

## รายละเอียดของรายวิชา

ชื่อสถาบันอุดมศึกษา มหาวิทยาลัยมหิดล  
วิทยาเขต/คณะ/ภาควิชา คณะวิทยาศาสตร์ ภาควิชาฟิสิกส์

### หมวดที่ ๑ ข้อมูลทั่วไป

๑. รหัสและชื่อรายวิชา วทพส๕๐๔ อุณหพลศาสตร์และฟิสิกส์เชิงสถิติ  
SCPY504 Thermodynamics and Statistical Physics
๒. จำนวนหน่วยกิต ๓(๓-๐-๖) หน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด้วยตนเอง)
๓. หลักสูตรและประเภทของรายวิชา  
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์(หลักสูตรนานาชาติ) เป็นรายวิชาใน  
หมวดวิชาบังคับ
๔. อาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชาและอาจารย์ผู้สอน
  - ๔.๑ อาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชา
    ๑. รศ.ดร. วรณพงษ์ เตรียมโพธิ์  
สถานที่ติดต่อ : ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์  
e-mail: wtriampo@gmail.com
  - ๔.๒ อาจารย์ผู้สอน
    ๑. รศ.ดร. วรณพงษ์ เตรียมโพธิ์  
สถานที่ติดต่อ : ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์  
e-mail: wtriampo@gmail.com
๕. ภาคการศึกษา/ชั้นปีที่เรียน  
ภาคปลาย 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 เข้าใจหลักการทางอุณหพลศาสตร์และฟิสิกส์เชิงสถิติสามารถนำไปใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆที่เกิดขึ้นในโลกได้

๑.๒ เข้าใจพื้นฐานทางทฤษฎีเกี่ยวกับเทอร์โมไดนามิกส์มหภาค และ ทฤษฎีพื้นฐานของการเปลี่ยนรูปของสสารโดยใช้หลักการทางฟิสิกส์เชิงสถิติในการอธิบาย

## ๒. วัตถุประสงค์ในการพัฒนา/ปรับปรุงรายวิชา

เพื่อปรับปรุงรายวิชาให้มีความทันสมัย สอดคล้องกับองค์ความรู้ในปัจจุบัน

### หมวดที่ ๓ ลักษณะและการดำเนินการ

#### ๑. คำอธิบายรายวิชา

สถิติของระบบหลายอนุภาค อุณหพลศาสตร์เชิงสถิติ ปริมาณมหัพภาค การประยุกต์ของอุณหพลศาสตร์ ทฤษฎีของซอมเบลอส สมดุลเฟส ระบบอนุภาคที่มีอันตรกิริยาต่อกัน ทฤษฎีจลน์ของการขนส่ง สถิติเชิงควอนตัม ระบบเฟอร์มิ ระบบโบส

Statistics of systems of particles, statistical thermodynamics, macroscopic properties, applications of thermodynamics, ensemble theory, phase equilibrium, systems of interacting particles, kinetic theory of transport process, quantum statistics, Fermi systems, Dirac systems

#### ๒. จำนวนชั่วโมงที่ใช้ต่อภาคการศึกษา

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

#### ๓. จำนวนชั่วโมงต่อสัปดาห์ที่อาจารย์ให้คำปรึกษาและแนะนำทางวิชาการแก่นักศึกษาเป็นรายบุคคล

๓.๑ อาจารย์จัดเวลาให้คำปรึกษาเป็นรายบุคคล ๓ ชั่วโมงต่อสัปดาห์ และนักศึกษาจองวันเวลาล่วงหน้าแล้วมาพบตามเวลา

๓.๒ สำหรับนักศึกษาที่ต้องการปรึกษาเกี่ยวกับเนื้อหา ได้มีการพูดคุยและจัดติวเนื้อหาเพิ่มเป็นรายบท

### 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	The Statistical Basis of Thermodynamics	๖	๐	๑๒	บรรยาย	รศ.ดร. วรณพงษ์ เตรียมโพธิ์
๓	Elements of Ensemble Theory	๓	๐	๖	บรรยาย	รศ.ดร. วรณพงษ์ เตรียมโพธิ์
๔-๕	The Canonical Ensemble	๖	๐	๑๒	บรรยาย	รศ.ดร. วรณพงษ์ เตรียมโพธิ์
๖	The Grand Canonical Ensemble	๓	๐	๖	บรรยาย กรณีศึกษา และ มอบหมายงาน	รศ.ดร. วรณพงษ์ เตรียมโพธิ์
๗-๘	Formulation of Quantum Statistics	๖	๐	๑๒	บรรยาย กรณีศึกษา การ สืบค้นข้อมูลผ่าน เทคโนโลยี สารสนเทศ	รศ.ดร. วรณพงษ์ เตรียมโพธิ์
๙	สอบกลางภาค	๐	๐	๐		
๑๐-๑๑	The Theory of Simple Gases	๖	๐	๑๒	บรรยาย	รศ.ดร. วรณพงษ์ เตรียมโพธิ์
๑๒	Ideal Bose Systems	๓	๐	๖	บรรยาย กรณีศึกษา	รศ.ดร. วรณพงษ์ เตรียมโพธิ์
๑๓	Ideal Fermi Systems	๓	๐	๖	บรรยาย กรณีศึกษา	รศ.ดร. วรณพงษ์ เตรียมโพธิ์
๑๔-๑๕	Phase Transitions: Criticality, Universality, and Scaling	๖	๐	๑๒	บรรยาย	รศ.ดร. วรณพงษ์ เตรียมโพธิ์
๑๖	สอบปลายภาค	๐	๐	๐		
	<b>รวมจำนวนชั่วโมง ตลอดภาคการศึกษา</b>	<b>๔๒</b>	<b>๐</b>	<b>๘๔</b>		

## ๒. แผนการประเมินผลการเรียนรู้

กิจกรรม ที่	ผลการเรียนรู้*	วิธีการประเมิน	สัดส่วนที่ ประเมิน	สัดส่วน ของการ ประเมินผล
๑	๒.๑ ,๒.๒ ,๓.๑ ,๓.๒	ผลสอบกลางภาค ผลสอบปลายภาค	๙ ,๑๖	๘๐%
๒	๑.๑	พฤติกรรมในชั้นเรียนและการเข้าฟัง บรรยาย วิธีถามตอบ เวลาในการเข้า ห้องเรียน และเวลาในการส่งงาน การไม่ ลอกผลงานกันหรือของผู้อื่น	ตลอดภาค การศึกษา	๑๐%
๓	๒.๑ ,๒.๒ ,๓.๑ ,๓.๒ ,๔.๑ ,๕.๑ ,๕.๒	การมีส่วนร่วมในงานกลุ่ม พฤติกรรม การทำงาน การอภิปราย การนำเสนอ ผลงาน และผลงานที่ได้รับมอบหมาย	ตลอดภาค การศึกษา	๑๐%

\* อ้างอิงผลการเรียนรู้ตามเอกสารแนบภาคผนวก ค ของ มคอ.๒

## หมวดที่ ๖ ทรัพยากรประกอบการเรียนการสอน

### ๑. ตำราและเอกสารหลัก

ภาษาไทย

-

ภาษาอังกฤษ

Statistical Mechanics, R. K. Pathria, P. D. Beale; Elsevier, 3rd Ed. (2011)

### ๒. เอกสารและข้อมูลสำคัญ

-

### ๓. เอกสารและข้อมูลแนะนำ

ดูจาก WEB [www.ilearnsci.com](http://www.ilearnsci.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



## รายละเอียดของรายวิชา

ชื่อสถาบันอุดมศึกษา มหาวิทยาลัยมหิดล  
วิทยาเขต/คณะ/ภาควิชา คณะวิทยาศาสตร์ ภาควิชาฟิสิกส์

### หมวดที่ ๑ ข้อมูลทั่วไป

๑. รหัสและชื่อรายวิชา วทพส๕๐๗ พลศาสตร์ไฟฟ้าคลาสสิก  
SCPY507 Classical Electrodynamics
๒. จำนวนหน่วยกิต ๓(๓-๐-๖) หน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด้วยตนเอง)
๓. หลักสูตรและประเภทของรายวิชา  
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์(หลักสูตรนานาชาติ) เป็นรายวิชาใน  
หมวดวิชาบังคับ
๔. อาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชาและอาจารย์ผู้สอน
  - ๔.๑ อาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชา
    ๑. ผศ.ดร. ธนากร โอสถจันทร์  
สถานที่ติดต่อ : ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์  
e-mail: sctos๑@gmail.com
  - ๔.๒ อาจารย์ผู้สอน
    ๑. ผศ.ดร. ธนากร โอสถจันทร์  
สถานที่ติดต่อ : ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์  
e-mail: sctos๑@gmail.com
๕. ภาคการศึกษา/ชั้นปีที่เรียน  
ภาคปลาย ชั้นปีที่ ๑
๖. รายวิชาที่ต้องเรียนมาก่อน(Pre-requisite) ไม่มี
๗. รายวิชาที่ต้องเรียนพร้อมกัน(Co-requisite) ไม่มี
๘. สถานที่เรียน -
๙. วันที่จัดทำหรือปรับปรุงรายละเอียดของรายวิชาครั้งล่าสุด -

### หมวดที่ ๒ จุดมุ่งหมายและวัตถุประสงค์

๑. จุดมุ่งหมายของรายวิชา

เมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอนแล้ว นักศึกษาสามารถ

- ๑.๑ เข้าใจรายละเอียดของพลศาสตร์ไฟฟ้าคลาสสิก
- ๑.๒ สามารถอธิบายและประยุกต์ใช้พลศาสตร์ไฟฟ้าคลาสสิกในงานทางด้านฟิสิกส์
- ๑.๓ ตระหนักถึงแนวโน้มการพัฒนาของพลศาสตร์ไฟฟ้าคลาสสิก

## ๒. วัตถุประสงค์ในการพัฒนา/ปรับปรุงรายวิชา

เพื่อปรับปรุงรายวิชาให้มีความทันสมัย สอดคล้องกับองค์ความรู้ในปัจจุบัน

### หมวดที่ ๓ ลักษณะและการดำเนินการ

#### ๑. คำอธิบายรายวิชา

โครงสร้างของสมการของแมกซ์เวลล์ ทฤษฎีสัมพัทธภาพ ปัญหาค่าที่ขอบและฟังก์ชันกรีน คำตอบของสมการคลื่นในระบบพิกัดแบบต่าง ๆ ความรู้พื้นฐานของโพลาไรเซชันของวัสดุ การแพร่ของคลื่นในตัวกลางชนิดแอนไอโซทรอปี่ สมบัติเชิงวิเคราะห์ของค่าสภาพยอมและค่าสภาพให้ซึมได้ การดูดกลืนและการปล่อยรังสีแม่เหล็กไฟฟ้าในสาร ทฤษฎีการกระเจิง

Structure of Maxwell's equations, special theory of relativity, boundary value problems and Green's function, wave solutions in various coordinate systems, introduction of material polarization of matter, wave propagation in anisotropic medium, analytic properties of permittivity and permeability, absorption and emission of electromagnetic radiation in matter, scattering theory

#### ๒. จำนวนชั่วโมงที่ใช้ต่อภาคการศึกษา

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

#### ๓. จำนวนชั่วโมงต่อสัปดาห์ที่อาจารย์ให้คำปรึกษาและแนะนำทางวิชาการแก่นักศึกษาเป็นรายบุคคล

- ๓.๑ อาจารย์ให้คำปรึกษาผ่านเทคโนโลยีสารสนเทศ
- ๓.๒ อาจารย์จัดเวลาให้คำปรึกษาเป็นรายบุคคล
- ๓.๓ นักศึกษาสามารถนัดวันเวลาล่วงหน้าแล้วมาพบตามเวลา

### 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 และในการเข้าร่วม

## 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	โครงสร้างของสมการ	๓	๐	๖	บรรยาย	ผศ.ดร. ธานีกร โอสถจันทร์

ลำดับ ที่	หัวข้อ	จำนวนชั่วโมง			กิจกรรมการ เรียนการสอน และสื่อที่ใช้	อาจารย์ผู้สอน
		บรรยาย	ปฏิบัติ	ศึกษา ด้วย ตนเอง		
	ของแมกซ์เวลล์				กรณีศึกษา	
๒	ทฤษฎีสัมพัทธภาพ	๓	๐	๖	บรรยาย กรณีศึกษา และ การอภิปรายกลุ่ม	ผศ.ดร. ชนากร โอสถจันทร์
๓-๔	ปัญหาค่าที่ขอบและ ฟังก์ชันกรีน	๖	๐	๑๒	บรรยาย กรณีศึกษา และ มอบหมายงาน	ผศ.ดร. ชนากร โอสถจันทร์
๕	คำตอบของสมการ คลื่นในระบบพิกัดแบบ ต่าง ๆ	๓	๐	๖	บรรยาย กรณีศึกษา และ การอภิปรายกลุ่ม	ผศ.ดร. ชนากร โอสถจันทร์
๖	ความรู้พื้นฐานของโพ ราไรเซชันของวัสดุ	๓	๐	๖	บรรยาย กรณีศึกษา และ มอบหมายงาน	ผศ.ดร. ชนากร โอสถจันทร์
๗-๘	การแพร่ของคลื่นใน ตัวกลางชนิดแอนไอโซ ทรอปี่	๖	๐	๑๒	บรรยาย กรณีศึกษา และ การอภิปรายกลุ่ม	ผศ.ดร. ชนากร โอสถจันทร์
๙	สอบกลางภาค	๐	๐	๐		
๑๐-๑๑	สมบัติเชิงวิเคราะห์ ของค่าสภาวะยอมและ ค่าสภาวะให้ซึมได้	๖	๐	๑๒	บรรยาย กรณีศึกษา และ มอบหมายงาน	ผศ.ดร. ชนากร โอสถจันทร์
๑๒-๑๓	การดูดกลืนและการ ปล่อยรังสี แม่เหล็กไฟฟ้าในสาร	๖	๐	๑๒	บรรยาย กรณีศึกษา และ การอภิปรายกลุ่ม	ผศ.ดร. ชนากร โอสถจันทร์
๑๔-๑๕	ทฤษฎีการกระเจิง	๖	๐	๑๒	บรรยาย กรณีศึกษา และ มอบหมายงาน	ผศ.ดร. ชนากร โอสถจันทร์
๑๖	สอบปลายภาค	๐	๐	๐		
	<b>รวมจำนวนชั่วโมง</b>	<b>๔๒</b>	<b>๐</b>	<b>๘๔</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	ผลสอบกลางภาค ผลสอบปลายภาค	๙ ,๑๖	๘๐%
๒	๑.๑ ,๒.๑ ,๒.๒ ,๓.๑ ,๓.๒ ,๔.๑ ,๕.๑ ,๕.๒	การมีส่วนร่วมในงานกลุ่ม การอภิปราย การนำเสนอผลงานและผลงานที่ได้รับมอบหมาย	ตลอดภาคการศึกษา	๒๐%

\* อ้างอิงผลการเรียนรู้ตามเอกสารแนบภาคผนวก ค ของ มคอ.๒

## หมวดที่ ๖ ทรัพยากรประกอบการเรียนการสอน

### ๑. ตำราและเอกสารหลัก

ภาษาไทย

-

ภาษาอังกฤษ

John D. Jackson, Classical Electrodynamics, 3rd Ed., John Wiley&Sons, Inc., New York, 1998

David J. Griffiths, Introduction to Electrodynamics,. 3rd Ed., Prentice Hall Inter., New Jersey, 1999

### 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 ประเมินจากผลทดสอบและการเรียนรู้ของนักศึกษา

### 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 วทพส๕๓๑ รังสีคอสมิก  
SCPY531 Cosmic Rays
๒. จำนวนหน่วยกิต ๓(๓-๐-๖) หน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด้วยตนเอง)
๓. หลักสูตรและประเภทของรายวิชา  
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์(หลักสูตรนานาชาติ) เป็นรายวิชาใน  
หมวดวิชาเลือก
๔. อาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชาและอาจารย์ผู้สอน
  - ๔.๑ อาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชา ศ. ดร. เดวิด จอห์น รูฟโฟโล
  - ๔.๒ อาจารย์ผู้สอน ศ. ดร. เดวิด จอห์น รูฟโฟโล และ อ. ดร. อเลฮานโดร ซาอิส ริเบรา
๕. ภาคการศึกษา/ชั้นปีที่เรียน  
ภาคปลาย ชั้นปีที่ ๑-๒
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 วิเคราะห์กระบวนการในการกำเนิดรังสีคอสมิกจากกาแล็กซี อนุภาคพลังงานสูงจากดวงอาทิตย์ แหล่งกำเนิดรังสีคอสมิกอื่น ๆ
  - ๑.๒ วิเคราะห์กระบวนการทางฟิสิกส์ เช่น สัมพัทธภาพพิเศษ ฟิสิกส์อนุภาค การเร่งอนุภาค การขนส่งอนุภาคพลังงานสูงในอวกาศ ที่เกี่ยวข้องกับรังสีคอสมิก

๑.๓ สังเคราะห์ผลกระทบของรังสีคอสมิกต่อสภาพอวกาศและตัวอย่างวิธีการตรวจวัดการอนุภาคพลังงานสูง

## ๒. วัตถุประสงค์ในการพัฒนา/ปรับปรุงรายวิชา

เพื่อปรับปรุงรายวิชาให้มีความทันสมัย สอดคล้องกับองค์ความรู้ในปัจจุบัน

## หมวดที่ ๓ ลักษณะและการดำเนินการ

### ๑. คำอธิบายรายวิชา

ภาพรวมของรังสีคอสมิก ทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษ ฟิสิกส์อนุภาค กลไกการเร่งอนุภาคพลังงานสูงในอวกาศ แหล่งกำเนิดอนุภาคพลังงานสูงจากดวงอาทิตย์ อนุภาคพลังงานสูงอื่นๆ ในและรอบๆ ระบบสุริยะ แหล่งกำเนิดรังสีคอสมิกจากภายในและภายนอกกาแล็กซี การวัดอนุภาค การขนส่งอนุภาคพลังงานสูงในอวกาศ จักรวาลวิทยา งานวิจัยด้านรังสีคอสมิก

Overview of cosmic rays, special relativity, elementary particle physics, acceleration of energetic particles in space, origin of solar energetic particles, other energetic particles in and around the solar system, origin of galactic and extragalactic cosmic rays, particle detection, transport of energetic particles in space, cosmology, cosmic-ray research

### ๒. จำนวนชั่วโมงที่ใช้ต่อภาคการศึกษา

จำนวนชั่วโมงบรรยายต่อสัปดาห์	๓	ชั่วโมง
จำนวนชั่วโมงฝึกปฏิบัติการต่อสัปดาห์	๐	ชั่วโมง
จำนวนชั่วโมงปฏิบัติงานภาคสนามต่อสัปดาห์	-	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 เก็บรวบรวมและนำเสนอข้อมูล การสื่อสารและถ่ายทอดองค์ความรู้ ทั้งในเชิงวิชาการ และการนำเสนอต่อสาธารณชนทั่วไป ได้อย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสม (ผลการเรียนรู้ข้อ ๕.๒)

### ๕.๒ วิธีการสอน

๕.๒.๑ จัดให้มีการนำเสนอในรายวิชา เพื่อฝึกทักษะในการสืบค้น เก็บรวบรวมวิเคราะห์ 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		
๑-๒	ภาพรวมของรังสี	๖	๐	๑๒	บรรยาย	ศ. ดร. เดวิด จอห์น รุฟโฟโล

ลำดับ ที่	หัวข้อ	จำนวนชั่วโมง			กิจกรรมการ เรียนการสอน และสื่อที่ใช้	อาจารย์ผู้สอน
		บรรยาย	ปฏิบัติ	ศึกษา ด้วย ตนเอง		
	คอสมิก				กรณีศึกษา การ สืบค้นข้อมูลผ่าน เทคโนโลยี สารสนเทศ	
๓	ทฤษฎีสัมพัทธภาพ พิเศษ	๓	๐	๖	บรรยาย กรณีศึกษา และ การอภิปรายกลุ่ม	ศ. ดร. เดวิด จอห์น รูฟโฟโล
๔-๕	ฟิสิกส์อนุภาค	๖	๐	๑๒	บรรยาย	ศ. ดร. เดวิด จอห์น รูฟโฟโล
๖	ปฏิกิริยาของรังสี คอสมิกในบรรยากาศ โลก	๓	๐	๖	บรรยาย กรณีศึกษา และ มอบหมายงาน	ศ. ดร. เดวิด จอห์น รูฟโฟโล
๗	กลไกการเร่งอนุภาค พลังงานสูงในอวกาศ	๓	๐	๖	บรรยาย กรณีศึกษา การ สืบค้นข้อมูลผ่าน เทคโนโลยี สารสนเทศ	ศ. ดร. เดวิด จอห์น รูฟโฟโล
๘	สอบกลางภาค	๐	๐	๐		
๙	อนุภาคพลังงานสูงจาก ดวงอาทิตย์ และใน และรอบๆ ระบบสุริยะ	๓	๐	๖	บรรยาย กรณีศึกษา อภิปรายกลุ่ม	อ. ดร. อเลฮานโดร ซาอิส ริเบรา
๑๐	แหล่งกำเนิดรังสี คอสมิกจากกาแล็กซี	๓	๐	๖	บรรยาย	อ. ดร. อเลฮานโดร ซาอิส ริเบรา
๑๑	จักรวาลวิทยา	๓	๐	๖	บรรยาย กรณีศึกษา อภิปรายกลุ่ม	อ. ดร. อเลฮานโดร ซาอิส ริเบรา
๑๒	แหล่งกำเนิดรังสี คอสมิกจากนอก	๓	๐	๖	บรรยาย กรณีศึกษา การ	อ. ดร. อเลฮานโดร ซาอิส ริเบรา

ลำดับ ที่	หัวข้อ	จำนวนชั่วโมง			กิจกรรมการ เรียนการสอน และสื่อที่ใช้	อาจารย์ผู้สอน
		บรรยาย	ปฏิบัติ	ศึกษา ด้วย ตนเอง		
	กาแล็กซี				สืบค้นข้อมูลผ่าน เทคโนโลยี สารสนเทศ	
๑๓	การวัดอนุภาค	๓	๐	๖	บรรยาย กรณีศึกษา และ มอบหมายงาน	อ. ดร. อเลฮานโดร ซาอิส ริเบรา
๑๔	การขนส่งอนุภาค พลังงานสูงในอวกาศ	๓	๐	๖	บรรยาย กรณีศึกษา อภิปรายกลุ่ม	อ. ดร. อเลฮานโดร ซาอิส ริเบรา
๑๕	จักรวาลวิทยา งานวิจัยด้านรังสี คอสมิก	๓	๐	๖	บรรยาย	อ. ดร. อเลฮานโดร ซาอิส ริเบรา
๑๖	สอบปลายภาค	๐	๐	๐		
	รวมจำนวนชั่วโมง ตลอดภาคการศึกษา	๔๒	๐	๘๔		

## ๒. แผนการประเมินผลการเรียนรู้

กิจกรรม ที่	ผลการเรียนรู้*	วิธีการประเมิน	ลำดับที่ ประเมิน	สัดส่วน ของการ ประเมินผล
๑	๒.๑ ,๒.๒ ,๓.๑ ,๓.๒	ผลสอบกลางภาค ผลสอบปลายภาค	๘, ๑๖	๖๐%
๒	๑.๑	พฤติกรรมในชั้นเรียนและการเข้าฟัง บรรยาย เวลาในการเข้าห้องเรียน และ เวลาในการส่งงาน การไม่ลอกผลงาน กันหรือของผู้อื่น	ตลอดภาค การศึกษา	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	การบ้าน และผลงานที่ได้รับมอบหมาย	ตลอดภาค การศึกษา	๓๐%

\* อ้างอิงผลการเรียนรู้ตามเอกสารแนบภาคผนวก ค ของ มคอ.๒

## หมวดที่ ๖ ทรัพยากรประกอบการเรียนการสอน

### ๑. ตำราและเอกสารหลัก

ภาษาไทย

-

ภาษาอังกฤษ

Cravens, T., Physics of Solar System Plasmas, 1st edition, Cambridge

University Press, 2004

Longair, M. S., High Energy Astrophysics, 2nd edition, Cambridge

University Press, 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 หรือ

ของผู้สอน

### ๒. กลยุทธ์การประเมินการสอน

๒.๑ ประเมินจากแบบประเมินผู้สอน และแบบประเมินรายวิชา

๒.๒ ประเมินจากผลการสอบและการเรียนรู้ของนักศึกษา

### ๓. การปรับปรุงการสอน



หลังจากผลการประเมินการสอนในข้อ ๒ จึงมีการปรับปรุงการสอน โดยการประชุมการจัดทําการเรียนการสอน เพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน และพัฒนารายวิชา

#### ๔. การทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาในรายวิชา

๔.๑ มีคณะกรรมการตรวจสอบมาตรฐาน และความถูกต้องของข้อสอบกลางภาคและข้อสอบปลายภาค

๔.๒ มีการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนตามมาตรฐานผลการเรียนรู้ของรายวิชา

#### ๕. การดำเนินการทบทวนและการวางแผนปรับปรุงประสิทธิผลของรายวิชา

๕.๑ ปรับปรุงรายวิชาทุก ๓ ปี หรือตามข้อเสนอแนะ ผลการทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ตามข้อ ๔ และผลจากการประชุมการจัดทําการเรียนการสอน

๕.๒ เปลี่ยนหรือสลับอาจารย์ผู้สอน เพื่อให้ศึกษามีมุมมองในเรื่องการประยุกต์ความรู้กับปัญหาที่มาจากงานวิจัยของอาจารย์

## รายละเอียดของรายวิชา

ชื่อสถาบันอุดมศึกษา มหาวิทยาลัยมหิดล  
วิทยาเขต/คณะ/ภาควิชา คณะวิทยาศาสตร์ ภาควิชาฟิสิกส์

### หมวดที่ ๑ ข้อมูลทั่วไป

๑. รหัสและชื่อรายวิชา วทพส๕๓๕ สัมพัทธภาพทั่วไป  
SCPY535 General Relativity
๒. จำนวนหน่วยกิต ๓(๓-๐-๖) หน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด้วยตนเอง)
๓. หลักสูตรและประเภทของรายวิชา  
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์(หลักสูตรนานาชาติ) เป็นรายวิชาใน  
หมวดวิชาเลือก
๔. อาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชาและอาจารย์ผู้สอน
  - ๔.๑ อาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชา ศ. ดร. เดวิด จอห์น รูฟโฟโล
  - ๔.๒ อาจารย์ผู้สอน ศ. ดร. เดวิด จอห์น รูฟโฟโล และ อ. ดร. อเลฮานโดร ซาอิส ริเบรา
๕. ภาคการศึกษา/ชั้นปีที่เรียน  
ภาคปลาย 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 มีความรู้และความเข้าใจในเนื้อหาของหลักการและทฤษฎีของสัมพัทธภาพทั่วไป อัน  
ได้แก่ แมนิโฟลด์ เทนเซอร์ เมตริก ขนส่งขนาน ระยะทางที่สั้นที่สุดบนพื้นผิว ความโค้ง โคเวเรียนซ์  
ทั่วไป ความโน้มถ่วงคือการโค้งของกาลอวกาศ สมการสนามของไอน์สไตน์ ความโน้มถ่วงเชิงเส้น คลื่น  
ความโน้มถ่วง ข้อจำกัดเชิงนิวตัน การยืดหดของเวลาทางความโน้มถ่วง คำตอบสมการของชวาร์สชิลด์

การทดสอบแบบดั้งเดิม คำตอบภายใน หลุมดำ การแก้ปัญหาเชิงจักรวาลวิทยา จักรวาลวิทยา  
กายภาพ

๑.๒ สามารถติดตามความก้าวหน้า ศึกษาค้นคว้า เพื่อพัฒนาองค์ความรู้ในแขนงสัมพัทธภาพทั่วไปได้ด้วยตนเอง

๑.๓ สามารถสืบค้น วิเคราะห์ ประเมิน และสังเคราะห์ความรู้ในแขนงสัมพัทธภาพทั่วไป ได้อย่างเป็นระบบและมีเหตุผล

## ๒. วัตถุประสงค์ในการพัฒนา/ปรับปรุงรายวิชา

เพื่อปรับปรุงรายวิชาให้มีความทันสมัย สอดคล้องกับองค์ความรู้ในปัจจุบัน

### หมวดที่ ๓ ลักษณะและการดำเนินการ

#### ๑. คำอธิบายรายวิชา

แมนิโฟลด์ เทนเซอร์ เมตริก ขนส่งขนาน ระยะทางที่สั้นที่สุดบนพื้นผิว ความโค้ง โคเวเรียนซ์ทั่วไป ความโน้มถ่วงคือการโค้งของกาลอวกาศ สมการสนามของไอน์สไตน์ ความโน้มถ่วงเชิงเส้น คลื่นความโน้มถ่วง ข้อจำกัดเชิงนิวตัน การยืดหดของเวลาทางความโน้มถ่วง คำตอบสมการของชวาร์สชิลด์ การทดสอบแบบดั้งเดิม คำตอบภายใน หลุมดำ การแก้ปัญหาเชิงจักรวาลวิทยา จักรวาลวิทยากายภาพ

Manifolds, tensors, metric, parallel transport, geodesics, curvature, general covariance, gravity as space-time curvature, Einstein's field equation, linearized gravity, gravitational waves, Newtonian limit, gravitational time dilation, Schwarzschild solution, classical tests, interior solution, black holes, cosmological solution, physical cosmology

#### 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 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 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

สัปดาห์	หัวข้อ	จำนวนชั่วโมง	กิจกรรมการเรียน	อาจารย์ผู้สอน
---------	--------	--------------	-----------------	---------------

ที่		บรรยาย	ปฏิบัติ	ศึกษา ด้วย ตนเอง	การสอนและสื่อที่ใช้	
๑	แมนิโฟลด์ เทนเซอร์ เมตริก ขนส่งขนาน ระยะทางที่สั้นที่สุดบนพื้นผิว	๓	๐	๖	Lecture	ศ. ดร. เดวิด จอห์น รูฟโฟโล
๒-๕	ความโค้ง โคเวเรียนซ์ทั่วไป ความโน้มถ่วง คือการโค้งของกาลอวกาศ	๑๒	๐	๒๔	Lecture/Practice/ Homework	ศ. ดร. เดวิด จอห์น รูฟโฟโล
๖-๘	สมการสนามของไอน์สไตน์ ความโน้มถ่วงเชิงเส้น คลื่น ความโน้มถ่วง ข้อจำกัดเชิงนิวตัน การยืดหด ของเวลาทางความโน้มถ่วง	๙	๐	๑๘	Lecture/Practice/ Homework	ศ. ดร. เดวิด จอห์น รูฟโฟโล
๙	สอบกลางภาค	๐	๐	๐		
๑๐-๑๑	คำตอบสมการของชวาร์สชิลด์ การทดสอบแบบดั้งเดิม คำตอบภายใน	๖	๐	๑๒	Lecture/Practice/ Homework	อ. ดร. อเลฮานโดร ซาอิส ริเบรา
๑๒-๑๔	หลุมดำ การแก้ปัญหาเชิงจักรวาลวิทยา จักรวาลวิทยา กายภาพ	๙	๐	๑๘	Lecture/Practice/ Homework	อ. ดร. อเลฮานโดร ซาอิส ริเบรา

ลำดับที่	หัวข้อ	จำนวนชั่วโมง			กิจกรรมการเรียนการสอนและสื่อที่ใช้	อาจารย์ผู้สอน
		บรรยาย	ปฏิบัติ	ศึกษด้วยตนเอง		
๑๕	หัวข้อขั้นสูง	๓	๐	๖	Lecture	อ. ดร. อเลฮานโดร ซาอิส ริเบรา
๑๖	สอบปลายภาค	๐	๐	๐		
	รวมจำนวนชั่วโมงตลอดภาคการศึกษา	๔๒	๐	๘๔		

## ๒. แผนการประเมินผลการเรียนรู้

กิจกรรมที่	ผลการเรียนรู้*	วิธีการประเมิน	ลำดับที่ประเมิน	สัดส่วนของการประเมินผล
๑	๒.๑ ,๒.๒ ,๓.๑ ,๓.๒	การสอบกลางภาคและปลายภาค	๙, ๑๖	๖๐%
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	๓๐%

\* อ้างอิงผลการเรียนรู้ตามเอกสารแนบภาคผนวก ค ของ มคอ.๒

## หมวดที่ ๖ ทรัพยากรประกอบการเรียนการสอน

### ๑. ตำราและเอกสารหลัก



## ภาษาไทย

-

## ภาษาอังกฤษ

Wald, R. M., General Relativity (Chicago: U. of Chicago Press), 1984

Weinberg, S., Gravitation and Cosmology: Principles and Applications of the General Theory of Relativity (New York: Wiley), 1972

## 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 เพื่อให้ศึกษามีมุมมองในเรื่องการประยุกต์ความรู้นี้  
กับปัญหาที่มาจากงานวิจัยของอาจารย์

## รายละเอียดของรายวิชา

ชื่อสถาบันอุดมศึกษา มหาวิทยาลัยมหิดล  
วิทยาเขต/คณะ/ภาควิชา คณะวิทยาศาสตร์ ภาควิชาฟิสิกส์

### หมวดที่ ๑ ข้อมูลทั่วไป

๑. รหัสและชื่อรายวิชา วทพส๕๖๑ ชีวฟิสิกส์มูลฐาน  
SCPY561 Fundamentals of Biophysics
๒. จำนวนหน่วยกิต ๓(๓-๐-๖) หน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด้วยตนเอง)
๓. หลักสูตรและประเภทของรายวิชา  
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์(หลักสูตรนานาชาติ) เป็นรายวิชาใน  
หมวดวิชาเลือก
๔. อาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชาและอาจารย์ผู้สอน
  - ๔.๑ อาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชา รศ.ดร. ชรินทร์ โหมดขัง
  - ๔.๒ อาจารย์ผู้สอน รศ.ดร. ชรินทร์ โหมดขัง
๕. ภาคการศึกษา/ชั้นปีที่เรียน  
ภาคปลาย 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 มีความรู้และความเข้าใจในเนื้อหาของหลักการและทฤษฎีของชีวฟิสิกส์มูลฐาน อัน  
ได้แก่ ปรัชญาการณเชิงชีวฟิสิกส์และชีววิทยา เทอร์โมไดนามิกส์และกลศาสตร์สถิติของชีวโมเลกุล  
กระบวนการขนส่งในเซลล์ ความแปรปรวนในระบบสิ่งมีชีวิต ชีวฟิสิกส์ของระบบประสาท ฟิสิกส์ของ  
การเดินทางของมนุษย์ โครงข่ายซับซ้อน ระบาดวิทยาเบื้องต้น พลศาสตร์วิวัฒนาการเบื้องต้น

๑.๒ สามารถติดตามความก้าวหน้า ศึกษาค้นคว้า เพื่อพัฒนาองค์ความรู้ในแขนงชีวฟิสิกส์  
 มูลฐานได้ด้วยตนเอง

๑.๓ สามารถสืบค้น วิเคราะห์ ประเมิน และสังเคราะห์ความรู้ในแขนงชีวฟิสิกส์มูลฐาน ได้  
 อย่างเป็นระบบและมีเหตุผล

## ๒. วัตถุประสงค์ในการพัฒนา/ปรับปรุงรายวิชา

เพื่อปรับปรุงรายวิชาให้มีความทันสมัย สอดคล้องกับองค์ความรู้ในปัจจุบัน

### หมวดที่ ๓ ลักษณะและการดำเนินการ

#### ๑. คำอธิบายรายวิชา

ปรากฏการณ์เชิงชีวฟิสิกส์และชีววิทยา เทอร์โมไดนามิกส์และกลศาสตร์สถิติของชีวโมเลกุล  
 กระบวนการขนส่งในเซลล์ ความแปรปรวนในระบบสิ่งมีชีวิต ชีวฟิสิกส์ของระบบประสาท ฟิสิกส์ของ  
 การเดินทางของมนุษย์ โครงข่ายซับซ้อน ระบาดวิทยาเบื้องต้น พลศาสตร์วิวัฒนาการเบื้องต้น

Biological and biophysical phenomena, thermodynamics and statistical  
 mechanics of biomolecules, transport processes in cells, fluctuations in living  
 systems, neuro-biophysics, physics of human travelling, complex networks,  
 introduction to epidemiology, introduction to evolutionary dynamics

#### ๒. จำนวนชั่วโมงที่ใช้ต่อภาคการศึกษา

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

#### ๓. จำนวนชั่วโมงต่อสัปดาห์ที่อาจารย์ให้คำปรึกษาและแนะนำทางวิชาการแก่นักศึกษาเป็น รายบุคคล

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 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 เพื่อพัฒนาองค์ความรู้ในแขนงวิชานั้น 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 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 พฤติกรรมการมีส่วนร่วมในการกิจกรรมต่างๆ ที่ได้รับมอบหมาย

๔.๓.๒ พฤติกรรมในการทำงานกลุ่ม

๔.๓.๓ พฤติกรรมที่มีส่วนร่วมในการอภิปรายในชั้นเรียน 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			กิจกรรมการ เรียนการสอน และสื่อที่ใช้	อาจารย์ผู้สอน
		บรรยาย	ปฏิบัติ	ศึกษา ด้วย ตนเอง		
๑-๒	ปรากฏการณ์เชิงชีว ฟิสิกส์และชีววิทยา	๖	๐	๑๒	บรรยาย	รศ.ดร. ชรินทร์ โหมดขัง

ลำดับ ที่	หัวข้อ	จำนวนชั่วโมง			กิจกรรมการ เรียนการสอน และสื่อที่ใช้	อาจารย์ผู้สอน
		บรรยาย	ปฏิบัติ	ศึกษา ด้วย ตนเอง		
๓-๔	ระบอดวิทยาเบื้องต้น	๖	๐	๑๒	บรรยาย กรณีศึกษา และ การสืบค้นข้อมูล ผ่าน เทคโนโลยี สารสนเทศ	รศ.ดร. ชรินทร์ โหมดขัง
๕-๖	แบบจำลองโรคระบาด	๖	๐	๑๒	บรรยาย การ อภิปรายกลุ่ม และนำเสนอ งานวิจัย	รศ.ดร. ชรินทร์ โหมดขัง
๗-๘	ความแปรปรวนใน ระบบสิ่งมีชีวิต และ กระบวนการขนส่งใน เซลล์	๖	๐	๑๒	บรรยาย กรณีศึกษา และ มอบหมายงาน	รศ.ดร. ชรินทร์ โหมดขัง
๙	สอบกลางภาค	๐	๐	๐		
๑๐-๑๑	โครงข่ายซับซ้อน	๖	๐	๑๒	บรรยาย และ กรณีศึกษา	รศ.ดร. ชรินทร์ โหมดขัง
๑๒-๑๓	ฟิสิกส์ของการเดินทาง ของมนุษย์	๖	๐	๑๒	บรรยาย และ อภิปรายกลุ่ม	รศ.ดร. ชรินทร์ โหมดขัง
๑๔-๑๕	แบบจำลองการ เคลื่อนที่ของมนุษย์	๖	๐	๑๒	บรรยาย การ อภิปรายกลุ่ม และนำเสนอ งานวิจัย	รศ.ดร. ชรินทร์ โหมดขัง
๑๖	พลศาสตร์วิวัฒนาการ เบื้องต้น	๓	๐	๖	บรรยาย และ กรณีศึกษา	รศ.ดร. ชรินทร์ โหมดขัง
๑๗	สอบปลายภาค	๐	๐	๐		
	<b>รวมจำนวนชั่วโมง ตลอดภาคการศึกษา</b>	<b>๔๕</b>	<b>๐</b>	<b>๙๐</b>		



## ๒. แผนการประเมินผลการเรียนรู้

กิจกรรม ที่	ผลการเรียนรู้*	วิธีการประเมิน	สัปดาห์ที่ ประเมิน	สัดส่วน ของการ ประเมินผล
๑	๒.๑ ,๒.๒ ,๓.๑ ,๓.๒	การสอบกลางภาคและปลายภาค	๙ ,๑๗	๕๐%
๒	๑.๑	พฤติกรรมในชั้นเรียน การตรงต่อเวลาใน การเข้าเรียน-การส่งงาน การปฏิบัติตาม กฎระเบียบต่างๆ การไม่คัดลอกผลงาน ของผู้อื่น ความถูกต้องในการอ้างอิง ผลงานทางวิชาการในรายงาน การ นำเสนอข้อมูลที่ถูกต้องตามข้อเท็จจริง	ตลอดภาค การศึกษา	๒๕%
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	๒๕%

\* อ้างอิงผลการเรียนรู้ตามเอกสารแนบภาคผนวก ค ของ มคอ.๒

## หมวดที่ ๖ ทรัพยากรประกอบการเรียนการสอน

## ๑. ตำราและเอกสารหลัก

ภาษาไทย

-

ภาษาอังกฤษ

R. M. J. Cotterill, Biophysics: an introduction, John Wiley & Sons, Inc., 2002.

M. J. Keeling and P. Rohani, Modeling infectious diseases in humans and animals, Princeton University 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 โดยการประชุมการจัดทบทวนการเรียนการสอน 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 วทพ๕๘๒ การสำรวจทางธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า  
SCPY582 Geophysical Prospecting: Electromagnetic Methods
๒. จำนวนหน่วยกิต ๓(๓-๐-๖) หน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด้วยตนเอง)
๓. หลักสูตรและประเภทของรายวิชา  
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์(หลักสูตรนานาชาติ) เป็นรายวิชาใน  
หมวดวิชาเลือก
๔. อาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชาและอาจารย์ผู้สอน
  - ๔.๑ อาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชา อ.ดร. ภูวิศ อมาตยกุล
  - ๔.๒ อาจารย์ผู้สอน อ.ดร. ภูวิศ อมาตยกุล
๕. ภาคการศึกษา/ชั้นปีที่เรียน  
ภาคปลาย 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 มีความรู้และความเข้าใจในเนื้อหาของหลักการและทฤษฎีของการสำรวจทางธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า อันได้แก่ สมบัติทางไฟฟ้าของหิน ทฤษฎีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า วิธีแมกนีโตเทลลูริกซ์ วิธีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแบบโดเมนความถี่และโดเมนเวลา เรดาร์ตรวจใต้พื้นดิน

๑.๒ สามารถติดตามความก้าวหน้า ศึกษาค้นคว้า เพื่อพัฒนาองค์ความรู้ในแขนงการสำรวจทางธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้ด้วยตนเอง

๑.๓ สามารถสืบค้น วิเคราะห์ ประเมิน และสังเคราะห์ความรู้ในแขนงการสำรวจทางธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ได้อย่างเป็นระบบและมีเหตุผล

## ๒. วัตถุประสงค์ในการพัฒนา/ปรับปรุงรายวิชา

เพื่อปรับปรุงรายวิชาให้มีความทันสมัย สอดคล้องกับองค์ความรู้ในปัจจุบัน

### หมวดที่ ๓ ลักษณะและการดำเนินการ

#### ๑. คำอธิบายรายวิชา

สมบัติทางไฟฟ้าของหิน ทฤษฎีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า วิธีแมกนีโตเทลลูริกซ์ วิธีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแบบโดเมนความถี่และโดเมนเวลา เรดาร์ตรวจใต้พื้นดิน

Electrical properties of rocks, electromagnetic theory, magnetotellurics method, frequency-domain and time-domain electromagnetic methods, ground penetrating radar

#### ๒. จำนวนชั่วโมงที่ใช้ต่อภาคการศึกษา

จำนวนชั่วโมงบรรยายต่อสัปดาห์	๓	ชั่วโมง
จำนวนชั่วโมงฝึกปฏิบัติการต่อสัปดาห์	๐	ชั่วโมง
จำนวนชั่วโมงปฏิบัติงานภาคสนามต่อสัปดาห์	-	ชั่วโมง
จำนวนชั่วโมงการศึกษาด้วยตนเอง	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 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 เก็บรวบรวมและนำเสนอข้อมูล การสื่อสารและถ่ายทอดองค์ความรู้ ทั้งในเชิงวิชาการ และการนำเสนอต่อสาธารณชนทั่วไป ได้อย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสม (ผลการเรียนรู้ข้อ ๕.๒)

### ๕.๒ วิธีการสอน

๕.๒.๑ จัดให้มีการนำเสนอในรายวิชา เพื่อฝึกทักษะในการสืบค้น เก็บรวบรวมวิเคราะห์ 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		
๑-๒	สมบัติทางไฟฟ้าของหิน	๖	๐	๑๒	บรรยายและงานมอบหมาย	อ.ดร. ภูวิศ อมาตยกุล
๓-๕	ทฤษฎีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	๙	๐	๑๘	บรรยายและงานมอบหมาย	อ.ดร. ภูวิศ อมาตยกุล
๖-๗	วิธีแมกนีโตเทลลูริกซ์	๖	๐	๑๒	บรรยายและงานมอบหมาย	อ.ดร. ภูวิศ อมาตยกุล

ลำดับที่	หัวข้อ	จำนวนชั่วโมง			กิจกรรมการเรียนการสอนและสื่อที่ใช้	อาจารย์ผู้สอน
		บรรยาย	ปฏิบัติ	ศึกษด้วยตนเอง		
	(๑)					
๘	สอบกลางภาค	๐	๐	๐		
๙	วิธีแมกนีไทเทเลลูริกซ์ (๒)	๓	๐	๖	บรรยาย ปฏิบัติ และงานมอบหมาย	อ.ดร. ภูวิศ อมาตยกุล
๑๐-๑๒	วิธีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแบบโดเมนความถี่และโดเมนเวลา	๙	๐	๑๘	บรรยาย ปฏิบัติ และงานมอบหมาย	อ.ดร. ภูวิศ อมาตยกุล
๑๓-๑๕	เรดาร์ตรวจใต้พื้นดิน	๙	๐	๑๘	บรรยาย ปฏิบัติ และงานมอบหมาย	อ.ดร. ภูวิศ อมาตยกุล
๑๖	สอบปลายภาค	๐	๐	๐		
	รวมจำนวนชั่วโมงตลอดภาคการศึกษา	๔๒	๐	๘๔		

## 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	พฤติกรรมในชั้นเรียน การตรงต่อเวลาในการเข้าเรียน-การส่งงาน การปฏิบัติตามกฎระเบียบต่างๆ การไม่คัดลอกผลงานของผู้อื่น ความถูกต้องในการอ้างอิง	ตลอดภาคการศึกษา	๒๐%



กิจกรรม ที่	ผลการเรียนรู้*	วิธีการประเมิน	สัดส่วนที่ ประเมิน	สัดส่วน ของการ ประเมินผล
		ผลงานทางวิชาการในรายงาน การ นำเสนอข้อมูลที่ต้องทำตามข้อเท็จจริง		

\* อ้างอิงผลการเรียนรู้ตามเอกสารแนบภาคผนวก ค ของ มคอ.๒

## หมวดที่ ๖ ทรัพยากรประกอบการเรียนการสอน

### ๑. ตำราและเอกสารหลัก

ภาษาไทย

-

ภาษาอังกฤษ

Everett, M. E. (2013). Near-Surface Applied Geophysics. Cambridge: Cambridge University Press.

Simpson, F. and Bahr, K. (2005). Practical Magnetotellurics. Cambridge: Cambridge University Press.

### ๒. เอกสารและข้อมูลสำคัญ

Chave, A. D. and Jones, A. G. (eds) (2012). The Magnetotelluric Method: Theory and Practice. Cambridge: Cambridge University Press.

Strack, K. M. (1999). Exploration with Deep Transient Electromagnetics. Elsevier.

### ๓. เอกสารและข้อมูลแนะนำ

Richard C. Aster, Brian Borchers, and Clifford H. Thurber (2018). Parameter Estimation and Inverse Problems: Elsevier.

## 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      วทพส๕๘๓ การสำรวจทางธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีคลื่นไหวสะเทือน  
SCPY583 Geophysical Prospecting: Seismic Methods
- จำนวนหน่วยกิต      ๓(๓-๐-๖) หน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด้วยตนเอง)
- หลักสูตรและประเภทของรายวิชา  
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์(หลักสูตรนานาชาติ) เป็นรายวิชาใน  
หมวดวิชาเลือก
- อาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชาและอาจารย์ผู้สอน
  - ๑ อาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชา      อ.ดร. สุทธิพงษ์ น้อยสกุล
  - ๒ อาจารย์ผู้สอน      อ.ดร. สุทธิพงษ์ น้อยสกุล
- ภาคการศึกษา/ชั้นปีที่เรียน  
ภาคต้น ชั้นปีที่ ๒
- รายวิชาที่ต้องเรียนมาก่อน(Pre-requisite)      ไม่มี
- รายวิชาที่ต้องเรียนพร้อมกัน(Co-requisite)      ไม่มี
- สถานที่เรียน  
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
- วันที่จัดทำหรือปรับปรุงรายละเอียดของรายวิชาครั้งล่าสุด      -

### หมวดที่ ๒ จุดมุ่งหมายและวัตถุประสงค์

#### ๑. จุดมุ่งหมายของรายวิชา

เมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอนแล้ว นักศึกษาสามารถ

- ๑.๑ มีความรู้และความเข้าใจในเนื้อหาของหลักการและทฤษฎีของการสำรวจทางธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีคลื่นไหวสะเทือน อันได้แก่ ทฤษฎีสภาพยืดหยุ่น คลื่นไหวสะเทือน การเก็บข้อมูลคลื่นไหวสะเทือน การประมวลผลข้อมูลคลื่นไหวสะเทือน การหาโครงสร้างของโลกด้วยคลื่นไหวสะเทือน

๑.๒ สามารถติดตามความก้าวหน้า ศึกษาค้นคว้า เพื่อพัฒนาองค์ความรู้ในแขนงการสำรวจทางธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีคลื่นไหวสะเทือนได้ด้วยตนเอง

๑.๓ สามารถสืบค้น วิเคราะห์ ประเมิน และสังเคราะห์ความรู้ในแขนงการสำรวจทางธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีคลื่นไหวสะเทือน ได้อย่างเป็นระบบและมีเหตุผล

## ๒. วัตถุประสงค์ในการพัฒนา/ปรับปรุงรายวิชา

เพื่อปรับปรุงรายวิชาให้มีความทันสมัย สอดคล้องกับองค์ความรู้ในปัจจุบัน

### หมวดที่ ๓ ลักษณะและการดำเนินการ

#### ๑. คำอธิบายรายวิชา

ทฤษฎีสถาปัตยกรรม คณิตศาสตร์ การเก็บข้อมูลคลื่นไหวสะเทือน การประมวลผลข้อมูลคลื่นไหวสะเทือน การหาโครงสร้างของโลกด้วยคลื่นไหวสะเทือน

Elastic theory, seismic wave, seismic data acquisition, seismic data processing, seismic imaging

#### ๒. จำนวนชั่วโมงที่ใช้ต่อภาคการศึกษา

จำนวนชั่วโมงบรรยายต่อสัปดาห์	๓	ชั่วโมง
จำนวนชั่วโมงฝึกปฏิบัติการต่อสัปดาห์	๐	ชั่วโมง
จำนวนชั่วโมงปฏิบัติงานภาคสนามต่อสัปดาห์	-	ชั่วโมง
จำนวนชั่วโมงการศึกษาด้วยตนเอง	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 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 เพื่อพัฒนาองค์ความรู้ในแขนงวิชานั้นได้ด้วยตนเอง (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 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 จัดการสอนผ่านเครื่องมือสารสนเทศ อาทิเช่น Google Classroom ให้นักศึกษามีการทบทวนความรู้หลังการเรียนแต่ละบทเรียนโดยใช้ google form เพื่อให้ นักศึกษามีความคุ้นเคยกับการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียน

๕.๓ วิธีการประเมิน

๕.๓.๑ การนำเสนอผลงานที่ได้รับ

๕.๓.๒ ประเมินความเหมาะสมในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศได้อย่างถูกต้อง

## หมวดที่ ๕ แผนการสอนและการประเมินผล

### ๑. แผนการสอน

ลำดับที่	หัวข้อ	จำนวนชั่วโมง			กิจกรรมการเรียนการสอนและสื่อที่ใช้	อาจารย์ผู้สอน
		บรรยาย	ปฏิบัติ	ศึกษด้วยตนเอง		
๑-๒	ทฤษฎีสถิติภาพยี่ดหยุ่น	๖	๐	๑๒	Lecture/Practice/Homework	อ.ดร. สุทธิพงษ์ น้อยสกุล
๓-๕	คลื่นไหวสะเทือน	๙	๐	๑๘	Lecture/Practice/Homework	อ.ดร. สุทธิพงษ์ น้อยสกุล
๖-๗	การเก็บข้อมูล	๖	๐	๑๒	Video / Google Classroom/	อ.ดร.

ลำดับที่	หัวข้อ	จำนวนชั่วโมง			กิจกรรมการเรียนการสอนและ สื่อที่ใช้	อาจารย์ ผู้สอน
		บรรยาย	ปฏิบัติ	ศึกษา ด้วย ตนเอง		
	คลื่นไหว สะเทือน(๑)				Google form	สุทธิพงษ์ น้อยสกุล
๘	สอบกลางภาค	๐	๐	๐		
๙	การเก็บข้อมูล คลื่นไหว สะเทือน(๒)	๓	๐	๖	Video / Google Classroom/ Google form	อ.ดร. สุทธิพงษ์ น้อยสกุล
๑๐-๑๒	การ ประมวลผล ข้อมูลคลื่นไหว สะเทือน	๙	๐	๑๘	Video / Google Classroom/ Google form	อ.ดร. สุทธิพงษ์ น้อยสกุล
๑๓-๑๕	การหา โครงสร้างของ โลกด้วยคลื่น ไหวสะเทือน	๙	๐	๑๘	Video / Google Classroom/ Google form	อ.ดร. สุทธิพงษ์ น้อยสกุล
๑๖	สอบปลายภาค	๐	๐	๐		
	รวมจำนวน ชั่วโมงตลอด ภาคการศึกษา	๔๒	๐	๘๔		

## ๒. แผนการประเมินผลการเรียนรู้

กิจกรรม ที่	ผลการเรียนรู้*	วิธีการประเมิน	ลำดับที่ ประเมิน	สัดส่วน ของการ ประเมินผล
๑	๒.๑ ,๒.๒ ,๓.๑ ,๓.๒	สอบย่อย และ สอบปลายภาค	๘, ๑๖	๗๐%
๒	๑.๑	พฤติกรรมในชั้นเรียน การตรงต่อเวลาใน การเข้าเรียน-การส่งงาน การปฏิบัติตาม กฎระเบียบต่างๆ การไม่คัดลอกผลงาน ของผู้อื่น ความถูกต้องในการอ้างอิง	ตลอดภาค การศึกษา	๑๐%



กิจกรรม ที่	ผลการเรียนรู้*	วิธีการประเมิน	สัดส่วนที่ ประเมิน	สัดส่วน ของการ ประเมินผล
		ผลงานทางวิชาการในรายงาน การ นำเสนอข้อมูลที่ถูกต้องตามข้อเท็จจริง		
๓	๒.๑ ,๒.๒ ,๓.๑ ,๓.๒ ,๔.๑ ,๕.๑ ,๕.๒	การสอบปากเปล่า	ตลอดภาค การศึกษา	๒๐%

\* อ้างอิงผลการเรียนรู้ตามเอกสารแนบภาคผนวก ค ของ มคอ.๒

## หมวดที่ ๖ ทรัพยากรประกอบการเรียนการสอน

### ๑. ตำราและเอกสารหลัก

ภาษาไทย

-

ภาษาอังกฤษ

Stein, S., and Wysession, M., 2003, An introduction to seismology, Earthquake, and Earth structure, Blackwell Publishing.

### ๒. เอกสารและข้อมูลสำคัญ

Lillie, R. J., 1999. Whole earth geophysics: an introductory textbook for geologist and geophysics (Prentice Hall).

### 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



คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

๙. วันที่จัดทำหรือปรับปรุงรายละเอียดของรายวิชาครั้งล่าสุด -

## หมวดที่ ๒ จุดมุ่งหมายและวัตถุประสงค์

### ๑. จุดมุ่งหมายของรายวิชา

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 การอ้างอิงแหล่งที่มาอย่างถูกต้อง  
เหมาะสม

General research topics in physics, literature review, proper referencing

### 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 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

### 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 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 จัดให้มีรายวิชาสัมมนา เพื่อฝึกทักษะในการสืบค้น เก็บรวบรวม วิเคราะห์ประมวลผล และนำเสนอข้อมูล โดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์และสถิติ และเทคโนโลยีสารสนเทศที่เหมาะสม

๕.๒.๒ ส่งเสริมการเข้าร่วมและนำเสนอผลงานวิจัยในการประชุมวิชาการ และการเข้าร่วมในกิจกรรมต่างๆที่มุ่งพัฒนาทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และเทคโนโลยีสารสนเทศ

#### ๕.๓ วิธีการประเมิน

๕.๓.๑ การนำเสนอผลงานที่ได้รับการมอบหมายในชั้นเรียน

๕.๓.๒ การนำเสนอสัมมนา

๕.๓.๓ ประเมินความเหมาะสมในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศได้อย่างถูกต้อง

### หมวดที่ ๕ แผนการสอนและการประเมินผล

#### ๑. แผนการสอน

ลำดับที่	หัวข้อ	จำนวนชั่วโมง			กิจกรรมการเรียนการสอนและสื่อที่ใช้	อาจารย์ผู้สอน
		บรรยาย	ปฏิบัติ	ศึกษด้วยตนเอง		
๑	การเสนอผลงานวิจัย	๑	๐	๒	บรรยาย กรณีศึกษา การ	อ.ดร. กฤษณ ทิวากรศศิธร, รศ. ดร. กิตติวิทย์

ลำดับที่	หัวข้อ	จำนวนชั่วโมง			กิจกรรมการเรียนการสอนและสื่อที่ใช้	อาจารย์ผู้สอน
		บรรยาย	ปฏิบัติ	ศึกษด้วยตนเอง		
					สืบค้นข้อมูลผ่านเทคโนโลยีสารสนเทศ	มาแทน, อ.ดร. อเลฮานโดร ซาอีส ริเวรา, ผศ. ดร. สุจินต์ สุวรรณะ
๒	สัมมนาพิเศษ	๑	๐	๒	ฟังบรรยายกรณีศึกษา	อ.ดร. กฤษณู ทิวากรศศิธร, รศ. ดร. กิตติวิทย์ มาแทน, อ.ดร. อเลฮานโดร ซาอีส ริเวรา, ผศ. ดร. สุจินต์ สุวรรณะ
๓-๑๕	ให้นักศึกษาสัมมนา	๑๓	๐	๒๖	การสัมมนาและการนำเสนอผลงานของนักศึกษา	อ.ดร. กฤษณู ทิวากรศศิธร, รศ. ดร. กิตติวิทย์ มาแทน, อ.ดร. อเลฮานโดร ซาอีส ริเวรา, ผศ. ดร. สุจินต์ สุวรรณะ
	รวมจำนวนชั่วโมงตลอดภาคการศึกษา	๑๕	๐	๓๐		

## 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 การไม่คัดลอกผลงานของ	๓-๑๕	๙๐%



กิจกรรม ที่	ผลการเรียนรู้*	วิธีการประเมิน	สัดส่วนที่ ประเมิน	สัดส่วน ของการ ประเมินผล
		ผู้อื่น ความถูกต้องในการอ้างอิงผลงานทางวิชาการในรายงาน การนำเสนอ ข้อมูลที่ถูกต้องตามข้อเท็จจริงและความเหมาะสมในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ		
๒	๑.๑ ,๒.๑ ,๒.๒ ,๓.๑ ,๓.๒ ,๔.๑ ,๕.๑ ,๕.๒	พฤติกรรมมีส่วนร่วมในการทำงาน กลุ่ม การอภิปรายในชั้นเรียน กิจกรรมต่างๆ พฤติกรรมในชั้นเรียน และในการเข้าร่วมสัมมนา ทั้งในฐานะผู้ฟัง และผู้นำเสนอ การตรงต่อเวลาในการเข้าเรียน-การส่งงาน การปฏิบัติตามกฎระเบียบต่างๆ	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



๙. วันที่จัดทำหรือปรับปรุงรายละเอียดของรายวิชาครั้งล่าสุด -

## หมวดที่ ๒ จุดมุ่งหมายและวัตถุประสงค์

### ๑. จุดมุ่งหมายของรายวิชา

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

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 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

### 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 พฤติกรรมการมีส่วนร่วมในการอภิปรายในชั้นเรียน และในการเข้าร่วม

## 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 จัดให้มีรายวิชาสัมมนา เพื่อฝึกทักษะในการสืบค้น เก็บรวบรวม วิเคราะห์ประมวลผล และนำเสนอข้อมูล โดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์และสถิติ และเทคโนโลยีสารสนเทศที่เหมาะสม

๕.๒.๒ ส่งเสริมการเข้าร่วมและนำเสนอผลงานวิจัยในการประชุมวิชาการ และการเข้าร่วมในกิจกรรมต่างๆที่มุ่งพัฒนาทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

### ๕.๓ วิธีการประเมิน

๕.๓.๑ การนำเสนอผลงานที่ได้รับการมอบหมายในชั้นเรียน

๕.๓.๒ การนำเสนอสัมมนา

๕.๓.๓ ประเมินความเหมาะสมในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศได้อย่างถูกต้อง

## หมวดที่ ๕ แผนการสอนและการประเมินผล

### ๑. แผนการสอน

ลำดับที่	หัวข้อ	จำนวนชั่วโมง			กิจกรรมการเรียนรู้การสอนและสื่อที่ใช้	อาจารย์ผู้สอน
		บรรยาย	ปฏิบัติ	ศึกษด้วยตนเอง		
๑	การเสนอผลงานวิจัย	๑	๐	๒	บรรยาย กรณีศึกษา การสืบค้นข้อมูลผ่าน	อ.ดร. กริชณู ทิวากรศศิธร, รศ. ดร. กิตติวิทย์ มาแทน, อ.ดร.

ลำดับที่	หัวข้อ	จำนวนชั่วโมง			กิจกรรมการเรียนการสอนและสื่อที่ใช้	อาจารย์ผู้สอน
		บรรยาย	ปฏิบัติ	ศึกษด้วยตนเอง		
					เทคโนโลยีสารสนเทศ	อเลฮานโดร ซาอีส ริเวรา, ผศ. ดร. สุจินต์ สุวรรณะ
๒	สัมมนาพิเศษ	๑	๐	๒	ฟังบรรยายกรณีศึกษา	อาจารย์พิเศษ, อ. ดร. กริชณู ทิวากรศศิธร, รศ. ดร. กิตติวิทย์ มาแทน, อ.ดร. อเลฮานโดร ซาอีส ริเวรา, ผศ. ดร. สุจินต์ สุวรรณะ
๓-๑๕	ให้นักศึกษาสัมมนา	๑๓	๐	๒๖	การสัมมนาและการนำเสนอผลงานของนักศึกษา	อ.ดร. กริชณู ทิวากรศศิธร, รศ. ดร. กิตติวิทย์ มาแทน, อ.ดร. อเลฮานโดร ซาอีส ริเวรา, ผศ. ดร. สุจินต์ สุวรรณะ
	รวมจำนวนชั่วโมงตลอดภาคการศึกษา	๑๕	๐	๓๐		

## 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 การไม่คัดลอกผลงานของ	๓-๑๕	๙๐%



กิจกรรม ที่	ผลการเรียนรู้*	วิธีการประเมิน	สัดส่วนที่ ประเมิน	สัดส่วน ของการ ประเมินผล
		ผู้อื่น ความถูกต้องในการอ้างอิงผลงานทางวิชาการในรายงาน การนำเสนอ ข้อมูลที่ถูกต้องตามข้อเท็จจริงและความเหมาะสมในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ		
๒	๑.๑ ,๒.๑ ,๒.๒ ,๓.๑ ,๓.๒ ,๔.๑ ,๕.๑ ,๕.๒	พฤติกรรมมีส่วนร่วมในการทำงาน กลุ่ม การอภิปรายในชั้นเรียน กิจกรรมต่างๆ พฤติกรรมในชั้นเรียน และในการเข้าร่วมสัมมนา ทั้งในฐานะผู้ฟัง และผู้นำเสนอ การตรงต่อเวลาในการเข้าเรียน-การส่งงาน การปฏิบัติตามกฎระเบียบต่างๆ	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 ประเมินจากผลทดสอบและการเรียนรู้ของนักศึกษา

### 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 วทส๖๒๐ วิธีการไม่รบกวนในทฤษฎีสนามควอนตัม  
 SCPY620 Non-perturbative Methods in Quantum Field Theory
๒. จำนวนหน่วยกิต ๓(๓-๐-๖) หน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด้วยตนเอง)
๓. หลักสูตรและประเภทของรายวิชา  
 หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์(หลักสูตรนานาชาติ) เป็นรายวิชาใน  
 หมวดวิชาเลือก
๔. อาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชาและอาจารย์ผู้สอน
  - ๔.๑ อาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชา  
 อ. ดร. อุดม รอบคอบ
  - ๔.๒ อาจารย์ผู้สอน  
 อ. ดร. อุดม รอบคอบ
๕. ภาคการศึกษา/ชั้นปีที่เรียน  
 ภาคปลาย ชั้นปีที่ -
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 มีความรู้และความเข้าใจในเนื้อหาของหลักการและทฤษฎีของวิธีการไม่รบกวนใน  
 ทฤษฎีสนามควอนตัม อันได้แก่ กิริยายังผล ศักย์ยังผล การรบกวนมาไลซ์ทฤษฎีสนามเกจ สมมาตร บี

อาร์เอสที กลุ่มการรีนอร์มาไลซ์ ฟังก์ชันบีต้า สมการคัลแลน-ไซมันซิค ทฤษฎีสนามยังผล การผิดปกติ สมมาตรไครอลและสนามเกจ ทฤษฎีสนามคอนฟอร์มัล และการทำโบซอนไนซ์

๑.๒ สามารถติดตามความก้าวหน้า ศึกษาค้นคว้า เพื่อพัฒนาองค์ความรู้ในแขนงวิธีการไม่รบกวนในทฤษฎีสนามควอนตัมได้ด้วยตนเอง

๑.๓ สามารถสืบค้น วิเคราะห์ ประเมิน และสังเคราะห์ความรู้ในแขนงวิธีการไม่รบกวนในทฤษฎีสนามควอนตัม ได้อย่างเป็นระบบและมีเหตุผล

## ๒. วัตถุประสงค์ในการพัฒนา/ปรับปรุงรายวิชา

เพื่อปรับปรุงรายวิชาให้มีความทันสมัย สอดคล้องกับองค์ความรู้ในปัจจุบัน

### หมวดที่ ๓ ลักษณะและการดำเนินการ

#### ๑. คำอธิบายรายวิชา

กิริยายังผล ศักย์ยังผล การรีนอร์มาไลซ์ทฤษฎีสนามเกจ สมมาตร บีอาร์เอสทีกลุ่มการรีนอร์มาไลซ์ ฟังก์ชันบีต้า สมการคัลแลน-ไซมันซิค ทฤษฎีสนามยังผล การผิดปกติ สมมาตรไครอลและสนามเกจ ทฤษฎีสนามคอนฟอร์มัล และการทำโบซอนไนซ์

Effective action, effective potential, renormalization of gauge field theories, BRST symmetry, renormalization group, beta function, Callen-Symanzik equation, effective field theories, anomalies, chiral symmetry and gaugefields, conformal field theories and bosonization

#### ๒. จำนวนชั่วโมงที่ใช้ต่อภาคการศึกษา

จำนวนชั่วโมงบรรยายต่อสัปดาห์	๓	ชั่วโมง
จำนวนชั่วโมงฝึกปฏิบัติการต่อสัปดาห์	๐	ชั่วโมง
จำนวนชั่วโมงปฏิบัติงานภาคสนามต่อสัปดาห์	-	ชั่วโมง
จำนวนชั่วโมงการศึกษาด้วยตนเอง	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 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 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 เก็บรวบรวมและนำเสนอข้อมูล การสื่อสารและถ่ายทอดองค์ความรู้ ทั้งในเชิงวิชาการ และการนำเสนอต่อสาธารณชนทั่วไป ได้อย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสม (ผลการเรียนรู้ข้อ ๕.๒)

### ๕.๒ วิธีการสอน

๕.๒.๑ จัดให้มีการนำเสนอในรายวิชา เพื่อฝึกทักษะในการสืบค้น เก็บรวบรวมวิเคราะห์ 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			กิจกรรมการเรียนการสอนและ สื่อที่ใช้	อาจารย์ ผู้สอน
		บรรยาย	ปฏิบัติ	ศึกษา ด้วย ตนเอง		
๑-๒	กีรียายังผล	๖	๐	๑๒	Lecture/Practice/Homework	อ. ดร.

สัปดาห์ ที่	หัวข้อ	จำนวนชั่วโมง			กิจกรรมการเรียนการสอนและ สื่อที่ใช้	อาจารย์ ผู้สอน
		บรรยาย	ปฏิบัติ	ศึกษา ด้วย ตนเอง		
	ศักร์ยังผล					อุดม รอบคอบ
๓-๔	การรีนอมาไลซ์ ทฤษฎีสนาม เกจ สมมาตร ปีอาร์เอสที	๖	๐	๑๒	Lecture/Practice/Homework	อ. ดร. อุดม รอบคอบ
๕-๖	กลุ่มการรีนอร์ มาไลซ์ ฟังก์ชัน บีต้า	๖	๐	๑๒	Lecture/Practice/Homework	อ. ดร. อุดม รอบคอบ
๗	สมการคัล แลน-ไซมันซิค	๓	๐	๖	Lecture/Practice/Homework	อ. ดร. อุดม รอบคอบ
๘	สอบกลางภาค	๐	๐	๐		
๙-๑๑	สมการคัล แลน-ไซมันซิค ทฤษฎีสนามยัง ผล การ ผิตปกติ	๙	๐	๑๘	Lecture/Practice/Homework	อ. ดร. อุดม รอบคอบ
๑๒-๑๓	สมมาตรไครอล และสนามเกจ	๖	๐	๑๒	Lecture/Practice/Homework	อ. ดร. อุดม รอบคอบ
๑๔-๑๕	ทฤษฎีสนาม คอนฟอร์มัล และการทำโบ ซอนไนซ์	๖	๐	๑๒	Lecture/Practice/Homework	อ. ดร. อุดม รอบคอบ
๑๖	สอบปลายภาค	๐	๐	๐		
	<b>รวมจำนวน ชั่วโมงตลอด</b>	<b>๔๒</b>	<b>๐</b>	<b>๘๔</b>		



ลำดับที่	หัวข้อ	จำนวนชั่วโมง			กิจกรรมการเรียนการสอนและ สื่อที่ใช้	อาจารย์ ผู้สอน
		บรรยาย	ปฏิบัติ	ศึกษา ด้วย ตนเอง		
	ภาคการศึกษา					

## ๒. แผนการประเมินผลการเรียนรู้

กิจกรรม ที่	ผลการเรียนรู้*	วิธีการประเมิน	ลำดับที่ ประเมิน	สัดส่วน ของการ ประเมินผล
๑	๒.๑ ,๒.๒ ,๓.๑ ,๓.๒	การสอบกลางภาคและปลายภาค	๘, ๑๖	๗๐%
๒	๑.๑	พฤติกรรมในชั้นเรียน การตรงต่อเวลาในการเข้าเรียน-การส่งงาน การปฏิบัติตามกฎระเบียบต่างๆ การไม่คัดลอกผลงานของผู้อื่น ความถูกต้องในการอ้างอิงผลงานทางวิชาการในรายงาน การนำเสนอข้อมูลที่ถูกต้องตามข้อเท็จจริง	ตลอดภาค การศึกษา	๑๐%
๓	๒.๑ ,๒.๒ ,๓.๑ ,๓.๒ ,๔.๑ ,๕.๑ ,๕.๒	พฤติกรรมในชั้นเรียน การตรงต่อเวลาในการเข้าเรียน-การส่งงาน การปฏิบัติตามกฎระเบียบต่างๆ การไม่คัดลอกผลงานของผู้อื่น ความถูกต้องในการอ้างอิงผลงานทางวิชาการในรายงาน การนำเสนอข้อมูลที่ถูกต้องตามข้อเท็จจริง	ตลอดภาค การศึกษา	๒๐%

\* อ้างอิงผลการเรียนรู้ตามเอกสารแนบภาคผนวก ค ของ มคอ.๒

## หมวดที่ ๖ ทรัพยากรประกอบการเรียนการสอน

### ๑. ตำราและเอกสารหลัก

ภาษาไทย

-

ภาษาอังกฤษ

Hirotiu Nastase, Introduction to Quantum Field Theory (Cambridge UP, 2020)

M. Shifman, Advanced Topics in Quantum Field Theory-A Lecture Course (Cambridge UP, 2012)

## ๒. เอกสารและข้อมูลสำคัญ

เว็บเพจ <http://einstein.sc.mahidol.ac.th/~udom/Courses/scpy620.html>

## 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 วทส๖๒๘ แนวคิดทางฟิสิกส์และความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน  
SCPY628 Physics Concepts and Misconception
๒. จำนวนหน่วยกิต ๓(๓-๐-๖) หน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด้วยตนเอง)
๓. หลักสูตรและประเภทของรายวิชา  
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์(หลักสูตรนานาชาติ) เป็นรายวิชาใน  
หมวดวิชาเลือก
๔. อาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชาและอาจารย์ผู้สอน
  - ๔.๑ อาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชา ผศ.ดร. ขวัญ อารยะธนิตกุล
  - ๔.๒ อาจารย์ผู้สอน ผศ.ดร. ขวัญ อารยะธนิตกุล ผศ.ดร.นฤมล เอมะรัตต์
๕. ภาคการศึกษา/ชั้นปีที่เรียน  
ภาคปลาย 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 มีความรู้และความเข้าใจในเนื้อหาของหลักการและทฤษฎีของแนวคิดทางฟิสิกส์และ  
ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน อันได้แก่ หลักการพื้นฐานของฟิสิกส์ในหัวข้อ กลศาสตร์ สมบัติของสาร  
คลื่น อุณหพลศาสตร์ ไฟฟ้าแม่เหล็ก ฟิสิกส์ยุคใหม่ และ ปฏิบัติการฟิสิกส์ ภาพรวมของงานวิจัยและ

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในฟิสิกส์ การใช้งานวิจัยในการเพื่อหาความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียน ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในฟิสิกส์ในหัวข้อต่างๆ

๑.๒ สามารถติดตามความก้าวหน้า ศึกษาค้นคว้า เพื่อพัฒนาองค์ความรู้ในแขนงแนวคิดทางฟิสิกส์และความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนได้ด้วยตนเอง

๑.๓ สามารถสืบค้น วิเคราะห์ ประเมิน และสังเคราะห์ความรู้ในแขนงแนวคิดทางฟิสิกส์และความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน ได้อย่างเป็นระบบและมีเหตุผล

## ๒. วัตถุประสงค์ในการพัฒนา/ปรับปรุงรายวิชา

เพื่อปรับปรุงรายวิชาให้มีความทันสมัย สอดคล้องกับองค์ความรู้ในปัจจุบัน

### หมวดที่ ๓ ลักษณะและการดำเนินการ

#### ๑. คำอธิบายรายวิชา

หลักการพื้นฐานของฟิสิกส์ในหัวข้อ กลศาสตร์ สมบัติของสสาร คลื่น อุณหพลศาสตร์ ไฟฟ้าแม่เหล็ก ฟิสิกส์ยุคใหม่ และปฏิบัติการฟิสิกส์ ภาพรวมของงานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในฟิสิกส์ การใช้งานวิจัยในการเพื่อหาความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียน ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในฟิสิกส์ในหัวข้อต่างๆ

Fundamental principles of physics in mechanics, properties of matter, waves, thermodynamics, electromagnetism, modern physics and physics laboratory; overview of research and theory related to misconceptions in physics; using research to find student misconceptions; misconception in various topics in physics

#### ๒. จำนวนชั่วโมงที่ใช้ต่อภาคการศึกษา

จำนวนชั่วโมงบรรยายต่อสัปดาห์	๓	ชั่วโมง
จำนวนชั่วโมงฝึกปฏิบัติการต่อสัปดาห์	๐	ชั่วโมง
จำนวนชั่วโมงปฏิบัติงานภาคสนามต่อสัปดาห์	-	ชั่วโมง
จำนวนชั่วโมงการศึกษาด้วยตนเอง	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 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 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 ๔.๑)

#### 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

สัปดาห์	หัวข้อ	จำนวนชั่วโมง	กิจกรรมการเรียนรู้	อาจารย์
---------	--------	--------------	--------------------	---------



รหัส		บรรยาย	ปฏิบัติ	ศึกษ	สอนและสื่อที่ใช้	ผู้สอน
		ย	ติ	ด้วย		
				ตนเอง		
๑-๔	Fundamental principles of physics in mechanics, properties of matter, waves, thermodynamics, electromagnetism, modern physics and physics laboratory	๑๒	๐	๒๔	Lecture/Practice/Homework	ผศ.ดร. ขวัญ อารยะชนิต กุล  ผศ.ดร.นฤมล เอมะรัตต์
๕-๗	Overview of research and theory related to misconceptions in physics	๙	๐	๑๘	Lecture/Practice/Homework	
๘	สอบกลางภาค	๐	๐	๐		
๙-๑๑	Using research to find student misconceptions	๙	๐	๑๘	Lecture	ผศ.ดร. ขวัญ อารยะชนิต กุล
๑๒-๑๕	Misconception in various topics in physics	๑๒	๐	๒๔	Lecture/Student Presentation	ผศ.ดร.นฤมล เอมะรัตต์
๑๖	สอบปลายภาค	๐	๐	๐		
	<b>รวมจำนวน ชั่วโมงตลอดภาค การศึกษา</b>	<b>๔๒</b>	<b>๐</b>	<b>๘๔</b>		

## ๒. แผนการประเมินผลการเรียนรู้

กิจกรรม ที่	ผลการเรียนรู้*	วิธีการประเมิน	สัปดาห์ที่ ประเมิน	สัดส่วน ของการ ประเมินผล
๑	๒.๑ ,๒.๒ ,๓.๑ ,๓.๒	การสอบกลางภาคและปลายภาค	๘, 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

Physics for Scientists and Engineers with Modern Physics: A Strategic  
Approaches, Randall D. Knight, 1st edition 2004

### ๒. เอกสารและข้อมูลสำคัญ

<https://www.compadre.org/per/>

### 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 ประเมินจากผลทดสอบและการเรียนรู้ของนักศึกษา

### 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