2nd edition) (Cambridge).

Oxford Companion to Cosmology, 2008, A.Liddle & J. Loveday (Oxford).

## ๒. เอกสารและข้อมูลสำคัญ

-

## ๓. เอกสารและข้อมูลแนะนำ

-

## หมวดที่ ๗ การประเมินและปรับปรุงการดำเนินการของรายวิชา

### ๑. กลยุทธ์การประเมินประสิทธิผลของรายวิชาโดยนักศึกษา

- ๑.๑ นักศึกษาแสดงแนวคิดหรือความคิดเห็นผ่านการสนทนาระหว่างผู้สอนและผู้เรียน
- ๑.๒ นักศึกษาประเมินโดยตอบแบบประเมินผู้สอน และแบบประเมินรายวิชา
- ๑.๓ การสังเกตพฤติกรรมของนักศึกษา
- ๑.๔ นักศึกษาสามารถแสดงความคิดเห็นผ่าน social network ของภาควิชาฟิสิกส์ หรือของผู้สอน

### ๒. กลยุทธ์การประเมินการสอน

- ๒.๑ ประเมินจากแบบประเมินผู้สอน และแบบประเมินรายวิชา
- ๒.๒ ประเมินจากผลการสอบและการเรียนรู้ของนักศึกษา

### ๓. การปรับปรุงการสอน

หลังจากผลการประเมินการสอนในข้อ ๒ จึงมีการปรับปรุงการสอน โดยการประชุมการจัดการเรียนการสอน เพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน และพัฒนารายวิชา

### ๔. การทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาในรายวิชา

- ๔.๑ มีคณะกรรมการตรวจสอบมาตรฐาน และความถูกต้องของข้อสอบกลางภาคและข้อสอบปลายภาค
- ๔.๒ มีการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนตามมาตรฐานผลการเรียนรู้ของรายวิชา

### ๕. การดำเนินการทบทวนและการวางแผนปรับปรุงประสิทธิผลของรายวิชา

- ๕.๑ ปรับปรุงรายวิชาทุก ๓ ปี หรือตามข้อเสนอแนะ ผลการทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ตามข้อ ๔ และผลจากการประชุมการจัดการเรียนการสอน

๕.๒ เปลี่ยนหรือสลับอาจารย์ผู้สอน เพื่อให้ศึกษามีมุมมองในเรื่องการประยุกต์ความรู้นี้  
กับปัญหาที่มาจากงานวิจัยของอาจารย์

## รายละเอียดของรายวิชา

ชื่อสถาบันอุดมศึกษา มหาวิทยาลัยมหิดล  
 วิทยาเขต/คณะ/ภาควิชา คณะวิทยาศาสตร์ ภาควิชาฟิสิกส์

### หมวดที่ ๑ ข้อมูลทั่วไป

๑. รหัสและชื่อรายวิชา วทพส๕๘๕ วิทยาแผ่นดินไหวเบื้องต้น  
 SCPY585 Introductory Seismology
๒. จำนวนหน่วยกิต ๓(๓-๐-๖) หน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด้วยตนเอง)
๓. หลักสูตรและประเภทของรายวิชา  
 หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์(หลักสูตรนานาชาติ) เป็นรายวิชาใน  
 หมวดวิชาเลือก
๔. อาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชาและอาจารย์ผู้สอน
  - ๔.๑ อาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชา อ.ดร. สุทธิพงษ์ น้อยสกุล
  - ๔.๒ อาจารย์ผู้สอน อ.ดร. สุทธิพงษ์ น้อยสกุล
๕. ภาคการศึกษา/ชั้นปีที่เรียน  
 ภาคต้น ชั้นปีที่ ๒
๖. รายวิชาที่ต้องเรียนมาก่อน(Pre-requisite) ไม่มี
๗. รายวิชาที่ต้องเรียนพร้อมกัน(Co-requisite) ไม่มี
๘. สถานที่เรียน  
 คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
๙. วันที่จัดทำหรือปรับปรุงรายละเอียดของรายวิชาครั้งล่าสุด -

### หมวดที่ ๒ จุดมุ่งหมายและวัตถุประสงค์

#### ๑. จุดมุ่งหมายของรายวิชา

เมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอนแล้ว นักศึกษาสามารถ

- ๑.๑ มีความรู้และความเข้าใจในเนื้อหาของหลักการและทฤษฎีของวิทยาแผ่นดินไหวเบื้องต้น อันได้แก่ คลื่นไหวสะเทือนจากแผ่นดินไหว โครงสร้างโลกและคลื่นไหวสะเทือน การเคลื่อนที่ของคลื่นไหวสะเทือนวิทยาแผ่นดินไหวเชิงสถิติ การวิเคราะห์ข้อมูลแผ่นดินไหวเบื้องต้น การหาตำแหน่ง ขนาด และความเข้มของแผ่นดินไหว แหล่งกำเนิดแผ่นดินไหว กลไกการเกิดแผ่นดินไหว

โมเมนต์เทนเซอร์และการแยกโมเมนต์เทนเซอร์ การปรับแก้และการเทียบมาตรฐาน ขนาดแผ่นดินไหว วัฏจักรแผ่นดินไหว วิศวกรรมแผ่นดินไหว การลดความเสียหายจากแผ่นดินไหว สัญญาณบอกเหตุแผ่นดินไหว การคาดการณ์แผ่นดินไหวและการพยากรณ์แผ่นดินไหว วิทยาแผ่นดินไหวเชิงโครงสร้างของประเทศไทย

๑.๒ สามารถติดตามความก้าวหน้า ศึกษาค้นคว้า เพื่อพัฒนาองค์ความรู้ในแขนงวิทยาแผ่นดินไหวเบื้องต้นได้ด้วยตนเอง

๑.๓ สามารถสืบค้น วิเคราะห์ ประเมิน และสังเคราะห์ความรู้ในแขนงวิทยาแผ่นดินไหวเบื้องต้น ได้อย่างเป็นระบบและมีเหตุผล

## ๒. วัตถุประสงค์ในการพัฒนา/ปรับปรุงรายวิชา

เพื่อปรับปรุงรายวิชาให้มีความทันสมัย สอดคล้องกับองค์ความรู้ในปัจจุบัน

### หมวดที่ ๓ ลักษณะและการดำเนินการ

#### ๑. คำอธิบายรายวิชา

คลื่นไหวสะเทือนจากแผ่นดินไหว โครงสร้างโลกและคลื่นไหวสะเทือน การเคลื่อนที่ของคลื่นไหวสะเทือนวิทยาแผ่นดินไหวเชิงสถิติ การวิเคราะห์ข้อมูลแผ่นดินไหวเบื้องต้น การหาตำแหน่ง ขนาดและความเข้มของแผ่นดินไหว แหล่งกำเนิดแผ่นดินไหว กลไกการเกิดแผ่นดินไหว โมเมนต์เทนเซอร์และการแยกโมเมนต์เทนเซอร์ การปรับแก้และการเทียบมาตรฐาน ขนาดแผ่นดินไหว วัฏจักรแผ่นดินไหว วิศวกรรมแผ่นดินไหว การลดความเสียหายจากแผ่นดินไหว สัญญาณบอกเหตุแผ่นดินไหว การคาดการณ์แผ่นดินไหวและการพยากรณ์แผ่นดินไหว วิทยาแผ่นดินไหวเชิงโครงสร้างของประเทศไทย

Seismic wave from earthquake; Earth structure and seismic wave; seismic wave propagation; statistical seismology; basic earthquake data analysis; earthquake location, magnitude, and intensity determination; earthquake sources; earthquake mechanism; moment tensor and moment tensor decomposition; earthquake magnitude correction and calibration; earthquake cycle; earthquake engineering; earthquake hazard mitigation; earthquake precursory; earthquake prediction and earthquake forecasting; seismotectonic of Thailand

#### ๒. จำนวนชั่วโมงที่ใช้ต่อภาคการศึกษา

จำนวนชั่วโมงบรรยายต่อสัปดาห์	๓	ชั่วโมง
จำนวนชั่วโมงฝึกปฏิบัติการต่อสัปดาห์	๐	ชั่วโมง
จำนวนชั่วโมงปฏิบัติงานภาคสนามต่อสัปดาห์	-	ชั่วโมง
จำนวนชั่วโมงการศึกษาด้วยตนเอง	๖	ชั่วโมง

๓. จำนวนชั่วโมงต่อสัปดาห์ที่อาจารย์ให้คำปรึกษาและแนะนำทางวิชาการแก่นักศึกษาเป็นรายบุคคล

- ๓.๑ นักศึกษาจองวันเวลาล่วงหน้าแล้วมาพบตามเวลา
- ๓.๒ ถ้านักเรียนมีปัญหา อาจารย์จะจัดเวลาให้คำปรึกษา ๑ ชั่วโมงต่อสัปดาห์

### หมวดที่ ๔ การพัฒนาผลการเรียนรู้ของนักศึกษา

#### ๑. คุณธรรม จริยธรรม

##### ๑.๑ คุณธรรม จริยธรรมที่ต้องพัฒนา

๑.๑.๑ มีความซื่อสัตย์สุจริต มีระเบียบวินัย เคารพกฎ ระเบียบ และข้อบังคับต่างๆ ขององค์กร ปฏิบัติตามจรรยาบรรณทางวิชาการและวิชาชีพ สามารถจัดการปัญหาทางคุณธรรม จริยธรรมได้ (ผลการเรียนรู้ข้อ ๑.๑)

##### ๑.๒ วิธีการสอน

๑.๒.๑ บรรยาย สาธิตกรณีศึกษา ที่เกี่ยวข้องกับคุณธรรมจริยธรรม

๑.๒.๒ กำหนดกฎระเบียบที่ต้องปฏิบัติในชั้นเรียน เช่น กำหนดเวลาการเข้าเรียน และการส่งงาน

๑.๒.๓ จัดการประชุมชี้แจงเกี่ยวกับการปฏิบัติตามจรรยาบรรณทางวิชาการและวิชาชีพ

๑.๒.๔ มอบหมายงานและให้นำเสนอผลงาน

##### ๑.๓ วิธีการประเมินผล

๑.๓.๑ พฤติกรรมในชั้นเรียน การตรงต่อเวลาในการเข้าเรียน-การส่งงาน การปฏิบัติตามกฎระเบียบต่างๆ

๑.๓.๒ การไม่คัดลอกผลงานของผู้อื่น ความถูกต้องในการอ้างอิงผลงานทางวิชาการในรายงาน สัมมนา และวิทยานิพนธ์ การนำเสนอข้อมูลที่ถูกต้องตามข้อเท็จจริง

#### ๒. ความรู้

##### ๒.๑ ความรู้ที่ต้องได้รับ

๒.๑.๑ มีความรู้และความเข้าใจในเนื้อหาของหลักการและทฤษฎีที่เป็นแก่นของ ๔ แขนงวิชาหลักของสาขาวิชาฟิสิกส์ อันได้แก่ (๑) กลศาสตร์คลาสสิก (๒) กลศาสตร์ควอนตัม (๓) อุณหพลศาสตร์และฟิสิกส์เชิงสถิติ และ (๔) พลศาสตร์ไฟฟ้าคลาสสิก และคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง (ผลการเรียนรู้ข้อ ๒.๑)

๒.๑.๒ มีความรู้ลึกในแขนงวิชาเฉพาะของสาขาวิชาฟิสิกส์ อย่างน้อยหนึ่งแขนงวิชาในระดับที่สามารถติดตามความก้าวหน้า ศึกษาค้นคว้า เพื่อพัฒนาองค์ความรู้ในแขนงวิชาเฉพาะนั้นได้ด้วยตนเอง (ผลการเรียนรู้ข้อ ๒.๒)

## ๒.๒ วิธีการสอน

๒.๒.๑ การบรรยายในชั้นเรียน

๒.๒.๒ มอบหมายงานให้ค้นคว้าเพิ่มเติม เขียนรายงาน และนำเสนอในชั้นเรียน

๒.๒.๓ จัดการสัมมนาพิเศษโดยวิทยากรภายนอกที่มีความเชี่ยวชาญหรือ มีประสบการณ์ตรง

๒.๒.๔ ส่งเสริมกิจกรรมการเรียนรู้ เช่น การเข้าร่วมและนำเสนอผลงาน วิจัยในการประชุมวิชาการ

## ๒.๓ วิธีการประเมินผล

๒.๓.๑ การสอบกลางภาคและปลายภาค

๒.๓.๒ ผลงานที่ได้รับมอบหมาย

๒.๓.๓ การนำเสนอผลงานในชั้นเรียน

## ๓. ทักษะทางปัญญา(ความรับผิดชอบหลัก)

### ๓.๑ ทักษะทางปัญญาที่ต้องพัฒนา

๓.๑.๑ มีความใฝ่รู้ สามารถสืบค้น วิเคราะห์ ประเมิน และสังเคราะห์ ความรู้ ในศาสตร์สาขาฟิสิกส์ ได้อย่างเป็นระบบและมีเหตุผล ตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ (ผลการเรียนรู้ข้อ ๓.๑)

๓.๑.๒ สามารถคิด วิเคราะห์ สังเคราะห์ และประยุกต์ความรู้ ในศาสตร์สาขาฟิสิกส์เฉพาะด้าน โดยใช้กระบวนการ วิจัยที่ถูกต้องได้ด้วยตนเอง (ผลการเรียนรู้ข้อ ๓.๒)

### ๓.๒ วิธีการสอน

๓.๒.๑ เน้นการสอนที่กระตุ้นให้นักศึกษาคิด วิเคราะห์ และร่วมอภิปรายในประเด็นต่างๆ

๓.๒.๒ มอบหมายงานให้ค้นคว้าเพิ่มเติม เขียนรายงาน และนำเสนอในชั้นเรียน

๓.๒.๓ แนะนำเทคนิคในการทำวิจัย (การสืบค้น วิเคราะห์ ประเมิน และสังเคราะห์ ความรู้) โดยกลุ่มวิจัยและอาจารย์ที่ปรึกษา

๓.๒.๔ ส่งเสริมกิจกรรมการเรียนรู้ เช่น การเข้าร่วมและนำเสนอผลงาน วิจัยในการประชุมวิชาการ

### ๓.๓ วิธีการประเมินผล

๓.๓.๑ พฤติกรรมการมีส่วนร่วมในการอภิปรายในชั้นเรียน และในการเข้าร่วมสัมมนา ทั้งในฐานะผู้ฟัง และผู้นำเสนอ

๓.๓.๒ งานที่ได้รับมอบหมาย

๓.๓.๓ การสอบที่เน้นการคิด-วิเคราะห์

## ๔. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ

๔.๑ ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบที่ต้องพัฒนา

๔.๑.๑ มีภาวะผู้นำ และมีมนุษยสัมพันธ์ที่ดี รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ดี ทั้งในฐานะผู้นำและในฐานะสมาชิก มีความรับผิดชอบในหน้าที่ของตนเอง และรับผิดชอบต่องานกลุ่ม (ผลการเรียนรู้ข้อ ๔.๑)

#### ๔.๒ วิธีการสอน

๔.๒.๑ จัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นการทำงานเป็นกลุ่ม และงานที่ต้องมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคล

๔.๒.๒ จัดกิจกรรมที่มีการนำเสนอ การอภิปราย และการแสดงความคิดเห็น

#### ๔.๓ วิธีการประเมินผล

๔.๓.๑ พฤติกรรมการมีส่วนร่วมในการกิจกรรมต่างๆ ที่ได้รับมอบหมาย

๔.๓.๒ พฤติกรรมในการทำงานกลุ่ม

๔.๓.๓ พฤติกรรมการมีส่วนร่วมในการอภิปรายในชั้นเรียน และในการเข้าร่วมสัมมนา ทั้งในฐานะผู้ฟัง และผู้นำเสนอ

### ๕. ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

๕.๑ ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศที่  
พัฒนา

๕.๑.๑ สามารถประยุกต์ความรู้ทางสถิติและคณิตศาสตร์ เพื่อการวิเคราะห์  
ประมวลผล แก้ปัญหาและนำเสนอ ได้อย่างเหมาะสม (ผลการเรียนรู้ข้อ ๕.๑)

๕.๑.๒ สามารถใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ เพื่อการสืบค้น เก็บรวบรวมและนำเสนอ  
ข้อมูล การสื่อสารและถ่ายทอดองค์ความรู้ ทั้งในเชิงวิชาการ และการนำเสนอต่อสาธารณชนทั่วไป ได้  
อย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสม (ผลการเรียนรู้ข้อ ๕.๒)

#### ๕.๒ วิธีการสอน

๕.๒.๑ จัดให้มีการนำเสนอในรายวิชา เพื่อฝึกทักษะในการสืบค้น เก็บรวบรวม  
วิเคราะห์ ประมวลผล และนำเสนอข้อมูล โดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์และสถิติ และเทคโนโลยี  
สารสนเทศที่เหมาะสม

๕.๒.๒ ส่งเสริมการเข้าร่วมและนำเสนอผลงานวิจัยในการประชุมวิชาการ และการ  
เข้าร่วมในกิจกรรมต่างๆที่มุ่งพัฒนาทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยี  
สารสนเทศ

#### ๕.๓ วิธีการประเมิน

๕.๓.๑ การนำเสนอผลงานที่ได้รับ

๕.๓.๒ ประเมินความเหมาะสมในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศได้อย่างถูกต้อง

## หมวดที่ ๕ แผนการสอนและการประเมินผล

## ๑. แผนการสอน

ลำดับ ที่	หัวข้อ	จำนวนชั่วโมง			กิจกรรมการเรียนการ สอนและสื่อที่ใช้	อาจารย์ผู้สอน
		บรรยาย	ปฏิบัติ	ศึกษา ด้วย ตนเอง		
๑	Seismic wave from earthquake	๓	๐	๖	Lecture	อ.ดร. สุทธิพงษ์ น้อยสกุล
๒	Earth structure and seismic wave	๓	๐	๖	Lecture/Practice	อ.ดร. สุทธิพงษ์ น้อยสกุล
๓	Seismic wave propagation	๓	๐	๖	Lecture/Homework	อ.ดร. สุทธิพงษ์ น้อยสกุล
๔	Statistical seismology	๓	๐	๖	Lecture/Practice	อ.ดร. สุทธิพงษ์ น้อยสกุล
๕	Basic earthquake data analysis	๓	๐	๖	Lecture/Homework	อ.ดร. สุทธิพงษ์ น้อยสกุล
๖	Earthquake location, magnitude, and intensity determination	๓	๐	๖	Lecture/Practice	อ.ดร. สุทธิพงษ์ น้อยสกุล
๗	Earthquake sources	๓	๐	๖	Lecture/Homework	อ.ดร. สุทธิพงษ์ น้อยสกุล
๘	สอบกลางภาค	๐	๐	๐		
๙	Earthquake mechanism	๓	๐	๖	Lecture/Practice	อ.ดร. สุทธิพงษ์ น้อยสกุล
๑๐	Moment tensor and moment tensor decomposition	๓	๐	๖	Lecture/Homework	อ.ดร. สุทธิพงษ์ น้อยสกุล
๑๑	Earthquake magnitude correction and calibration	๓	๐	๖	Lecture/Practice	อ.ดร. สุทธิพงษ์ น้อยสกุล
๑๒	Earthquake cycle	๓	๐	๖	Lecture/Homework	อ.ดร. สุทธิพงษ์ น้อยสกุล
๑๓	Earthquake	๓	๐	๖	Lecture/Practice	อ.ดร. สุทธิพงษ์

ลำดับที่	หัวข้อ	จำนวนชั่วโมง			กิจกรรมการเรียนการสอนและสื่อที่ใช้	อาจารย์ผู้สอน
		บรรยาย	ปฏิบัติ	ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง		
	engineering					น้อยสกุล
๑๔	Earthquake hazard mitigation, earthquake precursory	๓	๐	๖	Lecture/Homework	อ.ดร. สุทธิพงษ์ น้อยสกุล
๑๕	Earthquake prediction and earthquark forecasting, seismotectonic of Thailand	๓	๐	๖	Lecture/Practice	อ.ดร. สุทธิพงษ์ น้อยสกุล
๑๖	สอบปลายภาค	๐	๐	๐		
	<b>รวมจำนวนชั่วโมงตลอดภาคการศึกษา</b>	<b>๒๙๗</b>	<b>๐</b>	<b>๕๙๔</b>		

## ๒. แผนการประเมินผลการเรียนรู้

กิจกรรมที่	ผลการเรียนรู้*	วิธีการประเมิน	ลำดับที่ประเมิน	สัดส่วนของการประเมินผล
๑	๒.๑ ,๒.๒ ,๓.๑ ,๓.๒	การสอบกลางภาคและปลายภาค	๘, ๑๖	๗๐%
๒	๑.๑	พฤติกรรมในชั้นเรียน การตรงต่อเวลาในการเข้าเรียน-การส่งงาน การปฏิบัติตามกฎระเบียบต่างๆ การไม่คัดลอกผลงานของผู้อื่น ความถูกต้องในการอ้างอิงผลงานทางวิชาการในรายงาน การนำเสนอข้อมูลที่ถูกต้องตามข้อเท็จจริง	ตลอดภาคการศึกษา	๑๐%
๓	๒.๑ ,๒.๒ ,๓.๑ ,๓.๒ ,๔.๑ ,๕.๑ ,๕.๒	ผลงานที่ได้รับมอบหมาย การนำเสนอผลงาน พฤติกรรมมีส่วนร่วมในการทำงานกลุ่ม การอภิปรายในชั้นเรียน	ตลอดภาคการศึกษา	๒๐%

กิจกรรม ที่	ผลการเรียนรู้*	วิธีการประเมิน	สัปดาห์ที่ ประเมิน	สัดส่วน ของการ ประเมินผล
		กิจกรรมต่างๆ และความเหมาะสมใน การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ		

\* อ้างอิงผลการเรียนรู้ตามเอกสารแนบภาคผนวก ค ของ มคอ.๒

## หมวดที่ ๖ ทรัพยากรประกอบการเรียนการสอน

### ๑. ตำราและเอกสารหลัก

ภาษาไทย

-

ภาษาอังกฤษ

Shearer P. M., Introduction of Seismology, Cambridge University Press, Cambridge, 1999, ISBN 0521669537.

Stein S. and Wysession M., An Introduction to seismology, Earthquakes, and Earth Structure, Blackwell Publishing, 2003.

### ๒. เอกสารและข้อมูลสำคัญ

Bormann, P. (Ed.) (2012): New Manual of Seismological Observatory Practice (NMSOP-2), Potsdam : Deutsches GeoForschungszentrum GFZ; IASPEI.

DOI: <http://doi.org/10.2312/GFZ.NMSOP-2>

### ๓. เอกสารและข้อมูลแนะนำ

-

## หมวดที่ ๗ การประเมินและปรับปรุงการดำเนินการของรายวิชา

### ๑. กลยุทธ์การประเมินประสิทธิผลของรายวิชาโดยนักศึกษา

- ๑.๑ นักศึกษาแสดงแนวคิดหรือความคิดเห็นผ่านการสนทนาระหว่างผู้สอนและผู้เรียน
- ๑.๒ นักศึกษาประเมินโดยตอบแบบประเมินผู้สอน และแบบประเมินรายวิชา
- ๑.๓ การสังเกตพฤติกรรมของนักศึกษา
- ๑.๔ นักศึกษาสามารถแสดงความคิดเห็นผ่าน social network ของภาควิชาฟิสิกส์ หรือของผู้สอน

๑.๕ นักศึกษาสามารถออกแบบการทดลองหรืองานวิจัยเพื่อตอบโจทย์ปัญหาที่ตั้งที่ได้

## ๒. กลยุทธ์การประเมินการสอน

๒.๑ ประเมินจากแบบประเมินผู้สอน และแบบประเมินรายวิชา

๒.๒ ประเมินจากผลการสอบและการเรียนรู้ของนักศึกษา

## ๓. การปรับปรุงการสอน

หลังจากผลการประเมินการสอนในข้อ ๒ จึงมีการปรับปรุงการสอน โดยการประชุมการจัดการเรียนการสอน เพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน และพัฒนารายวิชา

## ๔. การทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาในรายวิชา

๔.๑ มีคณะกรรมการตรวจสอบมาตรฐาน และความถูกต้องของข้อสอบกลางภาคและข้อสอบปลายภาค

๔.๒ มีการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนตามมาตรฐานผลการเรียนรู้ของรายวิชา

## ๕. การดำเนินการทบทวนและการวางแผนปรับปรุงประสิทธิผลของรายวิชา

๕.๑ ปรับปรุงรายวิชาทุก ๓ ปี หรือตามข้อเสนอแนะ ผลการทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ตามข้อ ๔ และผลจากการประชุมการจัดการเรียนการสอน

๕.๒ เปลี่ยนหรือสลับอาจารย์ผู้สอน เพื่อให้นักศึกษามีมุมมองในเรื่องการประยุกต์ความรู้กับปัญหาที่มาจากงานวิจัยของอาจารย์



เมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอนแล้ว นักศึกษาสามารถ

- ๑.๑ สามารถค้นคว้าผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อที่จะให้สัมมนาได้ครบถ้วน
- ๑.๒ เข้าใจงานที่นำเสนออย่างครบถ้วนและถ่องแท้
- ๑.๓ สามารถนำเสนอผลงานวิจัยในรูปแบบที่ผู้ฟังเข้าใจได้ง่าย
- ๑.๔ สามารถรับฟังและทำความเข้าใจเนื้อหาในสัมมนา และสามารถตั้งคำถามได้เมื่อไม่เข้าใจ

## ๒. วัตถุประสงค์ในการพัฒนา/ปรับปรุงรายวิชา

เพื่อปรับปรุงรายวิชาให้มีความทันสมัย สอดคล้องกับสถานการณ์ในปัจจุบัน

### หมวดที่ ๓ ลักษณะและการดำเนินการ

#### ๑. คำอธิบายรายวิชา

หัวข้อวิจัยทั่วไปในฟิสิกส์ การค้นคว้าเอกสารทางวิชาการ การอ้างอิงแหล่งที่มาอย่างถูกต้องเหมาะสม

General research topics in physics, literature review, proper referencing

#### ๒. จำนวนชั่วโมงที่ใช้ต่อภาคการศึกษา

จำนวนชั่วโมงบรรยายต่อสัปดาห์	๑	ชั่วโมง
จำนวนชั่วโมงฝึกปฏิบัติการต่อสัปดาห์	๐	ชั่วโมง
จำนวนชั่วโมงปฏิบัติงานภาคสนามต่อสัปดาห์	-	ชั่วโมง
จำนวนชั่วโมงการศึกษด้วยตนเอง	๒	ชั่วโมง

#### ๓. จำนวนชั่วโมงต่อสัปดาห์ที่อาจารย์ให้คำปรึกษาและแนะนำทางวิชาการแก่นักศึกษาเป็นรายบุคคล

- ๓.๑ ถ้านักเรียนมีปัญหา อาจารย์จะจัดเวลาให้คำปรึกษา ๑ ชั่วโมงต่อสัปดาห์
- ๓.๒ นักศึกษาจองวันเวลาด่วนแล้วมาพบตามเวลา

### หมวดที่ ๔ การพัฒนาผลการเรียนรู้ของนักศึกษา

#### ๑. คุณธรรม จริยธรรม

- ๑.๑ คุณธรรม จริยธรรมที่ต้องพัฒนา

๑.๑.๑ มีความซื่อสัตย์สุจริต มีระเบียบวินัย เคารพกฎ ระเบียบ และข้อบังคับต่างๆ ขององค์กร ปฏิบัติตามจรรยาบรรณทางวิชาการและวิชาชีพ สามารถจัดการปัญหาทางคุณธรรม จริยธรรมได้ (ผลการเรียนรู้ข้อ ๑.๑)

- ๑.๒ วิธีการสอน

- ๑.๒.๑ บรรยาย สาธิตกรณีศึกษา ที่เกี่ยวข้องกับคุณธรรมจริยธรรม
- ๑.๒.๒ กำหนดกฎระเบียบที่ต้องปฏิบัติในชั้นเรียน เช่น กำหนดเวลาการเข้าเรียน และการส่งงาน
- ๑.๒.๓ จัดการประชุมชี้แจงเกี่ยวกับการปฏิบัติตามจรรยาบรรณทางวิชาการและวิชาชีพ
- ๑.๒.๔ มอบหมายงานและให้นำเสนอผลงาน

### ๑.๓ วิธีการประเมินผล

- ๑.๓.๑ พฤติกรรมในชั้นเรียน การตรงต่อเวลาในการเข้าเรียน-การส่งงาน การปฏิบัติตามกฎระเบียบต่างๆ
- ๑.๓.๒ การไม่คัดลอกผลงานของผู้อื่น ความถูกต้องในการอ้างอิงผลงานทางวิชาการในรายงาน สัมมนา และวิทยานิพนธ์ การนำเสนอข้อมูลที่ต้องทำตามข้อเท็จจริง

## ๒. ความรู้

### ๒.๑ ความรู้ที่ต้องได้รับ

๒.๑.๑ มีความรู้และความเข้าใจในเนื้อหาของหลักการและทฤษฎีที่เป็นแก่นของ ๔ แขนงวิชาหลักของสาขาวิชาฟิสิกส์ อันได้แก่ (๑) กลศาสตร์คลาสสิก (๒) กลศาสตร์ควอนตัม (๓) อุณหพลศาสตร์และฟิสิกส์เชิงสถิติ และ (๔) พลศาสตร์ไฟฟ้าคลาสสิก และคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง (ผลการเรียนรู้ข้อ ๒.๑)

๒.๑.๒ มีความรู้ลึกในแขนงวิชาเฉพาะของสาขาวิชาฟิสิกส์ อย่างน้อยหนึ่งแขนงวิชาในระดับที่สามารถติดตามความก้าวหน้า ศึกษาค้นคว้า เพื่อพัฒนาองค์ความรู้ในแขนงวิชาเฉพาะนั้นได้ด้วยตนเอง (ผลการเรียนรู้ข้อ ๒.๒)

### ๒.๒ วิธีการสอน

- ๒.๒.๑ การบรรยายในชั้นเรียน
- ๒.๒.๒ มอบหมายงานให้ค้นคว้าเพิ่มเติม เขียนรายงาน และนำเสนอในชั้นเรียน
- ๒.๒.๓ จัดการสัมมนาพิเศษโดยวิทยากรภายนอกที่มีความเชี่ยวชาญหรือ มีประสบการณ์ตรง
- ๒.๒.๔ ส่งเสริมกิจกรรมการเรียนรู้ เช่น การเข้าร่วมและนำเสนอผลงาน วิจัยในการประชุมวิชาการ

### ๒.๓ วิธีการประเมินผล

- ๒.๓.๑ ผลงานที่ได้รับมอบหมาย
- ๒.๓.๒ การนำเสนอผลงานในชั้นเรียน

## ๓. ทักษะทางปัญญา(ความรับผิดชอบหลัก)

- ๓.๑ ทักษะทางปัญญาที่ต้องพัฒนา

๓.๑.๑ มีความใฝ่รู้ สามารถสืบค้น วิเคราะห์ ประเมิน และสังเคราะห์ ความรู้ใน ศาสตร์สาขาฟิสิกส์ ได้อย่างเป็นระบบและมีเหตุผล ตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ (ผลการเรียนรู้ข้อ ๓.๑)

๓.๑.๒ สามารถคิด วิเคราะห์ สังเคราะห์ และประยุกต์ความรู้ ในศาสตร์สาขา ฟิสิกส์เฉพาะด้าน โดยใช้กระบวนการ วิจัยที่ถูกต้องได้ด้วยตนเอง (ผลการเรียนรู้ข้อ ๓.๒)

### ๓.๒ วิธีการสอน

๓.๒.๑ เน้นการสอนที่กระตุ้นให้นักศึกษาคิด วิเคราะห์ และร่วมอภิปรายในประเด็น ต่างๆ

๓.๒.๒ มอบหมายงานให้ค้นคว้าเพิ่มเติม เขียนรายงาน และนำเสนอในชั้นเรียน

๓.๒.๓ แนะนำเทคนิคในการทำวิจัย (การสืบค้น วิเคราะห์ ประเมิน และสังเคราะห์ ความรู้) โดยกลุ่มวิจัยและอาจารย์ที่ปรึกษา

๓.๒.๔ ส่งเสริมกิจกรรมการเรียนรู้ เช่น การเข้าร่วมและนำเสนอผลงาน วิจัยในการ ประชุมวิชาการ

### ๓.๓ วิธีการประเมินผล

๓.๓.๑ พฤติกรรมการมีส่วนร่วมในการอภิปรายในชั้นเรียน และในการเข้าร่วม สัมมนา ทั้งในฐานะผู้ฟัง และผู้นำเสนอ

๓.๓.๒ งานที่ได้รับมอบหมาย

## ๔. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ

๔.๑ ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบที่ต้องพัฒนา

๔.๑.๑ มีภาวะผู้นำ และมีมนุษยสัมพันธ์ที่ดี รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น สามารถ ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ดี ทั้งในฐานะผู้นำและในฐานะสมาชิก มีความรับผิดชอบในหน้าที่ของตนเอง และรับผิดชอบต่องานกลุ่ม (ผลการเรียนรู้ข้อ ๔.๑)

### ๔.๒ วิธีการสอน

๔.๒.๑ จัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นการทำงานเป็นกลุ่ม และงานที่ต้องมีปฏิ สัมพันธ์ระหว่างบุคคล

๔.๒.๒ จัดกิจกรรมที่มีการนำเสนอ การอภิปราย และการแสดงความคิดเห็น

### ๔.๓ วิธีการประเมินผล

๔.๓.๑ พฤติกรรมการมีส่วนร่วมในการกิจกรรมต่างๆ ที่ได้รับมอบหมาย

๔.๓.๒ พฤติกรรมการมีส่วนร่วมในการอภิปรายในชั้นเรียน และในการเข้าร่วม สัมมนา ทั้งในฐานะผู้ฟัง และผู้นำเสนอ

## ๕. ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

๕.๑ ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศที่ต้อง พัฒนา

๕.๑.๑ สามารถประยุกต์ความรู้ทางสถิติและคณิตศาสตร์ เพื่อการวิเคราะห์ ประมวลผล แก้ปัญหาและนำเสนอ ได้อย่างเหมาะสม (ผลการเรียนรู้ข้อ ๕.๑)

๕.๑.๒ สามารถใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ เพื่อการสืบค้น เก็บรวบรวมและนำเสนอ ข้อมูล การสื่อสารและถ่ายทอดองค์ความรู้ ทั้งในเชิงวิชาการ และการนำเสนอต่อสาธารณชนทั่วไป ได้อย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสม (ผลการเรียนรู้ข้อ ๕.๒)

#### ๕.๒ วิธีการสอน

๕.๒.๑ จัดให้มีรายวิชาสัมมนา เพื่อฝึกทักษะในการสืบค้น เก็บรวบรวม วิเคราะห์ ประมวลผล และนำเสนอข้อมูล โดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์และสถิติ และเทคโนโลยีสารสนเทศที่เหมาะสม

๕.๒.๒ ส่งเสริมการเข้าร่วมและนำเสนอผลงานวิจัยในการประชุมวิชาการ และการเข้าร่วมในกิจกรรมต่างๆที่มุ่งพัฒนาทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และ การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

#### ๕.๓ วิธีการประเมิน

๕.๓.๑ การนำเสนอผลงานที่ได้รับการมอบหมายในชั้นเรียน

๕.๓.๒ การนำเสนอสัมมนา

๕.๓.๓ ประเมินความเหมาะสมในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศได้อย่างถูกต้อง

### หมวดที่ ๕ แผนการสอนและการประเมินผล

#### ๑. แผนการสอน

ลำดับที่	หัวข้อ	จำนวนชั่วโมง			กิจกรรมการเรียนการสอน และสื่อที่ใช้	อาจารย์ผู้สอน
		บรรยาย	ปฏิบัติ	ศึกษด้วยตนเอง		
๑	การเสนอผลงานวิจัย	๑	๐	๒	บรรยาย กรณีศึกษา การสืบค้นข้อมูลผ่านเทคโนโลยีสารสนเทศ	อ.ดร. กริชณู ทิวากรศศิธร, รศ. ดร. กิตติวิทย์ มาแทน, อ.ดร. อเลฮานโดร ชาอีส์ ริเวรา, ผศ. ดร. สุจินต์ สุ วรรณนะ

ลำดับที่	หัวข้อ	จำนวนชั่วโมง			กิจกรรมการเรียนการสอนและสื่อที่ใช้	อาจารย์ผู้สอน
		บรรยาย	ปฏิบัติ	ศึกษด้วยตนเอง		
๒	สัมมนาพิเศษ	๑	๐	๒	ฟังบรรยายกรณีศึกษา	อ.ดร. กฤษณ์ ทิวากรศศิธร, รศ.ดร. กิตติวิทย์ มาแทน, อ.ดร. อเลฮานโดร ซาฮีส ริเวรา, ผศ.ดร. สุจินต์ สุวรรณะ
๓-๑๕	ให้นักศึกษาสัมมนา	๑๓	๐	๒๖	การสัมมนาและการนำเสนอผลงานของนักศึกษา	อ.ดร. กฤษณ์ ทิวากรศศิธร, รศ.ดร. กิตติวิทย์ มาแทน, อ.ดร. อเลฮานโดร ซาฮีส ริเวรา, ผศ.ดร. สุจินต์ สุวรรณะ
	รวมจำนวนชั่วโมงตลอดภาคการศึกษา	๓๑๒	๐	๖๒๔		

## ๒. แผนการประเมินผลการเรียนรู้

กิจกรรมที่	ผลการเรียนรู้*	วิธีการประเมิน	ลำดับที่ประเมิน	สัดส่วนของการประเมินผล
๑	๑.๑ ,๒.๑ ,๒.๒ ,๓.๑ ,๓.๒ ,๔.๑ ,๕.๑ ,๕.๒	การนำเสนอสัมมนา ผลงานที่ได้รับมอบหมาย การไม่คัดลอกผลงานของผู้อื่น ความถูกต้องในการอ้างอิงผลงานทางวิชาการในรายงาน การนำเสนอข้อมูลที่ถูกต้องตามข้อเท็จจริงและความเหมาะสมในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ	๓-๑๕	๙๐%
๒	๑.๑ ,๒.๑ ,๒.๒ ,๓.๑ ,๓.๒	พฤติกรรมการมีส่วนร่วมในการทำงาน	ตลอดภาค	๑๐%

กิจกรรม ที่	ผลการเรียนรู้*	วิธีการประเมิน	สัปดาห์ที่ ประเมิน	สัดส่วน ของการ ประเมินผล
	,๔.๑ ,๕.๑ ,๕.๒	กลุ่ม การอภิปรายในชั้นเรียน กิจกรรม ต่างๆ พฤติกรรมในชั้นเรียน และในการ เข้าร่วมสัมมนา ทั้งในฐานะผู้ฟัง และ ผู้นำเสนอ การตรงต่อเวลาในการเข้า เรียน-การส่งงาน การปฏิบัติตาม กฎระเบียบต่างๆ	การศึกษา	

\* อ้างอิงผลการเรียนรู้ตามเอกสารแนบภาคผนวก ค ของ มคอ.๒

## หมวดที่ ๖ ทรัพยากรประกอบการเรียนการสอน

### ๑. ตำราและเอกสารหลัก

ภาษาไทย

-

ภาษาอังกฤษ

-

### ๒. เอกสารและข้อมูลสำคัญ

-

### ๓. เอกสารและข้อมูลแนะนำ

[www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)

[www.scopus.com](http://www.scopus.com)

## หมวดที่ ๗ การประเมินและปรับปรุงการดำเนินการของรายวิชา

### ๑. กลยุทธ์การประเมินประสิทธิผลของรายวิชาโดยนักศึกษา

๑.๑ นักศึกษาแสดงแนวคิดหรือความคิดเห็นผ่านการสนทนาระหว่างผู้สอนและผู้เรียน

๑.๒ นักศึกษาประเมินโดยตอบแบบประเมินผู้สอน และแบบประเมินรายวิชา

๑.๓ การสังเกตพฤติกรรมของนักศึกษา

๑.๔ นักศึกษาสามารถแสดงความคิดเห็นผ่าน social network ของภาควิชาฟิสิกส์ หรือของผู้สอน

## ๒. กลยุทธ์การประเมินการสอน

๒.๑ ประเมินจากแบบประเมินผู้สอน และแบบประเมินรายวิชา

๒.๒ ประเมินจากผลการสอบและการเรียนรู้ของนักศึกษา

## ๓. การปรับปรุงการสอน

หลังจากผลการประเมินการสอนในข้อ ๒ จึงมีการปรับปรุงการสอน โดยการประชุมการจัดการเรียนการสอน เพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน และพัฒนารายวิชา

## ๔. การทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาในรายวิชา

๔.๑ มีคณะกรรมการตรวจสอบมาตรฐาน และความถูกต้องของข้อสอบกลางภาคและข้อสอบปลายภาค

๔.๒ มีการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนตามมาตรฐานผลการเรียนรู้ของรายวิชา

## ๕. การดำเนินการทบทวนและการวางแผนปรับปรุงประสิทธิผลของรายวิชา

๕.๑ ปรับปรุงรายวิชาทุก ๓ ปี หรือตามข้อเสนอแนะ ผลการทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ตามข้อ ๔ และผลจากการประชุมการจัดการเรียนการสอน

๕.๒ เปลี่ยนหรือสลับอาจารย์ผู้สอน เพื่อให้นักศึกษามีมุมมองในเรื่องการประยุกต์ความรู้กับปัญหาที่มาจากงานวิจัยของอาจารย์



- ๑.๑ สามารถค้นคว้าผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อที่จะให้สัมมนาได้ครบถ้วน
- ๑.๒ เข้าใจงานที่นำเสนออย่างครบถ้วนและถ่องแท้
- ๑.๓ สามารถนำเสนอผลงานวิจัยในรูปแบบที่ผู้ฟังเข้าใจได้ง่าย
- ๑.๔ สามารถรับฟังและทำความเข้าใจเนื้อหาในสัมมนา และสามารถตั้งคำถามได้เมื่อไม่เข้าใจ

## ๒. วัตถุประสงค์ในการพัฒนา/ปรับปรุงรายวิชา

เพื่อปรับปรุงรายวิชาให้มีความทันสมัย สอดคล้องกับสถานการณ์ในปัจจุบัน

### หมวดที่ ๓ ลักษณะและการดำเนินการ

#### ๑. คำอธิบายรายวิชา

หัวข้อวิจัยที่กำลังเป็นที่สนใจในด้านฟิสิกส์ การเขียนเค้าโครงงานวิจัย ความซื่อสัตย์ทางวิชาการ

Current research topics in physics, research proposal writing, academic integrity

#### ๒. จำนวนชั่วโมงที่ใช้ต่อภาคการศึกษา

จำนวนชั่วโมงบรรยายต่อสัปดาห์	๑	ชั่วโมง
จำนวนชั่วโมงฝึกปฏิบัติการต่อสัปดาห์	๐	ชั่วโมง
จำนวนชั่วโมงปฏิบัติงานภาคสนามต่อสัปดาห์	-	ชั่วโมง
จำนวนชั่วโมงการศึกษาด้วยตนเอง	๒	ชั่วโมง

#### ๓. จำนวนชั่วโมงต่อสัปดาห์ที่อาจารย์ให้คำปรึกษาและแนะนำทางวิชาการแก่นักศึกษาเป็นรายบุคคล

- ๓.๑ ถ้านักเรียนมีปัญหา อาจารย์จะจัดเวลาให้คำปรึกษา ๑ ชั่วโมงต่อสัปดาห์
- ๓.๒ นักศึกษาจองวันเวลาล่วงหน้าแล้วมาพบตามเวลา

### หมวดที่ ๔ การพัฒนาผลการเรียนรู้ของนักศึกษา

#### ๑. คุณธรรม จริยธรรม

- ๑.๑ คุณธรรม จริยธรรมที่ต้องพัฒนา

๑.๑.๑ มีความซื่อสัตย์สุจริต มีระเบียบวินัย เคารพกฎ ระเบียบ และข้อบังคับต่างๆ ขององค์กร ปฏิบัติตามจรรยาบรรณทางวิชาการและวิชาชีพ สามารถจัดการปัญหาทางคุณธรรม จริยธรรมได้ (ผลการเรียนรู้ข้อ ๑.๑)

- ๑.๒ วิธีการสอน

๑.๒.๑ บรรยาย สาธิตกรณีศึกษา ที่เกี่ยวข้องกับคุณธรรมจริยธรรม

๑.๒.๒ กำหนดกฎระเบียบที่ต้องปฏิบัติในชั้นเรียน เช่น กำหนดเวลาการเข้าเรียน และการส่งงาน

๑.๒.๓ จัดการประชุมชี้แจงเกี่ยวกับการปฏิบัติตามจรรยาบรรณทางวิชาการและวิชาชีพ

๑.๒.๔ มอบหมายงานและให้นำเสนอผลงาน

๑.๓ วิธีการประเมินผล

๑.๓.๑ พฤติกรรมในชั้นเรียน การตรงต่อเวลาในการเข้าเรียน-การส่งงาน การปฏิบัติตามกฎระเบียบต่างๆ

๑.๓.๒ การไม่คัดลอกผลงานของผู้อื่น ความถูกต้องในการอ้างอิงผลงานทางวิชาการในรายงาน สัมมนา และวิทยานิพนธ์ การนำเสนอข้อมูลที่ถูกต้องตามข้อเท็จจริง

## ๒. ความรู้

๒.๑ ความรู้ที่ต้องได้รับ

๒.๑.๑ มีความรู้และความเข้าใจในเนื้อหาของหลักการและทฤษฎีที่เป็นแก่นของ ๔ แขนงวิชาหลักของสาขาวิชาฟิสิกส์ อันได้แก่ (๑) กลศาสตร์คลาสสิก (๒) กลศาสตร์ควอนตัม (๓) อุณหพลศาสตร์และฟิสิกส์เชิงสถิติ และ (๔) พลศาสตร์ไฟฟ้าคลาสสิก และคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง (ผลการเรียนรู้ข้อ ๒.๑)

๒.๑.๒ มีความรู้ลึกในแขนงวิชาเฉพาะของสาขาวิชาฟิสิกส์ อย่างน้อยหนึ่งแขนงวิชาในระดับที่สามารถติดตามความก้าวหน้า ศึกษาค้นคว้า เพื่อพัฒนาองค์ความรู้ในแขนงวิชาเฉพาะนั้นได้ด้วยตนเอง (ผลการเรียนรู้ข้อ ๒.๒)

๒.๒ วิธีการสอน

๒.๒.๑ การบรรยายในชั้นเรียน

๒.๒.๒ มอบหมายงานให้ค้นคว้าเพิ่มเติม เขียนรายงาน และนำเสนอในชั้นเรียน

๒.๒.๓ จัดการสัมมนาพิเศษโดยวิทยากรภายนอกที่มีความเชี่ยวชาญหรือ มีประสบการณ์ตรง

๒.๒.๔ ส่งเสริมกิจกรรมการเรียนรู้ เช่น การเข้าร่วมและนำเสนอผลงาน วิจัยในการประชุมวิชาการ

๒.๓ วิธีการประเมินผล

๒.๓.๑ ผลงานที่ได้รับมอบหมาย

๒.๓.๒ การนำเสนอผลงานในชั้นเรียน

## ๓. ทักษะทางปัญญา(ความรับผิดชอบหลัก)

๓.๑ ทักษะทางปัญญาที่ต้องพัฒนา

๓.๑.๑ มีความใฝ่รู้ สามารถสืบค้น วิเคราะห์ ประเมิน และสังเคราะห์ ความรู้ใน ศาสตร์สาขาฟิสิกส์ ได้อย่างเป็นระบบและมีเหตุผล ตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ (ผลการเรียนรู้ข้อ ๓.๑)

๓.๑.๒ สามารถคิด วิเคราะห์ สังเคราะห์ และประยุกต์ความรู้ ในศาสตร์สาขา ฟิสิกส์เฉพาะด้าน โดยใช้กระบวนการ วิจัยที่ถูกต้องได้ด้วยตนเอง (ผลการเรียนรู้ข้อ ๓.๒)

### ๓.๒ วิธีการสอน

๓.๒.๑ เน้นการสอนที่กระตุ้นให้นักศึกษาคิด วิเคราะห์ และร่วมอภิปรายในประเด็น ต่างๆ

๓.๒.๒ มอบหมายงานให้ค้นคว้าเพิ่มเติม เขียนรายงาน และนำเสนอในชั้นเรียน

๓.๒.๓ แนะนำเทคนิคในการทำวิจัย (การสืบค้น วิเคราะห์ ประเมิน และสังเคราะห์ ความรู้) โดยกลุ่มวิจัยและอาจารย์ที่ปรึกษา

๓.๒.๔ ส่งเสริมกิจกรรมการเรียนรู้ เช่น การเข้าร่วมและนำเสนอผลงาน วิจัยในการ ประชุมวิชาการ

### ๓.๓ วิธีการประเมินผล

๓.๓.๑ พฤติกรรมการมีส่วนร่วมในการอภิปรายในชั้นเรียน และในการเข้าร่วม สัมมนา ทั้งในฐานะผู้ฟัง และผู้นำเสนอ

๓.๓.๒ งานที่ได้รับมอบหมาย

## ๔. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ

๔.๑ ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบที่ต้องพัฒนา

๔.๑.๑ มีภาวะผู้นำ และมีมนุษยสัมพันธ์ที่ดี รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น สามารถ ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ดี ทั้งในฐานะผู้นำและในฐานะสมาชิก มีความรับผิดชอบในหน้าที่ของตนเอง และรับผิดชอบต่องานกลุ่ม (ผลการเรียนรู้ข้อ ๔.๑)

### ๔.๒ วิธีการสอน

๔.๒.๑ จัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นการทำงานเป็นกลุ่ม และงานที่ต้องมีปฏิ สัมพันธ์ระหว่างบุคคล

๔.๒.๒ จัดกิจกรรมที่มีการนำเสนอ การอภิปราย และการแสดงความคิดเห็น

### ๔.๓ วิธีการประเมินผล

๔.๓.๑ พฤติกรรมการมีส่วนร่วมในการกิจกรรมต่างๆ ที่ได้รับมอบหมาย

๔.๓.๒ พฤติกรรมการมีส่วนร่วมในการอภิปรายในชั้นเรียน และในการเข้าร่วม

## ๕. ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

๕.๑ ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศที่ต้อง พัฒนา

๕.๑.๑ สามารถประยุกต์ความรู้ทางสถิติและคณิตศาสตร์ เพื่อการวิเคราะห์ ประมวลผล แก้ปัญหาและนำเสนอ ได้อย่างเหมาะสม (ผลการเรียนรู้ข้อ ๕.๑)

๕.๑.๒ สามารถใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ เพื่อการสืบค้น เก็บรวบรวมและนำเสนอ ข้อมูล การสื่อสารและถ่ายทอดองค์ความรู้ ทั้งในเชิงวิชาการ และการนำเสนอต่อสาธารณชนทั่วไป ได้อย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสม (ผลการเรียนรู้ข้อ ๕.๒)

#### ๕.๒ วิธีการสอน

๕.๒.๑ จัดให้มีรายวิชาสัมมนา เพื่อฝึกทักษะในการสืบค้น เก็บรวบรวม วิเคราะห์ ประมวลผล และนำเสนอข้อมูล โดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์และสถิติ และเทคโนโลยีสารสนเทศที่เหมาะสม

๕.๒.๒ ส่งเสริมการเข้าร่วมและนำเสนอผลงานวิจัยในการประชุมวิชาการ และการเข้าร่วมในกิจกรรมต่างๆที่มุ่งพัฒนาทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และ การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

#### ๕.๓ วิธีการประเมิน

๕.๓.๑ การนำเสนอผลงานที่ได้รับการมอบหมายในชั้นเรียน

๕.๓.๒ การนำเสนอสัมมนา

๕.๓.๓ ประเมินความเหมาะสมในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศได้อย่างถูกต้อง

### หมวดที่ ๕ แผนการสอนและการประเมินผล

#### ๑. แผนการสอน

ลำดับที่	หัวข้อ	จำนวนชั่วโมง			กิจกรรมการเรียนการสอน และสื่อที่ใช้	อาจารย์ผู้สอน
		บรรยาย	ปฏิบัติ	ศึกษด้วยตนเอง		
๑	การเสนอผลงานวิจัย	๑	๐	๒	บรรยาย กรณีศึกษา การสืบค้นข้อมูลผ่านเทคโนโลยีสารสนเทศ	อ.ดร. กริชณู ทิวากรศศิธร, รศ. ดร. กิตติวิทย์ มาแทน, อ.ดร. อเลฮานโดร ซาฮีส ริเวรา, ผศ. ดร. สุจินต์ สุ วรรณะ

ลำดับที่	หัวข้อ	จำนวนชั่วโมง			กิจกรรมการเรียนการสอนและสื่อที่ใช้	อาจารย์ผู้สอน
		บรรยาย	ปฏิบัติ	ศึกษด้วยตนเอง		
๒	สัมมนาพิเศษ	๑	๐	๒	ฟังบรรยายกรณีศึกษา	อาจารย์พิเศษ, อ.ดร. กฤษณู ทิวากรศศิธร, รศ.ดร. กิตติวิทย์ มาแทน, อ.ดร. อเลฮานโดร ชาอีส ริเวรา, ผศ.ดร. สุจินต์ สุวรรณะ
๓-๑๕	ให้นักศึกษาสัมมนา	๑๓	๐	๒๖	การสัมมนาและการนำเสนอผลงานของนักศึกษา	อ.ดร. กฤษณู ทิวากรศศิธร, รศ.ดร. กิตติวิทย์ มาแทน, อ.ดร. อเลฮานโดร ชาอีส ริเวรา, ผศ.ดร. สุจินต์ สุวรรณะ
	รวมจำนวนชั่วโมงตลอดภาคการศึกษา	๓๒๗	๐	๖๕๔		

## ๒. แผนการประเมินผลการเรียนรู้

กิจกรรมที่	ผลการเรียนรู้*	วิธีการประเมิน	ลำดับที่ประเมิน	สัดส่วนของการประเมินผล
๑	๑.๑ ,๒.๑ ,๒.๒ ,๓.๑ ,๓.๒ ,๔.๑ ,๕.๑ ,๕.๒	การนำเสนอสัมมนา ผลงานที่ได้รับมอบหมาย การไม่คัดลอกผลงานของผู้อื่น ความถูกต้องในการอ้างอิงผลงานทางวิชาการในรายงาน การนำเสนอข้อมูลที่ถูกต้องตามข้อเท็จจริงและความเหมาะสมในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ	๓-๑๕	๙๐%

กิจกรรม ที่	ผลการเรียนรู้*	วิธีการประเมิน	สัปดาห์ที่ ประเมิน	สัดส่วน ของการ ประเมินผล
๒	๑.๑ ,๒.๑ ,๒.๒ ,๓.๑ ,๓.๒ ,๔.๑ ,๕.๑ ,๕.๒	พฤติกรรมการณ์มีส่วนร่วมในการทำงาน กลุ่ม การอภิปรายในชั้นเรียน กิจกรรม ต่างๆ พฤติกรรมในชั้นเรียน และในการ เข้าร่วมสัมมนา ทั้งในฐานะผู้ฟัง และ ผู้นำเสนอ การตรงต่อเวลาในการเข้า เรียน-การส่งงาน การปฏิบัติตาม กฎระเบียบต่างๆ	ตลอดภาค การศึกษา	๑๐%

\* อ้างอิงผลการเรียนรู้ตามเอกสารแนบภาคผนวก ค ของ มคอ.๒

## หมวดที่ ๖ ทรัพยากรประกอบการเรียนการสอน

### ๑. ตำราและเอกสารหลัก

ภาษาไทย

-

ภาษาอังกฤษ

-

### ๒. เอกสารและข้อมูลสำคัญ

-

### ๓. เอกสารและข้อมูลแนะนำ

[www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)

[www.scopus.com](http://www.scopus.com)

## หมวดที่ ๗ การประเมินและปรับปรุงการดำเนินการของรายวิชา

### ๑. กลยุทธ์การประเมินประสิทธิผลของรายวิชาโดยนักศึกษา

๑.๑ นักศึกษาแสดงแนวคิดหรือความคิดเห็นผ่านการสนทนาระหว่างผู้สอนและผู้เรียน

๑.๒ นักศึกษาประเมินโดยตอบแบบประเมินผู้สอน และแบบประเมินรายวิชา

๑.๓ การสังเกตพฤติกรรมของนักศึกษา

๑.๔ นักศึกษาสามารถแสดงความคิดเห็นผ่าน social network ของภาควิชาฟิสิกส์ หรือของผู้สอน

## ๒. กลยุทธ์การประเมินการสอน

๒.๑ ประเมินจากแบบประเมินผู้สอน และแบบประเมินรายวิชา

๒.๒ ประเมินจากผลการสอบและการเรียนรู้ของนักศึกษา

## ๓. การปรับปรุงการสอน

หลังจากผลการประเมินการสอนในข้อ ๒ จึงมีการปรับปรุงการสอน โดยการประชุมการจัดการเรียนการสอน เพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน และพัฒนารายวิชา

## ๔. การทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาในรายวิชา

๔.๑ มีคณะกรรมการตรวจสอบมาตรฐาน และความถูกต้องของข้อสอบกลางภาคและข้อสอบปลายภาค

๔.๒ มีการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนตามมาตรฐานผลการเรียนรู้ของรายวิชา

## ๕. การดำเนินการทบทวนและการวางแผนปรับปรุงประสิทธิผลของรายวิชา

๕.๑ ปรับปรุงรายวิชาทุก ๓ ปี หรือตามข้อเสนอแนะ ผลการทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ตามข้อ ๔ และผลจากการประชุมการจัดการเรียนการสอน

๕.๒ เปลี่ยนหรือสลับอาจารย์ผู้สอน เพื่อให้นักศึกษามีมุมมองในเรื่องการประยุกต์ความรู้กับปัญหาที่มาจากงานวิจัยของอาจารย์



๑.๓ วิเคราะห์โครงสร้างเชิงผิว และการเลี้ยวเบนของอิเล็กตรอน

๑.๔ วิเคราะห์แฟกเตอร์โครงสร้างแม่เหล็ก การกระเจิงของอิเล็กตรอนที่มุมน้อยๆ และการเลี้ยวเบนของนิวตรอน

## ๒. วัตถุประสงค์ในการพัฒนา/ปรับปรุงรายวิชา

เพื่อปรับปรุงรายวิชาให้มีความทันสมัย สอดคล้องกับองค์ความรู้ในปัจจุบัน

### หมวดที่ ๓ ลักษณะและการดำเนินการ

#### ๑. คำอธิบายรายวิชา

ธรรมชาติของโครงสร้างแบบซ้ำ สมมาตรของแลตติซ กลุ่มปริภูมิ ทฤษฎีการเลี้ยวเบน และแลตติซส่วนกลับ แฟกเตอร์โครงสร้าง แฟกเตอร์ฟอร์มอะตอม แฟกเตอร์ฟอร์มแม่เหล็ก เทคนิคการเลี้ยวเบนแบบต่าง ๆ การใช้ความสมมาตรเพื่อวิเคราะห์โครงสร้าง หลักการวิเคราะห์โครงสร้างผลึกด้วยวิธีเลี้ยวเบนรังสีเอ็กซ์ การเลี้ยวเบนรังสีเอ็กซ์แนวเกือบขนานผิว การวิเคราะห์โครงสร้างผิวด้วยการเลี้ยวเบนอิเล็กตรอน การกระเจิงนิวตรอนที่มุมเล็กๆ การตรวจวิเคราะห์วัสดุอ่อนและสมบัติทางแม่เหล็กด้วยการเลี้ยวเบนนิวตรอนและการกระเจิงของนิวตรอนแบบไม่ยืดหยุ่น

Nature of periodic structure, symmetry of lattices, space group, diffraction theory and reciprocal lattice, structure factor, atomic form factor, magnetic form factor, various diffraction techniques, the use of symmetry in structure determination, principles of crystal structure analysis by X-ray diffraction methods, glancing incident XRD, surface structure analysis with electron diffraction, small angle neutron scattering, characterizations of soft matter and magnetic properties with neutron diffraction and inelastic neutron scattering

#### ๒. จำนวนชั่วโมงที่ใช้ต่อภาคการศึกษา

จำนวนชั่วโมงบรรยายต่อสัปดาห์	๓	ชั่วโมง
จำนวนชั่วโมงฝึกปฏิบัติการต่อสัปดาห์	๐	ชั่วโมง
จำนวนชั่วโมงปฏิบัติงานภาคสนามต่อสัปดาห์	-	ชั่วโมง
จำนวนชั่วโมงการศึกษาด้วยตนเอง	๖	ชั่วโมง

#### ๓. จำนวนชั่วโมงต่อสัปดาห์ที่อาจารย์ให้คำปรึกษาและแนะนำทางวิชาการแก่นักศึกษาเป็นรายบุคคล

- ๓.๑ อาจารย์ประจำรายวิชา ประกาศเวลาให้คำปรึกษาผ่านเทคโนโลยีสารสนเทศ
- ๓.๒ อาจารย์จัดเวลาให้คำปรึกษาเป็นรายบุคคล ๓ ชั่วโมงต่อสัปดาห์
- ๓.๓ นักศึกษาจองวันเวลาล่วงหน้าแล้วมาพบตามเวลา

## หมวดที่ ๔ การพัฒนาผลการเรียนรู้ของนักศึกษา

### ๑. คุณธรรม จริยธรรม

#### ๑.๑ คุณธรรม จริยธรรมที่ต้องพัฒนา

๑.๑.๑ มีความซื่อสัตย์สุจริต มีระเบียบวินัย เคารพกฎ ระเบียบ และข้อบังคับต่างๆ ขององค์กร ปฏิบัติตามจรรยาบรรณทางวิชาการและวิชาชีพ สามารถจัดการปัญหาทางคุณธรรม จริยธรรมได้ (ผลการเรียนรู้ข้อ ๑.๑)

#### ๑.๒ วิธีการสอน

๑.๒.๑ บรรยาย สาธิตกรณีศึกษา ที่เกี่ยวข้องกับคุณธรรมจริยธรรม

๑.๒.๒ กำหนดกฎระเบียบที่ต้องปฏิบัติในชั้นเรียน เช่น กำหนดเวลาการเข้าเรียน และการส่งงาน

๑.๒.๓ จัดการประชุมชี้แจงเกี่ยวกับการปฏิบัติตามจรรยาบรรณทางวิชาการและวิชาชีพ

๑.๒.๔ มอบหมายงานและให้นำเสนอผลงาน

#### ๑.๓ วิธีการประเมินผล

๑.๓.๑ พฤติกรรมในชั้นเรียน การตรงต่อเวลาในการเข้าเรียน-การส่งงาน การปฏิบัติตามกฎระเบียบต่างๆ

๑.๓.๒ การไม่คัดลอกผลงานของผู้อื่น ความถูกต้องในการอ้างอิงผลงานทางวิชาการในรายงาน สัมมนา และวิทยานิพนธ์ การนำเสนอข้อมูลที่ถูกต้องตามข้อเท็จจริง

### ๒. ความรู้

#### ๒.๑ ความรู้ที่ต้องได้รับ

๒.๑.๑ มีความรู้และความเข้าใจในเนื้อหาของหลักการและทฤษฎีที่เป็นแก่นของ ๔ แขนงวิชาหลักของสาขาวิชาฟิสิกส์ อันได้แก่ (๑) กลศาสตร์คลาสสิก (๒) กลศาสตร์ควอนตัม (๓) อุณหพลศาสตร์และฟิสิกส์เชิงสถิติ และ (๔) พลศาสตร์ไฟฟ้าคลาสสิก และคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง (ผลการเรียนรู้ข้อ ๒.๑)

๒.๑.๒ มีความรู้ลึกในแขนงวิชาเฉพาะของสาขาวิชาฟิสิกส์ อย่างน้อยหนึ่งแขนงวิชา ในระดับที่สามารถติดตามความก้าวหน้า ศึกษาค้นคว้า เพื่อพัฒนาองค์ความรู้ในแขนงวิชาเฉพาะนั้น ได้ด้วยตนเอง (ผลการเรียนรู้ข้อ ๒.๒)

#### ๒.๒ วิธีการสอน

๒.๒.๑ การบรรยายในชั้นเรียน

๒.๒.๒ มอบหมายงานให้ค้นคว้าเพิ่มเติม เขียนรายงาน และนำเสนอในชั้นเรียน

๒.๒.๓ จัดการสัมมนาพิเศษโดยวิทยากรภายนอกที่มีความเชี่ยวชาญหรือ มีประสบการณ์ตรง

๒.๒.๔ ส่งเสริมกิจกรรมการเรียนรู้ เช่น การเข้าร่วมและนำเสนอผลงาน วิจัยในการประชุมวิชาการ

๒.๓ วิธีการประเมินผล

๒.๓.๑ การสอบกลางภาคและปลายภาค

๒.๓.๒ ผลงานที่ได้รับมอบหมาย

๒.๓.๓ การนำเสนอผลงานในชั้นเรียน

### ๓. ทักษะทางปัญญา(ความรับผิดชอบหลัก)

๓.๑ ทักษะทางปัญญาที่ต้องพัฒนา

๓.๑.๑ มีความใฝ่รู้ สามารถสืบค้น วิเคราะห์ ประเมิน และสังเคราะห์ ความรู้ในศาสตร์สาขาฟิสิกส์ ได้อย่างเป็นระบบและมีเหตุผล ตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ (ผลการเรียนรู้ข้อ ๓.๑)

๓.๑.๒ สามารถคิด วิเคราะห์ สังเคราะห์ และประยุกต์ความรู้ ในศาสตร์สาขาฟิสิกส์เฉพาะด้าน โดยใช้กระบวนการ วิจัยที่ถูกต้องได้ด้วยตนเอง (ผลการเรียนรู้ข้อ ๓.๒)

๓.๒ วิธีการสอน

๓.๒.๑ เน้นการสอนที่กระตุ้นให้นักศึกษาคิด วิเคราะห์ และร่วมอภิปรายในประเด็นต่างๆ

๓.๒.๒ มอบหมายงานให้ค้นคว้าเพิ่มเติม เขียนรายงาน และนำเสนอในชั้นเรียน

๓.๒.๓ แนะนำเทคนิคในการทำวิจัย (การสืบค้น วิเคราะห์ ประเมิน และสังเคราะห์ ความรู้) โดยกลุ่มวิจัยและอาจารย์ที่ปรึกษา

๓.๒.๔ ส่งเสริมกิจกรรมการเรียนรู้ เช่น การเข้าร่วมและนำเสนอผลงาน วิจัยในการประชุมวิชาการ

๓.๓ วิธีการประเมินผล

๓.๓.๑ พฤติกรรมการมีส่วนร่วมในการอภิปรายในชั้นเรียน และในการเข้าร่วมสัมมนา ทั้งในฐานะผู้ฟัง และผู้นำเสนอ

๓.๓.๒ งานที่ได้รับมอบหมาย

๓.๓.๓ การสอบที่เน้นการคิด-วิเคราะห์

### ๔. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ

๔.๑ ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบที่ต้องพัฒนา

๔.๑.๑ มีภาวะผู้นำ และมีมนุษยสัมพันธ์ที่ดี รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ดี ทั้งในฐานะผู้นำและในฐานะสมาชิก มีความรับผิดชอบในหน้าที่ของตนเอง และรับผิดชอบต่องานกลุ่ม (ผลการเรียนรู้ข้อ ๔.๑)

๔.๒ วิธีการสอน

๔.๒.๑ จัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นการทำงานเป็นกลุ่ม และงานที่ต้องมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคล

๔.๒.๒ จัดกิจกรรมที่มีการนำเสนอ การอภิปราย และการแสดงความคิดเห็น

๔.๓ วิธีการประเมินผล

๔.๓.๑ พฤติกรรมการมีส่วนร่วมในการกิจกรรมต่างๆ ที่ได้รับมอบหมาย

๔.๓.๒ พฤติกรรมในการทำงานกลุ่ม

๔.๓.๓ พฤติกรรมการมีส่วนร่วมในการอภิปรายในชั้นเรียน และในการเข้าร่วมสัมมนา ทั้งในฐานะผู้ฟัง และผู้นำเสนอ

**๕. ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ**

๕.๑ ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศที่ต้องพัฒนา

๕.๑.๑ สามารถประยุกต์ความรู้ทางสถิติและคณิตศาสตร์ เพื่อการวิเคราะห์ประมวลผล แก้ปัญหาและนำเสนอ ได้อย่างเหมาะสม (ผลการเรียนรู้ข้อ ๕.๑)

๕.๑.๒ สามารถใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ เพื่อการสืบค้น เก็บรวบรวมและนำเสนอ ข้อมูล การสื่อสารและถ่ายทอดองค์ความรู้ ทั้งในเชิงวิชาการ และการนำเสนอต่อสาธารณชนทั่วไป ได้อย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสม (ผลการเรียนรู้ข้อ ๕.๒)

๕.๒ วิธีการสอน

๕.๒.๑ จัดให้มีการนำเสนอในรายวิชา เพื่อฝึกทักษะในการสืบค้น เก็บรวบรวม วิเคราะห์ ประมวลผล และนำเสนอข้อมูล โดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์และสถิติ และเทคโนโลยีสารสนเทศที่เหมาะสม

๕.๒.๒ ส่งเสริมการเข้าร่วมและนำเสนอผลงานวิจัยในการประชุมวิชาการ และการเข้าร่วมในกิจกรรมต่างๆที่มุ่งพัฒนาทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

๕.๓ วิธีการประเมิน

๕.๓.๑ การนำเสนอผลงานที่ได้รับ

๕.๓.๒ ประเมินความเหมาะสมในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศได้อย่างถูกต้อง

## หมวดที่ ๕ แผนการสอนและการประเมินผล

### ๑. แผนการสอน

สัปดาห์	หัวข้อ	จำนวนชั่วโมง	กิจกรรมการ	อาจารย์ผู้สอน
---------	--------	--------------	------------	---------------

ที่		บรรยาย	ปฏิบัติ	ศึกษา ด้วย ตนเอง	เรียนการสอน และสื่อที่ใช้	
๑	ทบทวนทฤษฎีการ เลี้ยวเบน	๓	๐	๖	บรรยาย กรณีศึกษา การ สืบค้นข้อมูลผ่าน เทคโนโลยี สารสนเทศ	รศ.ดร. กิตติวิทย์ มาแทน
๒	ทบทวนเครื่องมือการ เลี้ยวเบน	๓	๐	๖	บรรยาย กรณีศึกษา และ การอภิปรายกลุ่ม	รศ.ดร. กิตติวิทย์ มาแทน
๓-๕	โครงสร้างผลึก และ แลตติซส่วนกลับ	๙	๐	๑๘	บรรยาย	รศ.ดร. กิตติวิทย์ มาแทน
๖-๙	โครงสร้างผลึก และ การเลี้ยวเบนรังสีเอ็กซ์	๑๒	๐	๒๔	บรรยาย กรณีศึกษา และ มอบหมายงาน	รศ.ดร. กิตติวิทย์ มาแทน
๑๐-๑๒	โครงสร้างผิว และ การ เลี้ยวเบนอิเล็กตรอน	๙	๐	๑๘	บรรยาย กรณีศึกษา การ สืบค้นข้อมูลผ่าน เทคโนโลยี สารสนเทศ	รศ.ดร. กิตติวิทย์ มาแทน
๑๓-๑๕	การเลี้ยวเบนนิวตรอน และ การกระเจิง นิวตรอนที่มุมน้อยๆ	๙	๐	๑๘	บรรยาย กรณีศึกษา อภิปรายกลุ่ม	รศ.ดร. กิตติวิทย์ มาแทน
๑๖	สอบปลายภาค	๐	๐	๐		
	รวมจำนวนชั่วโมง ตลอดภาคการศึกษา	๓๗๒	๐	๗๔๔		

## ๒. แผนการประเมินผลการเรียนรู้

กิจกรรม ที่	ผลการเรียนรู้*	วิธีการประเมิน	สัปดาห์ที่ ประเมิน	สัดส่วน ของการ ประเมินผล
๑	๒.๑ ,๒.๒ ,๓.๑ ,๓.๒	ผลสอบปลายภาค	๑๖	๗๐%
๒	๑.๑	พฤติกรรมในชั้นเรียน การตรงต่อเวลาใน การเข้าเรียน-การส่งงาน การปฏิบัติตาม กฎระเบียบต่างๆ การไม่คัดลอกผลงาน ของผู้อื่น ความถูกต้องในการอ้างอิง ผลงานทางวิชาการในรายงาน การ นำเสนอข้อมูลที่ถูกต้องตามข้อเท็จจริง	ตลอดภาค การศึกษา	๑๐%
๓	๒.๑ ,๒.๒ ,๓.๑ ,๓.๒ ,๔.๑ ,๕.๑ ,๕.๒	ผลงานที่ได้รับมอบหมาย การนำเสนอ ผลงาน พฤติกรรมการมีส่วนร่วมในการ ทำงานกลุ่ม การอภิปรายในชั้นเรียน กิจกรรมต่างๆ และความเหมาะสมใน การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ	ตลอดภาค การศึกษา	๒๐%

\* อ้างอิงผลการเรียนรู้ตามเอกสารแนบภาคผนวก ค ของ มคอ.๒

## หมวดที่ ๖ ทรัพยากรประกอบการเรียนการสอน

### ๑. ตำราและเอกสารหลัก

ภาษาไทย

-

ภาษาอังกฤษ

B.D. Cullity and S.R. Stock, Elements of X-ray Diffraction, Prentice Hall, 2001.

C. Kittel, Introduction of Solid State Physics, 8th edition, John-Wiley & sons, 2005.

E. N. Kaufmann, Characterization of Materials, John Wiley & Sons, Inc. (US), 2003.

C. Richards Brundle, C. A. Evans Jr and S. Wilson, Editors Encyclopedia of Materials Characterization Vol I and II, Butterworth-Heinemann, 1992.

### ๒. เอกสารและข้อมูลสำคัญ

-

### ๓. เอกสารและข้อมูลแนะนำ

-

## หมวดที่ ๗ การประเมินและปรับปรุงการดำเนินการของรายวิชา

### ๑. กลยุทธ์การประเมินประสิทธิผลของรายวิชาโดยนักศึกษา

- ๑.๑ นักศึกษาแสดงแนวคิดหรือความคิดเห็นผ่านการสนทนาระหว่างผู้สอนและผู้เรียน
- ๑.๒ นักศึกษาประเมินโดยตอบแบบประเมินผู้สอน และแบบประเมินรายวิชา
- ๑.๓ การสังเกตพฤติกรรมของนักศึกษา
- ๑.๔ นักศึกษาสามารถแสดงความคิดเห็นผ่าน social network ของภาควิชาฟิสิกส์ หรือของผู้สอน

### ๒. กลยุทธ์การประเมินการสอน

- ๒.๑ ประเมินจากแบบประเมินผู้สอน และแบบประเมินรายวิชา
- ๒.๒ ประเมินจากผลการสอบและการเรียนรู้ของนักศึกษา

### ๓. การปรับปรุงการสอน

หลังจากผลการประเมินการสอนในข้อ ๒ จึงมีการปรับปรุงการสอน โดยการประชุมการจัดการเรียนการสอน เพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน และพัฒนารายวิชา

### ๔. การทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาในรายวิชา

- ๔.๑ มีคณะกรรมการตรวจสอบมาตรฐาน และความถูกต้องของข้อสอบกลางภาคและข้อสอบปลายภาค
- ๔.๒ มีการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนตามมาตรฐานผลการเรียนรู้ของรายวิชา

### ๕. การดำเนินการทบทวนและการวางแผนปรับปรุงประสิทธิผลของรายวิชา

- ๕.๑ ปรับปรุงรายวิชาทุก ๓ ปี หรือตามข้อเสนอแนะ ผลการทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ตามข้อ ๔ และผลจากการประชุมการจัดการเรียนการสอน
- ๕.๒ เปลี่ยนหรือสลับอาจารย์ผู้สอน เพื่อให้นักศึกษามีมุมมองในเรื่องการประยุกต์ความรู้กับปัญหาที่มาจากงานวิจัยของอาจารย์



๑.๒ สามารถติดตามความก้าวหน้า ศึกษาค้นคว้า เพื่อพัฒนาองค์ความรู้ในแขนงทฤษฎีย้อนกลับและการประยุกต์ได้ด้วยตนเอง

๑.๓ สามารถสืบค้น วิเคราะห์ ประเมิน และสังเคราะห์ความรู้ในแขนงทฤษฎีย้อนกลับและการประยุกต์ ได้อย่างเป็นระบบและมีเหตุผล

## ๒. วัตถุประสงค์ในการพัฒนา/ปรับปรุงรายวิชา

เพื่อปรับปรุงรายวิชาให้มีความทันสมัย สอดคล้องกับองค์ความรู้ในปัจจุบัน

### หมวดที่ ๓ ลักษณะและการดำเนินการ

#### ๑. คำอธิบายรายวิชา

บทนำเกี่ยวกับปัญหาย้อนกลับ, ตัวอย่างปัญหาย้อนกลับ, การแยกค่าเอกฐาน วิธีเรกูลาไรเซชัน, วิธีเลือกค่าพารามิเตอร์เรกูลาไรเซชัน, วิธีการหาค่าที่เหมาะสมที่สุด, วิธีผูกพัน, ปัญหาย้อนกลับแบบไม่เชิงเส้น, การย้อนกลับแบบเบย์เซียน

Introduction to inverse theory, examples of inverse problems, singular value decomposition (SVD), regularization methods (truncated SVD, Tikhonov regularization, smoothness constraint), methods for choosing of regularization parameters (L-curve, discrepancy principle, generalized cross validation), optimization methods (steepest descend method, conjugate gradient method, Newton's method, quasi-Newton method), adjoint method, nonlinear inverse problem, Bayesian inversion

#### ๒. จำนวนชั่วโมงที่ใช้ต่อภาคการศึกษา

จำนวนชั่วโมงบรรยายต่อสัปดาห์	๓	ชั่วโมง
จำนวนชั่วโมงฝึกปฏิบัติการต่อสัปดาห์	๐	ชั่วโมง
จำนวนชั่วโมงปฏิบัติงานภาคสนามต่อสัปดาห์	-	ชั่วโมง
จำนวนชั่วโมงการศึกษด้วยตนเอง	๖	ชั่วโมง

#### ๓. จำนวนชั่วโมงต่อสัปดาห์ที่อาจารย์ให้คำปรึกษาและแนะนำทางวิชาการแก่นักศึกษาเป็นรายบุคคล

- ๓.๑ อาจารย์ประจำรายวิชา ประกาศเวลาให้คำปรึกษาผ่านเทคโนโลยีสารสนเทศ
- ๓.๒ อาจารย์จัดเวลาให้คำปรึกษาเป็นรายบุคคล ๓ ชั่วโมงต่อสัปดาห์
- ๓.๓ นักศึกษาจองวันเวลาล่วงหน้าแล้วมาพบตามเวลา

### หมวดที่ ๔ การพัฒนาผลการเรียนรู้ของนักศึกษา

## ๑. คุณธรรม จริยธรรม

### ๑.๑ คุณธรรม จริยธรรมที่ต้องพัฒนา

๑.๑.๑ มีความซื่อสัตย์สุจริต มีระเบียบวินัย เคารพกฎ ระเบียบ และข้อบังคับต่างๆ ขององค์กร ปฏิบัติตามจรรยาบรรณทางวิชาการและวิชาชีพ สามารถจัดการปัญหาทางคุณธรรม จริยธรรมได้ (ผลการเรียนรู้ข้อ ๑.๑)

### ๑.๒ วิธีการสอน

๑.๒.๑ บรรยาย สาธิตกรณีศึกษา ที่เกี่ยวข้องกับคุณธรรมจริยธรรม

๑.๒.๒ กำหนดกฎระเบียบที่ต้องปฏิบัติในชั้นเรียน เช่น กำหนดเวลาการเข้าเรียน และการส่งงาน

๑.๒.๓ จัดการประชุมชี้แจงเกี่ยวกับการปฏิบัติตามจรรยาบรรณทางวิชาการและวิชาชีพ

๑.๒.๔ มอบหมายงานและให้นำเสนอผลงาน

### ๑.๓ วิธีการประเมินผล

๑.๓.๑ พฤติกรรมในชั้นเรียน การตรงต่อเวลาในการเข้าเรียน-การส่งงาน การปฏิบัติตามกฎระเบียบต่างๆ

๑.๓.๒ การไม่คัดลอกผลงานของผู้อื่น ความถูกต้องในการอ้างอิงผลงานทางวิชาการในรายงาน สัมมนา และวิทยานิพนธ์ การนำเสนอข้อมูลที่ถูกต้องตามข้อเท็จจริง

## ๒. ความรู้

### ๒.๑ ความรู้ที่ต้องได้รับ

๒.๑.๑ มีความรู้และความเข้าใจในเนื้อหาของหลักการและทฤษฎีที่เป็นแก่นของ ๔ แขนงวิชาหลักของสาขาวิชาฟิสิกส์ อันได้แก่ (๑) กลศาสตร์คลาสสิก (๒) กลศาสตร์ควอนตัม (๓) อุณหพลศาสตร์และฟิสิกส์เชิงสถิติ และ (๔) พลศาสตร์ไฟฟ้าคลาสสิก และคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง (ผลการเรียนรู้ข้อ ๒.๑)

๒.๑.๒ มีความรู้ลึกในแขนงวิชาเฉพาะของสาขาวิชาฟิสิกส์ อย่างน้อยหนึ่งแขนงวิชาในระดับที่สามารถติดตามความก้าวหน้า ศึกษาค้นคว้า เพื่อพัฒนาองค์ความรู้ในแขนงวิชาเฉพาะนั้นได้ด้วยตนเอง (ผลการเรียนรู้ข้อ ๒.๒)

### ๒.๒ วิธีการสอน

๒.๒.๑ การบรรยายในชั้นเรียน

๒.๒.๒ มอบหมายงานให้ค้นคว้าเพิ่มเติม เขียนรายงาน และนำเสนอในชั้นเรียน

๒.๒.๓ จัดการสัมมนาพิเศษโดยวิทยากรภายนอกที่มีความเชี่ยวชาญหรือ มีประสบการณ์ตรง

๒.๒.๔ ส่งเสริมกิจกรรมการเรียนรู้ เช่น การเข้าร่วมและนำเสนอผลงาน วิจัยในการประชุมวิชาการ

### ๒.๓ วิธีการประเมินผล

๒.๓.๑ การสอบกลางภาคและปลายภาค

๒.๓.๒ ผลงานที่ได้รับมอบหมาย

๒.๓.๓ การนำเสนอผลงานในชั้นเรียน

### ๓. ทักษะทางปัญญา(ความรับผิดชอบหลัก)

#### ๓.๑ ทักษะทางปัญญาที่ต้องพัฒนา

๓.๑.๑ มีความใฝ่รู้ สามารถสืบค้น วิเคราะห์ ประเมิน และสังเคราะห์ ความรู้ในศาสตร์สาขาฟิสิกส์ ได้อย่างเป็นระบบและมีเหตุผล ตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ (ผลการเรียนรู้ข้อ ๓.๑)

๓.๑.๒ สามารถคิด วิเคราะห์ สังเคราะห์ และประยุกต์ความรู้ ในศาสตร์สาขาฟิสิกส์เฉพาะด้าน โดยใช้กระบวนการวิจัยที่ถูกต้องได้ด้วยตนเอง (ผลการเรียนรู้ข้อ ๓.๒)

#### ๓.๒ วิธีการสอน

๓.๒.๑ เน้นการสอนที่กระตุ้นให้นักศึกษาคิด วิเคราะห์ และร่วมอภิปรายในประเด็นต่างๆ

๓.๒.๒ มอบหมายงานให้ค้นคว้าเพิ่มเติม เขียนรายงาน และนำเสนอในชั้นเรียน

๓.๒.๓ แนะนำเทคนิคในการทำวิจัย (การสืบค้น วิเคราะห์ ประเมิน และสังเคราะห์ ความรู้) โดยกลุ่มวิจัยและอาจารย์ที่ปรึกษา

๓.๒.๔ ส่งเสริมกิจกรรมการเรียนรู้ เช่น การเข้าร่วมและนำเสนอผลงาน วิจัยในการประชุมวิชาการ

#### ๓.๓ วิธีการประเมินผล

๓.๓.๑ พฤติกรรมการมีส่วนร่วมในการอภิปรายในชั้นเรียน และในการเข้าร่วมสัมมนา ทั้งในฐานะผู้ฟัง และผู้นำเสนอ

๓.๓.๒ งานที่ได้รับมอบหมาย

๓.๓.๓ การสอบที่เน้นการคิด-วิเคราะห์

### ๔. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ

#### ๔.๑ ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบที่ต้องพัฒนา

๔.๑.๑ มีภาวะผู้นำ และมีมนุษยสัมพันธ์ที่ดี รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ดี ทั้งในฐานะผู้นำและในฐานะสมาชิก มีความรับผิดชอบในหน้าที่ของตนเอง และรับผิดชอบต่องานกลุ่ม (ผลการเรียนรู้ข้อ ๔.๑)

#### ๔.๒ วิธีการสอน

๔.๒.๑ จัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นการทำงานเป็นกลุ่ม และงานที่ต้องมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคล

๔.๒.๒ จัดกิจกรรมที่มีการนำเสนอ การอภิปราย และการแสดงความคิดเห็น

## ๔.๓ วิธีการประมวลผล

๔.๓.๑ พฤติกรรมการมีส่วนร่วมในการกิจกรรมต่างๆ ที่ได้รับมอบหมาย

๔.๓.๒ พฤติกรรมในการทำงานกลุ่ม

๔.๓.๓ พฤติกรรมการมีส่วนร่วมในการอภิปรายในชั้นเรียน และในการเข้าร่วมสัมมนา ทั้งในฐานะผู้ฟัง และผู้นำเสนอ

## ๕. ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

๕.๑ ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศที่ต้องพัฒนา

๕.๑.๑ สามารถประยุกต์ความรู้ทางสถิติและคณิตศาสตร์ เพื่อการวิเคราะห์ประมวลผล แก้ปัญหาและนำเสนอ ได้อย่างเหมาะสม (ผลการเรียนรู้ข้อ ๕.๑)

๕.๑.๒ สามารถใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ เพื่อการสืบค้น เก็บรวบรวมและนำเสนอข้อมูล การสื่อสารและถ่ายทอดองค์ความรู้ ทั้งในเชิงวิชาการ และการนำเสนอต่อสาธารณชนทั่วไป ได้อย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสม (ผลการเรียนรู้ข้อ ๕.๒)

## ๕.๒ วิธีการสอน

๕.๒.๑ จัดให้มีการนำเสนอในรายวิชา เพื่อฝึกทักษะในการสืบค้น เก็บรวบรวม วิเคราะห์ ประมวลผล และนำเสนอข้อมูล โดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์และสถิติ และเทคโนโลยีสารสนเทศที่เหมาะสม

๕.๒.๒ ส่งเสริมการเข้าร่วมและนำเสนอผลงานวิจัยในการประชุมวิชาการ และการเข้าร่วมในกิจกรรมต่างๆที่มุ่งพัฒนาทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

## ๕.๓ วิธีการประเมิน

๕.๓.๑ การนำเสนอผลงานที่ได้รับ

๕.๓.๒ ประเมินความเหมาะสมในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศได้อย่างถูกต้อง

## หมวดที่ ๕ แผนการสอนและการประเมินผล

## ๑. แผนการสอน

ลำดับที่	หัวข้อ	จำนวนชั่วโมง			กิจกรรมการเรียนการสอนและสื่อที่ใช้	อาจารย์ผู้สอน
		บรรยาย	ปฏิบัติ	ศึกษด้วยตนเอง		

ลำดับที่	หัวข้อ	จำนวนชั่วโมง			กิจกรรมการเรียนการสอนและสื่อที่ใช้	อาจารย์ผู้สอน
		บรรยาย	ปฏิบัติ	ศึกษด้วยตนเอง		
๑	Introduction to inverse problems, examples of inverse problems, classification of problems, linear regression, linear least squares, weighted least squares, L๑ regression	๓	๐	๖	Lecture Practice Homework	อ.ดร. ชัยวุฒิ บุญญศิริวัฒน์
๒	Functional spaces (Euclidean space, metric space, inner product space, Hilbert space), approximation in Hilbert spaces, methods for discretizing continuous inverse problems	๓	๐	๖	Lecture Practice Homework	อ.ดร. ชัยวุฒิ บุญญศิริวัฒน์
๓	Singular value decomposition (SVD), generalized inverse, truncated SVD, instability, Tikhonov regularization, L-curve method	๓	๐	๖	Lecture Practice Homework	อ.ดร. ชัยวุฒิ บุญญศิริวัฒน์
๔-๕	Introduction to optimization, local optimization methods (steepest descent, conjugate gradient,	๖	๐	๑๒	Lecture Practice Homework	อ.ดร. ชัยวุฒิ บุญญศิริวัฒน์

ลำดับ ที่	หัวข้อ	จำนวนชั่วโมง			กิจกรรมการ เรียนการสอน และสื่อที่ใช้	อาจารย์ผู้สอน
		บรรยาย	ปฏิบัติ	ศึกษา ด้วย ตนเอง		
	quasi-Newton, Newton's methods), line search and trust region methods					
๖-๗	Metaheuristic optimization methods (simulated annealing, genetic algorithms, particle swarm optimization)	๖	๐	๑๒	Lecture Practice Homework	อ.ดร. ชัยวุฒิ บุญญศิริวัฒน์
๘	Constrained optimization, method of Lagrange multiplier, first-order adjoint method	๓	๐	๖	Lecture Practice Homework	อ.ดร. ชัยวุฒิ บุญญศิริวัฒน์
๙	สอบกลางภาค	๐	๐	๐		
๑๐	Parameter identification and continuous inverse theory, inverse scattering	๓	๐	๖	Lecture Practice Homework	อ.ดร. ชัยวุฒิ บุญญศิริวัฒน์
๑๑	Total variation regularization, maximum entropy regularization	๓	๐	๖	Lecture Practice Homework	อ.ดร. ชัยวุฒิ บุญญศิริวัฒน์
๑๒	Nonnegativity constraint and inequality constraints	๓	๐	๖	Lecture Practice Homework	อ.ดร. ชัยวุฒิ บุญญศิริวัฒน์

ลำดับ ที่	หัวข้อ	จำนวนชั่วโมง			กิจกรรมการ เรียนการสอน และสื่อที่ใช้	อาจารย์ผู้สอน
		บรรยาย	ปฏิบัติ	ศึกษา ด้วย ตนเอง		
๑๓	Second-order adjoint method	๓	๐	๖	Lecture Practice Homework	อ.ดร. ชัยวุฒิ บุญญศิริวัฒน์
๑๔	Deep learning	๓	๐	๖	Lecture Practice Homework	อ.ดร. ชัยวุฒิ บุญญศิริวัฒน์
๑๕	Bayesian inversion	๓	๐	๖	Lecture Practice Homework	อ.ดร. ชัยวุฒิ บุญญศิริวัฒน์
๑๖	สอบปลายภาค	๐	๐	๐		
	รวมจำนวนชั่วโมง ตลอดภาคการศึกษา	๔๑๔	๐	๘๒๘		

## ๒. แผนการประเมินผลการเรียนรู้

กิจกรรม ที่	ผลการเรียนรู้*	วิธีการประเมิน	ลำดับที่ ประเมิน	สัดส่วน ของการ ประเมินผล
๑	๓.๒ , ๓.๑ , ๒.๒ , ๒.๑	การสอบกลางภาคและปลายภาค	๙, ๑๖	๔๐%
๒	๑.๑	พฤติกรรมในชั้นเรียน การตรงต่อเวลาในการเข้าเรียน-การส่งงาน การปฏิบัติตามกฎระเบียบต่างๆ การไม่คัดลอกผลงานของผู้อื่น ความถูกต้องในการอ้างอิงผลงานทางวิชาการในรายงาน การนำเสนอข้อมูลที่ถูกต้องตามข้อเท็จจริง	ตลอดภาคการศึกษา	๑๐%

กิจกรรม ที่	ผลการเรียนรู้*	วิธีการประเมิน	สัดส่วนที่ ประเมิน	สัดส่วน ของการ ประเมินผล
๓	๒.๑ ,๒.๒ ,๓.๑ ,๓.๒ ,๔.๑ ,๕.๑ ,๕.๒	ผลงานที่ได้รับมอบหมาย การนำเสนอ ผลงาน พฤติกรรมการมีส่วนร่วมในการ ทำงานกลุ่ม การอภิปรายในชั้นเรียน กิจกรรมต่างๆ และความเหมาะสมใน การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ	ตลอดภาค การศึกษา	๕๐%

\* อ้างอิงผลการเรียนรู้ตามเอกสารแนบภาคผนวก ค ของ มคอ.๒

## หมวดที่ ๖ ทรัพยากรประกอบการเรียนการสอน

### ๑. ตำราและเอกสารหลัก

ภาษาไทย

-

ภาษาอังกฤษ

R. C. Asters, B. Borchers, and C. H. Thurber, 2019, Parameter Estimation and Inverse Problems, 3rd ed., Elsevier.

C. R. Vogel, 2002, Computational Methods for Inverse Problems, SIAM.

K. L. Du and M. N. S. Swamy, 2016, Search and Optimization by Metaheuristics: Techniques and Algorithms Inspired by Nature, Birkhauser.

J. Nocedal and S. J. Wright, 2006, Numerical Optimization, 2nd ed., Springer.

### ๒. เอกสารและข้อมูลสำคัญ

-

### ๓. เอกสารและข้อมูลแนะนำ

-

## หมวดที่ ๗ การประเมินและปรับปรุงการดำเนินการของรายวิชา

### ๑. กลยุทธ์การประเมินประสิทธิผลของรายวิชาโดยนักศึกษา

๑.๑ นักศึกษาแสดงแนวคิดหรือความคิดเห็นผ่านการสนทนาระหว่างผู้สอนและผู้เรียน

๑.๒ นักศึกษาประเมินโดยตอบแบบประเมินผู้สอน และแบบประเมินรายวิชา

๑.๓ การสังเกตพฤติกรรมของนักศึกษา

๑.๔ นักศึกษาสามารถแสดงความคิดเห็นผ่าน social network ของภาควิชาฟิสิกส์ หรือของผู้สอน

## ๒. กลยุทธ์การประเมินการสอน

๒.๑ ประเมินจากแบบประเมินผู้สอน และแบบประเมินรายวิชา

๒.๒ ประเมินจากผลการสอบและการเรียนรู้ของนักศึกษา

## ๓. การปรับปรุงการสอน

หลังจากผลการประเมินการสอนในข้อ ๒ จึงมีการปรับปรุงการสอน โดยการประชุมการจัดการเรียนการสอน เพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน และพัฒนารายวิชา

## ๔. การทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาในรายวิชา

๔.๑ มีคณะกรรมการตรวจสอบมาตรฐาน และความถูกต้องของข้อสอบกลางภาคและข้อสอบปลายภาค

๔.๒ มีการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนตามมาตรฐานผลการเรียนรู้ของรายวิชา

## ๕. การดำเนินการทบทวนและการวางแผนปรับปรุงประสิทธิผลของรายวิชา

๕.๑ ปรับปรุงรายวิชาทุก ๓ ปี หรือตามข้อเสนอแนะ ผลการทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ตามข้อ ๔ และผลจากการประชุมการจัดการเรียนการสอน

๕.๒ เปลี่ยนหรือสลับอาจารย์ผู้สอน เพื่อให้นักศึกษามีมุมมองในเรื่องการประยุกต์ความรู้กับปัญหาที่มาจากงานวิจัยของอาจารย์