**รายละเอียด กระบวนวิชาปรับปรุง**

**และกระบวนวิชาใหม่**

**หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต**

**สาขาวิชาคณิตศาสตร์ประยุกต์**

**หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2566**

**คณะวิทยาศาสตร์และบัณฑิตวิทยาลัย**

**มหาวิทยาลัยเชียงใหม่**

**สารบัญ**

 **หน้า**

**ผลลัพธ์การเรียนรู้ของหลักสูตร (PLOs)** 3

**แผนที่แสดงการกระจายความรับผิดชอบมาตรฐานผลการเรียนรู้จากหลักสูตร (PLOs)** 4

 **สู่กระบวนวิชา (Curriculum Mapping)**

**แบบฟอร์มการขอปรับปรุงกระบวนวิชา** 7

**รายการกระบวนวิชาเปิดใหม่** 7

**กระบวนวิชาปรับปรุง** 7

 219731 การวิเคราะห์ประยุกต์ 8

 (Applied Analysis)

 219753 การวิเคราะห์เชิงตัวเลข 14

 (Numerical Analysis)

 219781 รากฐานของการหาค่าเหมาะสมที่สุด 20

 (Foundation of Optimization)

**กระบวนวิชาใหม่ 29**

 219754 วิธีเชิงตัวเลขสำหรับสมการเชิงอนุพันธ์สามัญ 30

 (Numerical Methods for Ordinary Differential Equations)

 219755 วิธีเชิงตัวเลขสำหรับสมการเชิงอนุพันธ์ย่อย 32

 (Numerical Methods for Partial Differential Equations)

**ผลลัพธ์การเรียนรู้ของหลักสูตร (PLOs)**

ผลลัพธ์การเรียนรู้ของหลักสูตร (PLOs) มีความหมายดังนี้

คุณลักษณะบัณฑิตที่พึงประสงค์ ประกอบด้วย

**PLO 1 :** สามารถวิเคราะห์ความสมเหตุสมผลของข้อความและบริบท โดยใช้กระบวนการเชิงคณิตศาสตร์

**PLO 2 :** สามารถแสดงออกถึงหลักการคิดและการวิเคราะห์ และสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างเป็นระบบ โดยใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์และการคณนาที่เหมาะสมได้อย่างเชี่ยวชาญ

**PLO 3 :** มหาบัณฑิตสามารถพัฒนาและดัดแปลงแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ให้เหมาะสมกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้น เพื่อการอธิบาย การแก้ปัญหา การตัดสินใจ และการพยากรณ์ บนพื้นฐานของข้อมูลเชิงประจักษ์

**PLO 4 :** สามารถเลือกใช้ซอฟต์แวร์และเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลและแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม

**PLO 5 :** สามารถสื่อสาร นำเสนอ และแลกเปลี่ยนความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสมทั้งในภาษาไทยและภาษาอังกฤษ

**PLO 6 :** สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างราบรื่น และยอมรับในความแตกต่างระหว่างบุคคล

**PLO 7 :** สามารถศึกษาค้นคว้าด้วยตัวเอง แสวงหาองค์ความรู้ใหม่ สามารถปรับตัว และรู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงทางวิชาการและทางสังคม

**PLO 8 :** มีคุณธรรม จริยธรรม ในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ให้เป็นไปตามจรรยาบรรณวิชาชีพ ตลอดจนการมีพฤติกรรมที่มีความรับผิดชอบต่อตนเองและส่วนรวม

**แผนที่แสดงการกระจายความรับผิดชอบมาตรฐานผลการเรียนรู้จากหลักสูตร (PLOs) สู่กระบวนวิชา (Curriculum Mapping)**

**กระบวนวิชาปรับปรุง**

| **กระบวนวิชา** | **PLO 1** | **PLO 2** | **PLO 3** | **PLO 4** | **PLO 5** | **PLO 6** | **PLO 7** | **PLO 8** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **กระบวนวิชาบังคับ** |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **219731 การวิเคราะห์ประยุกต์** **(Applied Analysis)** | **x** | **x** |  |  | **x** | **x** |  |  |
| **219753 การวิเคราะห์เชิงตัวเลข** **(Numerical Analysis)** | **x** | **x** | **x** | **x** | **x** | **x** |  |  |
| **กระบวนวิชาเลือก** |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **219781 รากฐานของการหาค่าเหมาะสมที่สุด** **(Foundation of Optimization)** | **x** | **x** |  |  | **x** | **x** |  |  |

**กระบวนวิชาเปิดใหม่**

| **กระบวนวิชา** | **PLO 1** | **PLO 2** | **PLO 3** | **PLO 4** | **PLO 5** | **PLO 6** | **PLO 7** | **PLO 8** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **กระบวนวิชาเลือก** |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **219754 วิธีเชิงตัวเลขสำหรับสมการเชิงอนุพันธ์** **สามัญ** **(Numerical Methods for Ordinary**  **Differential Equations)** |  | **x** |  | **x** |  |  |  |  |
| **219755 วิธีเชิงตัวเลขสำหรับสมการเชิงอนุพันธ์ย่อย** **(Numerical Methods for Partial**  **Differential Equations)** |  | **x** |  | **x** |  |  |  |  |

**ตารางเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงกระบวนวิชา**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **ลำดับที่** | **กระบวนวิชาเดิม** | **ส่วนที่เปลี่ยนแปลง** | **เปลี่ยนแปลงเป็น** | **เหตุผล** |
| 1 | **ว.คป.731 (219731) การวิเคราะห์ประยุกต์**  **Applied Analysis**จำนวนหน่วยกิต 3 หน่วยกิตเงื่อนไขที่ต้องผ่านก่อน : ตามความเห็นชอบของภาควิชา | 1. คำอธิบายลักษณะกระบวนวิชาและเนื้อหากระบวนวิชา2. เพิ่มผลลัพธ์การเรียนรู้ของกระบวนวิชา (Course Learning Outcomes) | 1. เอกสารแนบ2. เอกสารแนบ | 1.ปรับเนื้อหากระบวนวิชาให้เหมาะสม ทันสมัย สอดคล้องกับจำนวนชั่วโมงที่สอนจริงและครอบคลุมกับบริบทของเนื้อหากระบวนวิชาในปัจจุบัน2.เพิ่ม Course Learning Outcomes (CLOs) เพื่อให้สอดคล้องกับการจัดการเรียนการสอนในรูปแบบ Outcome-Based Education (OBE) โดยสามารถวัดผลการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับ Program Learning Outcomes (PLOs) ของหลักสูตร |
| 2 | **ว.คป.753 (219753) การวิเคราะห์เชิงตัวเลข**  **Numerical Analysis**จำนวนหน่วยกิต 3 หน่วยกิตเงื่อนไขที่ต้องผ่านก่อน : ตามความเห็นชอบของภาควิชา | 1. คำอธิบายลักษณะกระบวนวิชาและเนื้อหากระบวนวิชา2. เพิ่มผลลัพธ์การเรียนรู้ของกระบวนวิชา (Course Learning Outcomes) | 1. เอกสารแนบ2. เอกสารแนบ | 1.ปรับเนื้อหากระบวนวิชาให้เหมาะสม ทันสมัย สอดคล้องกับจำนวนชั่วโมงที่สอนจริงและครอบคลุมกับบริบทของเนื้อหากระบวนวิชาในปัจจุบัน2.เพิ่ม Course Learning Outcomes (CLOs) เพื่อให้สอดคล้องกับการจัดการเรียนการสอนในรูปแบบ Outcome-Based Education (OBE) โดยสามารถวัดผลการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับ Program Learning Outcomes (PLOs) ของหลักสูตร |
| 3 | **ว.คป.781 (219781) รากฐานของการหาค่า**  **เหมาะสมที่สุด** **Foundation of**  **Optimization**จำนวนหน่วยกิต 3 หน่วยกิตเงื่อนไขที่ต้องผ่านก่อน : ตามความเห็นชอบของภาควิชา | 1. คำอธิบายลักษณะกระบวนวิชาและเนื้อหากระบวนวิชา2. เพิ่มผลลัพธ์การเรียนรู้ของกระบวนวิชา (Course Learning Outcomes)3. ยกเลิกชื่อย่อ (Abbr.) กระบวนวิชา | 1. เอกสารแนบ2. เอกสารแนบ | 1.ปรับเนื้อหากระบวนวิชาให้เหมาะสม ทันสมัย สอดคล้องกับจำนวนชั่วโมงที่สอนจริงและครอบคลุมกับบริบทของเนื้อหากระบวนวิชาในปัจจุบัน2.เพิ่ม Course Learning Outcomes (CLOs) เพื่อให้สอดคล้องกับการจัดการเรียนการสอนในรูปแบบ Outcome-Based Education (OBE) โดยสามารถวัดผลการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับ Program Learning Outcomes (PLOs) ของหลักสูตร3. ยกเลิกชื่อย่อ (Abbr.) เนื่องจากมีจำนวนไม่ถึง 30 ตัวอักษร  |

 การปรับปรุงกระบวนวิชาดังกล่าว ได้ผ่านความเห็นชอบจากคณะกรรมการบัณฑิตศึกษาประจำคณะวิทยาศาสตร์ ในการประชุมเวียนพิจารณาเป็นกรณีพิเศษ เมื่อวันที่ 9 มิถุนายน พ.ศ. 2565 กำหนดให้มีผลบังคับใช้ตั้งแต่ภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2566 เป็นต้นไป

 

 (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภควรรณ พวงสมบัติ)

 รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

 วันที่ 9 มิถุนายน 2565

**กระบวนวิชาปรับปรุง จำนวน 3 กระบวนวิชา ดังนี้**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **ลำดับที่** | **ชื่อกระบวนวิชา** | **หน่วยกิต** |
| 1 | ว.คป. 731 (219731) การวิเคราะห์ประยุกต์ Applied Analysis | 3(3-0-6) |
| 2 | ว.คป. 753 (219753) การวิเคราะห์เชิงตัวเลข Numerical Analysis | 3(3-0-6) |
| 3 | ว.คป. 781 (219781) รากฐานของการหาค่าเหมาะสมที่สุด Foundation of Optimization | 3(3-0-6) |

**มคอ. 3**

**รายละเอียดของกระบวนวิชา (กระบวนวิชาปรับปรุง)**

|  |
| --- |
| **1. ชื่อสถาบันอุดมศึกษา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (CHIANG MAI UNIVERSITY)** |
| **2. คณะ/ภาควิชา คณะวิทยาศาสตร์ ภาควิชาคณิตศาสตร์** **Faculty of Science Department of Mathematics** |
| **3. รหัสกระบวนวิชา** ว.คป. 731 (219731) **ชื่อกระบวนวิชา การวิเคราะห์ประยุกต์** (Applied Analysis) |
| **4. หน่วยกิต** 3(3-0-6) |

**หมวดที่ 1 ข้อมูลทั่วไป**

|  |
| --- |
| **1. หลักสูตรและประเภทของกระบวนวิชา****1.1 กระบวนวิชานี้ใช้สำหรับ**🗹 หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ประยุกต์ 🞏 หลายหลักสูตร **1.2 ประเภทของกระบวนวิชา**   🗹 วิชาบังคับ 🗹 ในสาขาวิชา 🞏 นอกสาขา  🞏 วิชาเลือก 🞏 ในสาขาวิชา 🞏 นอกสาขา  🞏 วิชาตามเงื่อนไขของสาขาวิชา  🞏 วิทยานิพนธ์/ดุษฎีนิพนธ์/การค้นคว้าอิสระ |
| **2. อาจารย์ผู้รับผิดชอบกระบวนวิชาและอาจารย์ผู้สอน** **2.1 อาจารย์ผู้รับผิดชอบ** ผศ. ดร.สมลักษณ์ อุตุดี ผศ. ดร.เบน วงศ์สายใจ**2.2 อาจารย์ผู้สอน (ทุกคน)**  ผศ. ดร.สมลักษณ์ อุตุดี ผศ. ดร.เบน วงศ์สายใจ |
| **3. ภาคการศึกษา/ชั้นปีที่เรียน**  ภาคการศึกษาที่ 1 ชั้นปีที่ 1  |
| **4. สถานที่เรียน**  🗹 ในสถานที่ตั้งของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 🞏 นอกสถานที่ตั้งของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (ระบุ) ............................................. |
| **5. จำนวนชั่วโมงต่อสัปดาห์ที่อาจารย์จะให้คำปรึกษาและแนะนำทางวิชาการแก่นักศึกษาเป็นรายบุคคล** ไม่น้อยกว่า 3 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ |

**หมวดที่ 2 ลักษณะและการดำเนินการ**

**ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์**

**ว.คป. 731 (219731) การวิเคราะห์ประยุกต์ 3(3-0-6)**

**ลักษณะกระบวนวิชา**  🗹 **บรรยาย**  🞏 **ปฏิบัติการ**

 🞏 **ฝึกปฏิบัติ** 🞏 **วิทยานิพนธ์/ดุษฎีนิพนธ์/การค้นคว้าอิสระ**

**การวัดและประเมินผล** 🗹 **A-F** 🞏 **S/U** 🞏 **P**

**กรณีของกระบวนวิชา Selected Topic** 🞏 **นับจำนวนหน่วยกิตสะสมเพื่อการสำเร็จการศึกษาทุกครั้ง**

🞏 **นับจำนวนหน่วยกิตสะสมเพื่อการสำเร็จการศึกษาเพียงครั้งเดียว**

**เงื่อนไขที่ต้องผ่านก่อน :** ตามความเห็นชอบของภาควิชา

**คำอธิบายลักษณะกระบวนวิชา**

 ปริภูมิเวกเตอร์ ปริภูมินอร์มและปริภูมิบานาค ปริภูมิผลคูณภายในและปริภูมิฮิลเบิร์ต การประยุกต์

**ผลลัพธ์การเรียนรู้ของกระบวนวิชา (Course Learning Outcomes: CLOs) :** นักศึกษาสามารถ

 CLO 1 : พิสูจน์สมบัติพื้นฐานของปริภูมิเวกเตอร์

CLO 2 : พิสูจน์สมบัติพื้นฐานและอธิบายทฤษฎีบทที่สำคัญของปริภูมินอร์มและปริภูมิบานาค

CLO 3 : พิสูจน์สมบัติพื้นฐานและอธิบายทฤษฎีบทที่สำคัญของปริภูมิผลคูณภายในและปริภูมิฮิลเบิร์ต

CLO 4 : ประยุกต์ทฤษฎีบทเพื่อนำไปแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้อง

**ความสอดคล้องของ PLOs และผลลัพธ์การเรียนรู้ของกระบวนวิชา (CLOs)**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **PLOs / CLOs** | **CLO 1** | **CLO 2** | **CLO 3** | **CLO 4** |
| **PLO 1** | X | X | X |  |
| **PLO 2** | X | X | X | X |
| **PLO 3** |  |  |  |  |
| **PLO 4** |  |  |  |  |
| **PLO 5** | X | X | X | X |
| **PLO 6** | X | X | X | X |
| **PLO 7** |  |  |  |  |
| **PLO 8** |  |  |  |  |

**เนื้อหากระบวนวิชา จำนวนชั่วโมงบรรยาย**

1. ปริภูมิเวกเตอร์ 9

1.1 ปริภูมิย่อย ฐานฮาเมลและมิติ

1.2 การแปลงเชิงเส้น

1.3 เมทริกซ์ของการแปลง

2. ปริภูมินอร์มและปริภูมิบานาค 13.5

2.1 การลู่เข้า ความบริบูรณ์ ความกระชับ

2.2 ตัวดำเนินการเชิงเส้นมีขอบเขตและฟังก์ชันนัลเชิงเส้นมีขอบเขต

2.3 ปริภูมินอร์มของตัวดำเนินการและปริภูมิคู่กัน

2.4 ฐานชอเดอร์

2.5 ปริภูมินอร์มที่มีมิติจำกัด

3. ปริภูมิผลคูณภายในและปริภูมิฮิลเบิร์ต 15

3.1 เรขาคณิตของปริภูมิผลคูณภายใน

3.2 ภาวะตั้งฉากและฐาน

3.3 ทฤษฎีบทตัวแทนของรีสซ์

3.4 การลู่เข้าแบบอ่อน

3.5 ตัวดำเนินการผูกพันในตัว

4. การประยุกต์ 7.5

4.1 ทฤษฎีสเปกตรัม

4.2 วิธีส่วนที่เหลือถ่วงน้ำหนัก

 **รวม 45**

**เหตุผลในการปรับปรุงกระบวนวิชา**

1. ปรับคำอธิบายลักษณะกระบวนวิชาและเนื้อหากระบวนวิชาเพื่อให้มีความเหมาะสม ทันสมัย สอดคล้องกับจำนวนชั่วโมงที่สอนจริงและครอบคลุมกับบริบทของเนื้อหากระบวนวิชาในปัจจุบัน

2. เพิ่ม Course Learning Outcomes (CLOs) เพื่อให้สอดคล้องกับการจัดการเรียนการสอนในรูปแบบ Outcome-Based Education (OBE) โดยสามารถวัดผลการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับ Program Learning Outcomes (PLOs) ของหลักสูตร

 การปรับปรุงกระบวนวิชาดังกล่าวข้างต้น ได้ผ่านความเห็นชอบจากคณะกรรมการบัณฑิตศึกษาประจำคณะวิทยาศาสตร์ ในการประชุมเวียนพิจารณาเป็นกรณีพิเศษ เมื่อวันที่ 9 มิถุนายน 2565 กำหนดให้มีผลบังคับใช้ตั้งแต่ภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2566 เป็นต้นไป

 

 (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภควรรณ พวงสมบัติ)

 รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน

 คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

 วันที่ 9 มิถุนายน 2565

**Department of Mathematics Faculty of Science**

**AMTH 731 (219731) Applied Analysis 3(3-0-6)**

**Course Type**  🗹 **Lecture**  🞏 **Lab**

 🞏 **Practicum** 🞏 **Thesis/Dissertation/I.S.**

**Measurement and Evaluation** 🗹 **A-F**  🞏 **S/U** 🞏 **P**

**Selected Topic (if any)** 🞏 **Count the accumulated credits for graduation every times**

🞏 **Count the accumulated credits for graduation one-time only**

**Prerequisite :** Consent of the department

**Course Description**

 Vector spaces, normed spaces and Banach spaces, inner product spaces and Hilbert spaces, application

**Course Learning Outcomes (CLOs) :** Students will be able to

**CLO 1 :** prove elementary properties of vector spaces;

**CLO 2 :** prove elementary properties and explain important theorems of normed spaces and Banach spaces;

**CLO 3 :** prove elementary properties and explain important theorems of inner product spaces and Hilbert spaces;

**CLO 4 :** apply theorems to solve related problems.

**Course Contents No. of Lecture Hours**

1. Vector spaces 9

1.1 Subspaces, Hamel bases and dimensions

1.2 Linear transformations

1.3 Matrices of transformations

2. Normed spaces and Banach spaces 13.5

2.1 Convergence, completeness and compactness

2.2 bounded linear operators and bounded linear functionals

2.3 Norm spaces of operators and dual spaces

2.4 Schauder bases

2.5 Finite-dimensional normed spaces

3. Inner product spaces and Hilbert spaces 15

3.1 geometry of inner product spaces

3.2 Orthogonality and bases

3.3 Riesz’s representation theorem

3.4 weak convergence

3.5 self-adjoint operator

4. Applications 7.5

4.1 Spectral theory

4.2 Weighted residual method

 **Total 45**

**หมวดที่ 3 การพัฒนาผลการเรียนรู้ของนักศึกษา**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **CLOs** | **วิธีการจัดการเรียนรู้** | **วิธีการประเมินผลการเรียนรู้** |
| **CLO 1 :** พิสูจน์สมบัติพื้นฐานของปริภูมิเวกเตอร์ | บรรยาย ยกตัวอย่างในชั้นเรียน  | การบ้าน สอบข้อเขียน  |
| **CLO 2 :** พิสูจน์สมบัติพื้นฐานและอธิบายทฤษฎีบทที่สำคัญของปริภูมินอร์มและปริภูมิบานาค  | บรรยาย ยกตัวอย่างในชั้นเรียน  | การบ้าน สอบข้อเขียน  |
| **CLO 3 :** พิสูจน์สมบัติพื้นฐานและอธิบายทฤษฎีบทที่สำคัญของปริภูมิผลคูณภายในและปริภูมิฮิลเบิร์ต | บรรยาย ยกตัวอย่างในชั้นเรียน  | การบ้าน สอบข้อเขียน  |
| **CLO 4 :** ประยุกต์ทฤษฎีบทเพื่อนำไปแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้อง | บรรยาย ยกตัวอย่างในชั้นเรียน  | การบ้าน สอบข้อเขียน นำเสนอในชั้นเรียน รายงาน |



**มคอ. 3**

**รายละเอียดของกระบวนวิชา (กระบวนวิชาปรับปรุง)**

|  |
| --- |
| **1. ชื่อสถาบันอุดมศึกษา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (CHIANG MAI UNIVERSITY)** |
| **2. คณะ/ภาควิชา คณะวิทยาศาสตร์ ภาควิชาคณิตศาสตร์** **Faculty of Science Department of Mathematics** |
| **3. รหัสกระบวนวิชา** ว.คป. 753 (219753) **ชื่อกระบวนวิชา** การวิเคราะห์เชิงตัวเลข (Numerical Analysis) |
| **4. หน่วยกิต** 3(3-0-6) |

**หมวดที่ 1 ข้อมูลทั่วไป**

|  |
| --- |
| **1. หลักสูตรและประเภทของกระบวนวิชา****1.1 กระบวนวิชานี้ใช้สำหรับ** หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ประยุกต์  หลายหลักสูตร **1.2 ประเภทของกระบวนวิชา**    วิชาบังคับ  ในสาขาวิชา  นอกสาขา   วิชาเลือก  ในสาขาวิชา  นอกสาขา   วิชาตามเงื่อนไขของสาขาวิชา   วิทยานิพนธ์/ดุษฎีนิพนธ์/การค้นคว้าอิสระ |
| **2. อาจารย์ผู้รับผิดชอบกระบวนวิชาและอาจารย์ผู้สอน** **2.1 อาจารย์ผู้รับผิดชอบ**ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพล พลอยมะกล่ำ**2.2 อาจารย์ผู้สอน (ทุกคน)** รองศาสตราจารย์ ดร.มรกต เก็บเจริญผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพล พลอยมะกล่ำ |
| **3. ภาคการศึกษา/ชั้นปีที่เรียน**  ภาคการศึกษาที่ 2 ชั้นปีที่ 1  |
| **4. สถานที่เรียน**   ในสถานที่ตั้งของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่  นอกสถานที่ตั้งของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (ระบุ) ............................................. |
| **5. จำนวนชั่วโมงต่อสัปดาห์ที่อาจารย์จะให้คำปรึกษาและแนะนำทางวิชาการแก่นักศึกษาเป็นรายบุคคล** ไม่น้อยกว่า 3 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ |

**หมวดที่ 2 ลักษณะและการดำเนินการ**

**ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์**

**ว.คป. 753 (219753) การวิเคราะห์เชิงตัวเลข 3(3-0-6)**

**ลักษณะกระบวนวิชา**   **บรรยาย**   **ปฏิบัติการ**

  **ฝึกปฏิบัติ**  **วิทยานิพนธ์/ดุษฎีนิพนธ์/การค้นคว้าอิสระ**

**การวัดและประเมินผล**  **A-F**  **S/U**  **P**

**กรณีของกระบวนวิชา Selected Topic**  **นับจำนวนหน่วยกิตสะสมเพื่อการสำเร็จการศึกษาทุกครั้ง**

 **นับจำนวนหน่วยกิตสะสมเพื่อการสำเร็จการศึกษาเพียงครั้งเดียว**

**เงื่อนไขที่ต้องผ่านก่อน :** ตามความเห็นชอบของภาควิชา

**คำอธิบายลักษณะกระบวนวิชา**

การคำนวณด้วยตัวเลข ระบบสมการเชิงเส้น ปัญหาค่าลักษณะเฉพาะของเมทริกซ์ สมการพีชคณิตไม่เชิงเส้น การประมาณฟังก์ชัน อนุพันธ์และปริพันธ์เชิงตัวเลข

**ผลลัพธ์การเรียนรู้ของกระบวนวิชา (Course Learning Outcomes: CLOs) :** นักศึกษาสามารถ

**CLO 1 :** วิเคราะห์ค่าคลาดเคลื่อนจากการประมาณเชิงตัวเลข

**CLO 2 :** แก้ปัญหาที่มาจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้โดยใช้วิธีเชิงตัวเลขที่เหมาะสม

**CLO 3 :** สร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อนำไปใช้กับวิธีเชิงตัวเลขเพื่อใช้ประกอบแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

**ความสอดคล้องของ PLOs และผลลัพธ์การเรียนรู้ของกระบวนวิชา (CLOs)**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **PLOs / CLOs** | **CLO 1** | **CLO 2** | **CLO 3** |
| **PLO 1** | X |  |  |
| **PLO 2** | X | X | X |
| **PLO 3** |  | X | X |
| **PLO 4** |  |  | X |
| **PLO 5** |  | X |  |
| **PLO 6** |  |  | X |
| **PLO 7** |  |  |  |
| **PLO 8** |  |  |  |

**เนื้อหากระบวนวิชา จำนวนชั่วโมงบรรยาย**

1. การคำนวณด้วยตัวเลข 4.5

1.1 การแทนจำนวน และการแทนจุดลอยตัว

1.2 ค่าคลาดเคลื่อนการปัดเศษและค่าคลาดเคลื่อนการตัดปลาย

1.3 การวิเคราะห์เสถียรภาพ

2. ระบบสมการเชิงเส้น 10.5

2.1 ความไวของระบบเชิงเส้น ค่าเงื่อนไข

2.2 วิธีตรง: การกำจัดแบบเกาส์เซียน แอลยู คิวอาร์ ฯลฯ

2.3 วิธีทำซ้ำ: ยาโคบี เกาส์-ไซเดล เอสโออาร์ ฯลฯ

3. ปัญหาค่าลักษณะเฉพาะของเมทริกซ์ 4.5

3.1 ตำแหน่งของค่าลักษณะเฉพาะ

3.2 วิธีกำลัง

3.3 การทำซ้ำคิวอาร์

4. สมการพีชคณิตไม่เชิงเส้น 10.5

4.1 วิธีทำซ้ำ: วิธีจุดตรึง วิธีนิวตัน ฯลฯ

4.2 ตำแหน่งและการประมาณรากของพหุนาม

4.3 การหารากสำหรับฟังก์ชันหลายตัวแปร

5. การประมาณฟังก์ชัน 7.5

5.1 การประมาณค่าในช่วงเชิงพหุนาม

5.2 การประมาณค่าในช่วงแบบแอร์มีต

5.3 ฟังก์ชันเสมือนพหุนาม

6. อนุพันธ์และปริพันธ์เชิงตัวเลข 7.5

6.1 การหาอนุพันธ์เชิงตัวเลขของฟังก์ชัน

6.2 การประมาณพื้นที่

6.3 การประยุกต์ใช้กับสมการเชิงอนุพันธ์: วิธีผลต่าง วิธีออยเลอร์ ฯลฯ

 **รวม 45**

**เหตุผลในการปรับปรุงกระบวนวิชา**

1. ปรับคำอธิบายลักษณะกระบวนวิชาและเนื้อหากระบวนวิชาเพื่อให้มีความเหมาะสม ทันสมัย สอดคล้องกับจำนวนชั่วโมงที่สอนจริงและครอบคลุมกับบริบทของเนื้อหากระบวนวิชาในปัจจุบัน

2. เพิ่ม Course Learning Outcomes (CLOs) เพื่อให้สอดคล้องกับการจัดการเรียนการสอนในรูปแบบ Outcome-Based Education (OBE) โดยสามารถวัดผลการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับ Program Learning Outcomes (PLOs) ของหลักสูตร

 การปรับปรุงกระบวนวิชาดังกล่าวข้างต้น ได้ผ่านความเห็นชอบจากคณะกรรมการบัณฑิตศึกษาประจำคณะวิทยาศาสตร์ ในการประชุมเวียนพิจารณาเป็นกรณีพิเศษ เมื่อวันที่ 9 มิถุนายน 2565 กำหนดให้มีผลบังคับใช้ตั้งแต่ภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2566 เป็นต้นไป

 

 (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภควรรณ พวงสมบัติ)

 รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน

 คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

 วันที่ 9 มิถุนายน 2565

**Department of Mathematics Faculty of Science**

**AMTH 753 (219753) Numerical Analysis 3(3-0-6)**

**Course Type**   **Lecture**   **Lab**

  **Practicum**  **Thesis/Dissertation/I.S.**

**Measurement and Evaluation**  **A-F**   **S/U**  **P**

**Selected Topic (if any)**  **Count the accumulated credits for graduation every times**

 **Count the accumulated credits for graduation one-time only**

**Prerequisite :** Consent of the department

**Course Description**

 Computing with numbers, system of linear equations, matrix eigenvalue problems, nonlinear algebraic equations, approximation of functions, numerical differentiations and integrations

**Course Learning Outcomes (CLOs) :** Students will be able to

**CLO 1 :** analyze the error of numerical approximations;

**CLO 2 :** solve problems derived from a given mathematical model using appropriate numerical methods;

**CLO 3 :** create computer programs to apply numerical methods to construct mathematical models.

**Course Contents No. of Lecture Hours**

1. Computing with numbers 4.5

1.1 Number representation, floating point representation

1.2 Round-off error and truncation error

1.3 Stability Analysis

2. System of linear equations 10.5

2.1 Sensitivity of linear systems, condition number

2.2 Direct methods: Gaussian Elimination, LU, QR, etc.

2.3 Iterative methods: Jacobi, Gauss-Seidel, SOR, etc.

3. Matrix eigenvalue problems 4.5

3.1 Locations of eigenvalues

3.2 Power method

3.3 QR iteration

4. Nonlinear algebraic equations 10.5

4.1 Iterations: fixed point method, Newton’s method, etc.

4.2 Locations and approximations for roots of polynomial

4.3 Root findings for functions of several variables

5. Approximation of functions 7.5

 5.1 Polynomial Interpolations

5.2 Hermite interpolations

5.3 Spline functions

6. Numerical differentiations and integrations 7.5

6.1 Numerical differentiation of functions

6.2 Quadrature

6.3 Applications to differential equations: difference method, Euler method, etc.

 **Total 45**

**หมวดที่ 3 การพัฒนาผลการเรียนรู้ของนักศึกษา**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **CLOs** | **วิธีการจัดการเรียนรู้** | **วิธีการประเมินผลการเรียนรู้** |
| **CLO 1 :** วิเคราะห์ค่าคลาดเคลื่อนจากการประมาณเชิงตัวเลข | บรรยาย ยกตัวอย่างในชั้นเรียน  | การบ้าน สอบข้อเขียน นำเสนอในชั้นเรียน รายงาน |
| **CLO 2 :** แก้ปัญหาที่มาจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้โดยใช้วิธีเชิงตัวเลขที่เหมาะสม | บรรยาย ยกตัวอย่างในชั้นเรียน  | การบ้าน สอบข้อเขียน นำเสนอในชั้นเรียน รายงาน |
| **CLO 3:** สร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อนำไปใช้กับวิธีเชิงตัวเลขเพื่อใช้ประกอบแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ | บรรยาย ยกตัวอย่างในชั้นเรียน  | การบ้าน สอบข้อเขียน นำเสนอในชั้นเรียน รายงาน |



**มคอ. 3**

**รายละเอียดของกระบวนวิชา (กระบวนวิชาปรับปรุง)**

|  |
| --- |
| **1. ชื่อสถาบันอุดมศึกษา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (CHIANG MAI UNIVERSITY)** |
| **2. คณะ/ภาควิชา คณะวิทยาศาสตร์ ภาควิชาคณิตศาสตร์** **Faculty of Science Department of Mathematics** |
| **3. รหัสกระบวนวิชา** ว.คป. 781 (219781) **ชื่อกระบวนวิชา**  รากฐานของการหาค่าเหมาะที่สุด(Foundation of Optimization) |
| **4. หน่วยกิต** 3(3-0-6) |

**หมวดที่ 1 ข้อมูลทั่วไป**

|  |
| --- |
| **1. หลักสูตรและประเภทของกระบวนวิชา****1.1 กระบวนวิชานี้ใช้สำหรับ**🗹 หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ประยุกต์ 🞏 หลายหลักสูตร **1.2 ประเภทของกระบวนวิชา**   🞏 วิชาบังคับ 🞏 ในสาขาวิชา 🞏 นอกสาขา  🗹 วิชาเลือก 🗹 ในสาขาวิชา 🞏 นอกสาขา  🞏 วิชาตามเงื่อนไขของสาขาวิชา  🞏 วิทยานิพนธ์/ดุษฎีนิพนธ์/การค้นคว้าอิสระ |
| **2. อาจารย์ผู้รับผิดชอบกระบวนวิชาและอาจารย์ผู้สอน** **2.1 อาจารย์ผู้รับผิดชอบ**รองศาสตราจารย์ ดร. จูลิน ลิคะสิริ**2.2 อาจารย์ผู้สอน (ทุกคน)** รองศาสตราจารย์ ดร. จูลิน ลิคะสิริผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ธนะศักดิ์ หมวกทองหลาง  |
| **3. ภาคการศึกษา/ชั้นปีที่เรียน**  ภาคการศึกษาที่ 1 ชั้นปีที่ 1, ภาคการศึกษาที่ 2 ชั้นปีที่ 1 หรือภาคการศึกษาที่ 1 ชั้นปีที่ 2  |
| **4. สถานที่เรียน**  🗹 ในสถานที่ตั้งของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 🞏 นอกสถานที่ตั้งของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (ระบุ) ............................................. |
| **5. จำนวนชั่วโมงต่อสัปดาห์ที่อาจารย์จะให้คำปรึกษาและแนะนำทางวิชาการแก่นักศึกษาเป็นรายบุคคล** ไม่น้อยกว่า 3 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ |

**หมวดที่ 2 ลักษณะและการดำเนินการ**

**ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์**

**ว.คป. 781 (219781) รากฐานของการหาค่าเหมาะที่สุด 3(3-0-6)**

**ลักษณะกระบวนวิชา**  🗹 **บรรยาย**  🞏 **ปฏิบัติการ**

 🞏 **ฝึกปฏิบัติ** 🞏 **วิทยานิพนธ์/ดุษฎีนิพนธ์/การค้นคว้าอิสระ**

**การวัดและประเมินผล** 🗹 **A-F** 🞏 **S/U** 🞏 **P**

**กรณีของกระบวนวิชา Selected Topic** 🞏 **นับจำนวนหน่วยกิตสะสมเพื่อการสำเร็จการศึกษาทุกครั้ง**

🞏 **นับจำนวนหน่วยกิตสะสมเพื่อการสำเร็จการศึกษาเพียงครั้งเดียว**

**เงื่อนไขที่ต้องผ่านก่อน :** ตามความเห็นชอบของภาควิชา

**คำอธิบายลักษณะกระบวนวิชา**

 กำหนดการเชิงเส้น ขั้นตอนวิธีซิมเพล็กซ์ ทฤษฎีภาวะคู่กัน ขั้นตอนวิธีซิมเพล็กซ์ฉบับแก้ไข ปัญหากำหนดการเชิงเส้นแบบทั่วไป การวิเคราะห์สภาพไว การประยุกต์ที่เลือกมา: ปัญหาการจัดสรร และปัญหาการตัดสต๊อค ปัญหาการไหลในโครงข่าย ขั้นตอนซิมเพล็กซ์โครงข่าย การประยุกต์ที่เลือกมาของขั้นตอนซิมเพล็กซ์โครงข่าย โปรแกรมไม่เชิงเส้น ฟังก์ชันคอนเว็กซ์และการวางนัยทั่วไป การหาค่าเหมาะที่สุดแบบไม่มีเงื่อนไขบังคับ การหาค่าเหมาะที่สุดแบบมีเงื่อนไขบังคับ

**ผลลัพธ์การเรียนรู้ของกระบวนวิชา (Course Learning Outcomes: CLOs) :** นักศึกษาสามารถ

**CLO 1 :** แก้ปัญหาโปรแกรมเชิงเส้นโดยใช้กระบวนการซิมเพล็กซ์ที่เหมาะสมได้

**CLO 2 :** ดำเนินการขั้นตอนซิมเพล็กซ์โครงข่ายสำหรับปัญหาการไหลที่มีค่าใช้จ่ายต่ำสุดได้

**CLO 3 :** แก้ปัญหาแบบไม่มีเงื่อนไขบังคับและแบบมีเงื่อนไขบังคับโดยใช้แนวทางที่เหมาะสม

**CLO 4 :** เขียนบางปัญหาที่เลือกมาให้อยู่ในรูปปัญหาโปรแกรมเชิงเส้นหรือโปรแกรมไม่เชิงเส้นที่เหมาะสมได้

**ความสอดคล้องของ PLOs และผลลัพธ์การเรียนรู้ของกระบวนวิชา (CLOs)**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **PLOs / CLOs** | **CLO 1** | **CLO 2** | **CLO 3** | **CLO 4** |
| **PLO 1** |  |  | X |  |
| **PLO 2** | X | X | X | X |
| **PLO 3** |  |  |  |  |
| **PLO 4** |  |  |  |  |
| **PLO 5** | X | X | X | X |
| **PLO 6** | X | X | X | X |
| **PLO 7** |  |  |  |  |
| **PLO 8** |  |  |  |  |

**เนื้อหากระบวนวิชา จำนวนชั่วโมงบรรยาย**

1. กำหนดการเชิงเส้น 21

1.1 ขั้นตอนวิธีซิมเพล็กซ์

1.2 ทฤษฎีภาวะคู่กัน

1.3 ขั้นตอนวิธีซิมเพล็กซ์ฉบับแก้ไข

1.4 ปัญหา LP แบบทั่วไป:

- การหาคำตอบโดยขั้นตอนวิธีซิมเพล็กซ์

- ทฤษฎีภาวะคู่กัน และความเป็นไปไม่ได้

1.5 การวิเคราะห์สภาพไว

1.6 การประยุกต์ที่เลือกมา:

- ปัญหาการจัดสรร

- ปัญหาการตัดสต๊อค

2. ปัญหาการไหลในโครงข่าย 6

2.1 ขั้นตอนซิมเพล็กซ์โครงข่าย

2.2 การประยุกต์ที่เลือกมาของขั้นตอนซิมเพล็กซ์โครงข่าย

3. กำหนดการไม่เชิงเส้น 18

3.1 ฟังก์ชันคอนเว็กซ์และการวางนัยทั่วไป

3.2 การหาค่าเหมาะที่สุดแบบไม่มีเงื่อนไขบังคับ

- ปัญหาไม่มีเงื่อนไขบังคับ

- การค้นหาเชิงเส้นโดยไม่ใช้อนุพันธ์

- การค้นหาเชิงเส้นโดยใช้อนุพันธ์

- การค้นหาหลายมิติโดยไม่ใช้อนุพันธ์

- การค้นหาหลายมิติโดยใช้อนุพันธ์

3.3 การหาค่าเหมาะที่สุดแบบมีเงื่อนไขบังคับ

- เงื่อนไขความเหมาะที่สุดจำเป็นและเพียงพออันดับสอง

สำหรับการหาค่าเหมาะที่สุดแบบมีเงื่อนไขบังคับ

- ปัญหาคู่กันของลากรานจ์

- ทฤษฎีภาวะคู่กันและเงื่อนไขความเหมาะที่สุดของจุดอานม้า

- แนวคิดของฟังก์ชันโทษปรับ

- ขั้นตอนวิธีที่เลือกมาสำหรับปัญหาค่าเหมาะที่สุดแบบมีเงื่อนไขบังคับ **รวม 45**

**เหตุผลในการปรับปรุงกระบวนวิชา**

1. ปรับเนื้อหากระบวนวิชาให้เหมาะสม ทันสมัย สอดคล้องกับจำนวนชั่วโมงที่สอนจริงและครอบคลุมกับบริบทของเนื้อหากระบวนวิชาในปัจจุบัน

2. เพิ่ม Course Learning Outcomes (CLOs) เพื่อให้สอดคล้องกับการจัดการเรียนการสอนในรูปแบบ Outcome-Based Education (OBE) โดยสามารถวัดผลการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับ Program Learning Outcomes (PLOs) ของหลักสูตร

 การปรับปรุงกระบวนวิชาดังกล่าวข้างต้น ได้ผ่านความเห็นชอบจากคณะกรรมการบัณฑิตศึกษาประจำคณะวิทยาศาสตร์ ในการประชุมเวียนพิจารณาเป็นกรณีพิเศษ เมื่อวันที่ 9 มิถุนายน 2565 กำหนดให้มีผลบังคับใช้ตั้งแต่ภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2566 เป็นต้นไป

 

 (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภควรรณ พวงสมบัติ)

 รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน

 คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

 วันที่ 9 มิถุนายน 2565

**Department of Mathematics Faculty of Science**

**AMTH 781 (219781) Foundation of Optimization 3(3-0-6)**

**Course Type**  🗹 **Lecture**  🞏 **Lab**

 🞏 **Practicum** 🞏 **Thesis/Dissertation/I.S.**

**Measurement and Evaluation** 🗹 **A-F**  🞏 **S/U** 🞏 **P**

**Selected Topic (if any)** 🞏 **Count the accumulated credits for graduation every times**

🞏 **Count the accumulated credits for graduation one-time only**

**Prerequisite :** Consent of the department

**Course Description**

 Linear programming (LP), the simplex algorithm, duality theory, the revised simplex method, generalized LP problem : solution by simplex method, duality theorem and infeasibility, sensitivity analysis, selected applications: allocation problem and cutting stock problem, network flow problems, network simplex method, selected applications of network simplex method, nonlinear programming, convex functions and generalization, unconstrained optimization, constrained optimization

**Course Learning Outcomes (CLOs) :** Students will be able to

**CLO 1 :** solve linear programming problems using appropriate simplex procedure;

**CLO 2 :** perform network simplex method on a minimum cost flow problem;

**CLO 3 :**  solve unconstrained and constrained problems using appropriate approaches;

**CLO 4 :** formulate some selected problems into appropriate linear programming or nonlinear

programming problems.

**Course Contents No. of Lecture Hours**

1. Linear programming (LP) 21

1.1 The simplex algorithm

1.2 Duality theory

1.3 The revised simplex method

1.4 Generalized LP problem:

- Solution by simplex method,

- Duality theorem and infeasibility

1.5 Sensitivity analysis

1.6 Selected applications:

- Allocation problem

- Cutting stock problem

2. Network flow problems 6

2.1 Network simplex method

2.2 Selected applications of network simplex method

3. Nonlinear programming 18

3.1 Convex functions and generalization

3.2 Unconstrained optimization

- Unconstrained problems

- Line search without using derivatives

- Line search using derivatives

- Multidimensional search without using derivatives

- Multidimensional search without using derivatives

3.3 Constrained optimization

- Second order necessary and sufficient optimality condition

 for constrained optimization

- Lagrangian dual problems

- Duality Theorem and saddle point optimality conditions

- Concept of penalty functions

- Selected algorithms for constrained optimization problem

 **Total 45**

**หมวดที่ 3 การพัฒนาผลการเรียนรู้ของนักศึกษา**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **CLOs** | **วิธีการจัดการเรียนรู้** | **วิธีการประเมินผลการเรียนรู้** |
| **CLO 1 :** แก้ปัญหาโปรแกรมเชิงเส้นโดยใช้กระบวนการซิมเพล็กซ์ที่เหมาะสมได้ | บรรยาย ยกตัวอย่างในชั้นเรียน  | การบ้าน โครงการค้นคว้า นำเสนอในชั้นเรียน ส่งรายงาน สอบข้อเขียนกลางภาค  |
| **CLO 2 :** ดำเนินการขั้นตอนซิมเพล็กซ์โครงข่ายสำหรับปัญหาการไหลที่มีค่าใช้จ่ายต่ำสุดได้ | บรรยาย ยกตัวอย่างในชั้นเรียน  | การบ้าน โครงการค้นคว้า นำเสนอในชั้นเรียน ส่งรายงานสอบข้อเขียนกลางภาค |
| **CLO 3 :** แก้ปัญหาแบบไม่มีเงื่อนไขบังคับและแบบมีเงื่อนไขบังคับโดยใช้แนวทางที่เหมาะสม | บรรยาย ยกตัวอย่างในชั้นเรียน  | การบ้าน โครงการค้นคว้า นำเสนอในชั้นเรียน ส่งรายงานสอบข้อเขียนปลายภาค |
| **CLO 4 :** เขียนบางปัญหาที่เลือกมาให้อยู่ในรูปปัญหาโปรแกรมเชิงเส้นหรือโปรแกรมไม่เชิงเส้นที่เหมาะสมได้ | บรรยาย ยกตัวอย่างในชั้นเรียน  | การบ้าน โครงการค้นคว้า นำเสนอในชั้นเรียน ส่งรายงานสอบข้อเขียนปลายภาค |



**กระบวนวิชาใหม่ จำนวน 2 กระบวนวิชา ดังนี้**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **ลำดับที่** | **ชื่อกระบวนวิชา** | **หน่วยกิต** |
| 1 | ว.คป. 754 (219754) วิธีเชิงตัวเลขสำหรับสมการเชิงอนุพันธ์สามัญ Numerical Methods for Ordinary Differential Equations | 3(3-0-6) |
| 2 | ว.คป. 755 (219755) วิธีเชิงตัวเลขสำหรับสมการเชิงอนุพันธ์ย่อย Numerical Methods for Partial Differential Equations | 3(3-0-6) |

**มคอ. 3**

**รายละเอียดของกระบวนวิชา (กระบวนวิชาเปิดใหม่)**

|  |
| --- |
| **1. ชื่อสถาบันอุดมศึกษา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (CHIANG MAI UNIVERSITY)** |
| **2. คณะ/ภาควิชา คณะวิทยาศาสตร์ ภาควิชาคณิตศาสตร์** **Faculty of Science Department of Mathematics** |
| **3. รหัสกระบวนวิชา** ว.คป. 754 (219754) **ชื่อกระบวนวิชา** วิธีเชิงตัวเลขสำหรับสมการเชิงอนุพันธ์สามัญ  (Numerical Methods for Ordinary Differential Equations) |
| **4. หน่วยกิต** 3(3-0-6) |

**หมวดที่ 1 ข้อมูลทั่วไป**

|  |
| --- |
| **1. หลักสูตรและประเภทของกระบวนวิชา****1.1 กระบวนวิชานี้ใช้สำหรับ** หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ประยุกต์  หลายหลักสูตร **1.2 ประเภทของกระบวนวิชา**    วิชาบังคับ  ในสาขาวิชา  นอกสาขา   วิชาเลือก  ในสาขาวิชา  นอกสาขา   วิชาตามเงื่อนไขของสาขาวิชา   วิทยานิพนธ์/ดุษฎีนิพนธ์/การค้นคว้าอิสระ |
| **2. อาจารย์ผู้รับผิดชอบกระบวนวิชาและอาจารย์ผู้สอน** **2.1 อาจารย์ผู้รับผิดชอบ**ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพล พลอยมะกล่ำ**2.2 อาจารย์ผู้สอน (ทุกคน)** อาจารย์ ดร.เอกชัย ทวินันท์ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพล พลอยมะกล่ำ |
| **3. ภาคการศึกษา/ชั้นปีที่เรียน**  ภาคการศึกษาที่ 1 ชั้นปีที่ 1, ภาคการศึกษาที่ 2 ชั้นปีที่ 1 หรือ ภาคการศึกษาที่ 1 ชั้นปีที่ 2  |
| **4. สถานที่เรียน**   ในสถานที่ตั้งของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่  นอกสถานที่ตั้งของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (ระบุ) ............................................. |
| **5. จำนวนชั่วโมงต่อสัปดาห์ที่อาจารย์จะให้คำปรึกษาและแนะนำทางวิชาการแก่นักศึกษาเป็นรายบุคคล** ไม่น้อยกว่า 3 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ |

**หมวดที่ 2 ลักษณะและการดำเนินการ**

**ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์**

**ว.คป. 754 (219754) วิธีเชิงตัวเลขสำหรับสมการเชิงอนุพันธ์สามัญ 3(3-0-6)**

**ลักษณะกระบวนวิชา**   **บรรยาย**   **ปฏิบัติการ**

  **ฝึกปฏิบัติ**  **วิทยานิพนธ์/ดุษฎีนิพนธ์/การค้นคว้าอิสระ**

**การวัดและประเมินผล**  **A-F**  **S/U**  **P**

**กรณีของกระบวนวิชา Selected Topic**  **นับจำนวนหน่วยกิตสะสมเพื่อการสำเร็จการศึกษาทุกครั้ง**

 **นับจำนวนหน่วยกิตสะสมเพื่อการสำเร็จการศึกษาเพียงครั้งเดียว**

**เงื่อนไขที่ต้องผ่านก่อน :** ตามความเห็นชอบของภาควิชา

**คำอธิบายลักษณะกระบวนวิชา**

ปัญหาค่าเริ่มต้น วิธีขั้นเดียว วิธีหลายขั้นเชิงเส้น วิธีกาเลอร์คิน ปัญหาค่าขอบ วิธีผลต่างอันตะ

**ผลลัพธ์การเรียนรู้ของกระบวนวิชา (Course Learning Outcomes: CLOs) :** นักศึกษาสามารถ

**CLO 1 :** วิเคราะห์การมีจริงและความเป็นได้อย่างเดียวของสมการเชิงอนุพันธ์สามัญ

**CLO 2 :** แก้สมการเชิงอนุพันธ์สามัญที่กำหนดให้โดยใช้วิธีเชิงตัวเลขที่เหมาะสม

**CLO 3 :** สร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อนำไปใช้กับวิธีเชิงตัวเลขสำหรับแก้สมการเชิงอนุพันธ์สามัญ

**ความสอดคล้องของ PLOs และผลลัพธ์การเรียนรู้ของกระบวนวิชา (CLOs)**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **PLOs / CLOs** | **CLO 1** | **CLO 2** | **CLO 3** |
| **PLO 1** |  |  |  |
| **PLO 2** | X | X | X |
| **PLO 3** |  |  |  |
| **PLO 4** |  |  | X |
| **PLO 5** |  |  |  |
| **PLO 6** |  |  |  |
| **PLO 7** |  |  |  |
| **PLO 8** |  |  |  |

**เนื้อหากระบวนวิชา จำนวนชั่วโมงบรรยาย**

1. ปัญหาค่าเริ่มต้น 4.5

1.1 ทฤษฎีบทการมีจริง

1.2 ความเป็นได้อย่างเดียวและเสถียรภาพของผลเฉลย

1.3 ระบบเชิงเส้นเอกพันธ์

2. วิธีขั้นเดียว 10.5

2.1 วิธีออยเลอร์

2.2 วิธีขั้นเดียวทั่วไป

2.3 การควบคุมการเพิ่มขึ้นและค่าคลาดเคลื่อนตัดปลาย

2.4 การวิเคราะห์เสถียรภาพ

3. วิธีหลายขั้นเชิงเส้น 9

3.1 การสร้างสูตรวิธีหลายขั้นเชิ้งเส้น

3.2 เสถียรภาพและการลู่เข้า

3.3 วิธีรุงเงอ-คุททา

4. วิธีกาเลอร์คิน 9

4.1 การสร้างสูตรเชิงแปรผันสำหรับปัญหาค่าเริ่มต้น

4.2 วิธีกาเลอร์คินไม่ต่อเนื่อง

4.3 การวิเคราะห์ค่าคลาดเคลื่อน

5. ปัญหาค่าขอบ 6

5.1 ทฤษฎีบทการมีจริงและความเป็นได้อย่างเดียว

5.2 ปัญหาค่าขอบเชิงเส้น

5.3 วิธีชูทติง

6. วิธีผลต่างอันตะ 6

6.1 ระบบอันดับหนึ่ง

6.2 ข้อปัญหาสตูร์ม-ลียูวีล

 **รวม 45**

 การเปิดกระบวนวิชาดังกล่าวข้างต้น ได้ผ่านความเห็นชอบจากที่ประชุมคณะกรรมการบัณฑิตศึกษาประจำ คณะวิทยาศาสตร์ ในการประชุมเวียนพิจารณาเป็นกรณีพิเศษ เมื่อวันที่ 9 เดือนมิถุนายน พ.ศ.2565 กำหนดเปิดสอนตั้งแต่ภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2566 เป็นต้นไป



 (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภควรรณ พวงสมบัติ)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

 วันที่ 9 มิถุนายน 2565

**Department of Mathematics Faculty of Science**

**AMTH 754 (219754) Numerical Methods for Ordinary Differential Equations 3(3-0-6)**

**Course Type**   **Lecture**   **Lab**

  **Practicum**  **Thesis/Dissertation/I.S.**

**Measurement and Evaluation**  **A-F**   **S/U**  **P**

**Selected Topic (if any)**  **Count the accumulated credits for graduation every times**

 **Count the accumulated credits for graduation one-time only**

**Abbreviation : NUMERICAL METHODS ODE**

**Prerequisite :** Consent of the Department

**Course Description**

 Initial value problems, one-step methods, linear multistep methods, Galerkin method, Boundary value problems, finite difference method

**Course Learning Outcomes (CLOs) :** Students will be able to

**CLO 1 :** analyze the existence and uniqueness of ordinary differential equations;

**CLO 2 :** solve given ordinary differential equations using appropriate numerical methods;

**CLO 3 :** create computer programs to implement numerical methods for solving ordinary differential equations.

**Course Contents No. of Lecture Hours**

1. Initial value problems 4.5

1.1 Existence theorems

1.2 Uniqueness and stability of solutions

1.3 Homogeneous linear systems

2. One-step methods 10.5

2.1 Euler method

2.2 General one-step methods

2.3 Increment control and truncation error

2.4 Stability analysis

3. Linear multistep methods 9

3.1 Construction of linear multi-step formulas

3.2 Stability and convergence

3.3 Runge-Kutta methods

4. Galerkin method 9

4.1 Variational formulation of the Initial value problems

4.2 The discontinuous Galerkin method

4.3 Error analysis

5. Boundary value problems 6

5.1 Existence and uniqueness theorems

5.2 Linear boundary value problems

5.3 Shooting method

6. Finite difference method 6

6.1 First-order systems

6.2 Storm-Liouville Problems

 **Total 45**

**หมวดที่ 3 การพัฒนาผลการเรียนรู้ของนักศึกษา**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **CLOs** | **วิธีการจัดการเรียนรู้** | **วิธีการประเมินผลการเรียนรู้** |
| **CLO 1 :** วิเคราะห์การมีจริงและความเป็นได้อย่างเดียวของสมการเชิงอนุพันธ์สามัญ | บรรยาย ยกตัวอย่างในชั้นเรียน  | การบ้าน สอบข้อเขียน นำเสนอในชั้นเรียน รายงาน |
| **CLO 2 :** แก้สมการเชิงอนุพันธ์สามัญที่กำหนดให้โดยใช้วิธีเชิงตัวเลขที่เหมาะสม | บรรยาย ยกตัวอย่างในชั้นเรียน  | การบ้าน สอบข้อเขียน นำเสนอในชั้นเรียน รายงาน |
| **CLO 3 :** สร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อนำไปใช้กับวิธีเชิงตัวเลขสำหรับแก้สมการเชิงอนุพันธ์สามัญ | บรรยาย ยกตัวอย่างในชั้นเรียน  | การบ้าน สอบข้อเขียน นำเสนอในชั้นเรียน รายงาน |

**มคอ. 3**

**รายละเอียดของกระบวนวิชา (กระบวนวิชาเปิดใหม่)**

|  |
| --- |
| **1. ชื่อสถาบันอุดมศึกษา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (CHIANG MAI UNIVERSITY)** |
| **2. คณะ/ภาควิชา คณะวิทยาศาสตร์ ภาควิชาคณิตศาสตร์** **Faculty of Science Department of Mathematics** |
| **3. รหัสกระบวนวิชา** ว.คป. 755 (219755) **ชื่อกระบวนวิชา** วิธีเชิงตัวเลขสำหรับสมการเชิงอนุพันธ์ย่อย  (Numerical Methods for Partial Differential Equations) |
| **4. หน่วยกิต** 3(3-0-6) |

**หมวดที่ 1 ข้อมูลทั่วไป**

|  |
| --- |
| **1. หลักสูตรและประเภทของกระบวนวิชา****1.1 กระบวนวิชานี้ใช้สำหรับ** หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ประยุกต์  หลายหลักสูตร **1.2 ประเภทของกระบวนวิชา**    วิชาบังคับ  ในสาขาวิชา  นอกสาขา   วิชาเลือก  ในสาขาวิชา  นอกสาขา   วิชาตามเงื่อนไขของสาขาวิชา   วิทยานิพนธ์/ดุษฎีนิพนธ์/การค้นคว้าอิสระ |
| **2. อาจารย์ผู้รับผิดชอบกระบวนวิชาและอาจารย์ผู้สอน** **2.1 อาจารย์ผู้รับผิดชอบ**ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอกชัย ทวินันท์**2.2 อาจารย์ผู้สอน (ทุกคน)** อาจารย์ ดร.เอกชัย ทวินันท์ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพล พลอยมะกล่ำ |
| **3. ภาคการศึกษา/ชั้นปีที่เรียน**  ภาคการศึกษาที่ 1 ชั้นปีที่ 1, ภาคการศึกษาที่ 2 ชั้นปีที่ 1 หรือ ภาคการศึกษาที่ 1 ชั้นปีที่ 2 |
| **4. สถานที่เรียน**   ในสถานที่ตั้งของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่  นอกสถานที่ตั้งของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (ระบุ) ............................................. |
| **5. จำนวนชั่วโมงต่อสัปดาห์ที่อาจารย์จะให้คำปรึกษาและแนะนำทางวิชาการแก่นักศึกษาเป็นรายบุคคล** ไม่น้อยกว่า 3 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ |

**หมวดที่ 2 ลักษณะและการดำเนินการ**

**ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์**

**ว.คป. 755 (219755) วิธีเชิงตัวเลขสำหรับสมการเชิงอนุพันธ์ย่อย 3(3-0-6)**

**ลักษณะกระบวนวิชา**   **บรรยาย**   **ปฏิบัติการ**

  **ฝึกปฏิบัติ**  **วิทยานิพนธ์/ดุษฎีนิพนธ์/การค้นคว้าอิสระ**

**การวัดและประเมินผล**  **A-F**  **S/U**  **P**

**กรณีของกระบวนวิชา Selected Topic**  **นับจำนวนหน่วยกิตสะสมเพื่อการสำเร็จการศึกษาทุกครั้ง**

 **นับจำนวนหน่วยกิตสะสมเพื่อการสำเร็จการศึกษาเพียงครั้งเดียว**

**เงื่อนไขที่ต้องผ่านก่อน :** ตามความเห็นชอบของภาควิชา

**คำอธิบายลักษณะกระบวนวิชา**

บทนำสำหรับสมการเชิงอนุพันธ์ย่อย ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับสมการเชิงอนุพันธ์ย่อย วิธีผลต่างอันตะสำหรับปัญหาในรูปแบบเชิงวงรี วิธีสมาชิกจำกัดสำหรับปัญหาในรูปแบบเชิงวงรี วิธีเชิงตัวเลขสำหรับปัญหาในรูปแบบพาราโบลา ขั้นตอนสำหรับวิธีเชิงตัวเลขของปัญหาในรูปแบบไฮเพอร์โบลา

**ผลลัพธ์การเรียนรู้ของกระบวนวิชา (Course Learning Outcomes: CLOs) :** นักศึกษาสามารถ

**CLO 1 :** วิเคราะห์การมีจริงและความเป็นได้อย่างเดียวของสมการเชิงอนุพันธ์ย่อยบางรูปแบบ

**CLO 2 :** แก้สมการเชิงอนุพันธ์ย่อยที่กำหนดให้โดยใช้วิธีเชิงตัวเลขที่เหมาะสม

**CLO 3 :** สร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อนำไปใช้กับวิธีเชิงตัวเลขสำหรับแก้สมการเชิงอนุพันธ์ย่อย

**ความสอดคล้องของ PLOs และผลลัพธ์การเรียนรู้ของกระบวนวิชา (CLOs)**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **PLOs / CLOs** | **CLO 1** | **CLO 2** | **CLO 3** |
| **PLO 1** |  |  |  |
| **PLO 2** | X | X | X |
| **PLO 3** |  |  |  |
| **PLO 4** |  |  | X |
| **PLO 5** |  |  |  |
| **PLO 6** |  |  |  |
| **PLO 7** |  |  |  |
| **PLO 8** |  |  |  |

**เนื้อหากระบวนวิชา จำนวนชั่วโมงบรรยาย**

1. บทนำสำหรับสมการเชิงอนุพันธ์ย่อย 3

 1.1 สัญลักษณ์ที่เกี่ยวข้องของสมการเชิงอนุพันธ์ย่อย

 1.2 การสร้างสมการเชิงอนุพันธ์ย่อย

 1.3 ตัวอย่างและโมเดลปัญหาสำหรับสมการเชิงอนุพันธ์ย่อย

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับสมการเชิงอนุพันธ์ย่อย 9

 2.1 ประเภทของสมการเชิงอนุพันธ์ย่อย

 2.2 ปัญหาในรูปแบบเชิงวงรี

 2.3 เครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์โดยใช้ทฤษฎีปริภูมิฟังก์ชัน

 2.4 ปัญหาในรูปแบบเชิงพาราโบลา

 2.5 ปัญหาในรูปแบบเชิงไฮเพอร์โบลา

3. วิธีผลต่างอันตะสำหรับปัญหาในรูปแบบเชิงวงรี 9

 3.1 การประมาณค่าในรูปแบบทั่วไปของวิธีผลต่างอันตะ

 3.2 สมบัติบางประการของวิธีผลต่างอันตะ

 3.3 รูปแบบคำตอบของวิธีผลต่างอันตะ

4. วิธีสมาชิกจำกัดสำหรับปัญหาในรูปแบบเชิงวงรี 9

4.1 รูปทั่วไปของเทคนิคภาพฉาย

4.2 รูปแบบคำตอบทั่วไปของวิธีสมาชิกจำกัด

4.3 การประมาณค่าในช่วงด้วยวิธีสมาชิกจำกัด

4.4 การวิเคราะห์ค่าความผิดพลาด

4.5 โครงสร้างการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์

5. วิธีเชิงตัวเลขสำหรับปัญหาในรูปแบบพาราโบลา 9

5.1 วิธีผลต่างอันตะสำหรับปัญหาในรูปแบบพาราโบลา

5.2 วิธีสมาชิกจำกัดสำหรับปัญหาในรูปแบบพาราโบลา

6. ขั้นตอนสำหรับวิธีเชิงตัวเลขของปัญหาในรูปแบบไฮเพอร์โบลา 6

 6.1 วิธีผลต่างอันตะสำหรับสมการคลื่น

 **รวม 45**

 การเปิดกระบวนวิชาดังกล่าวข้างต้น ได้ผ่านความเห็นชอบจากที่ประชุมคณะกรรมการบัณฑิตศึกษาประจำ คณะวิทยาศาสตร์ ในการประชุมเวียนพิจารณาเป็นกรณีพิเศษ เมื่อวันที่ 9 เดือนมิถุนายน พ.ศ.2565 กำหนดเปิดสอนตั้งแต่ภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2566 เป็นต้นไป



 (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภควรรณ พวงสมบัติ)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

 วันที่ 9 มิถุนายน 2565

**Department of Mathematics Faculty of Science**

**AMTH 755 (219755) Numerical Methods for Partial Differential Equations 3(3-0-6)**

**Course Type**   **Lecture**   **Lab**

  **Practicum**  **Thesis/Dissertation/I.S.**

**Measurement and Evaluation**  **A-F**   **S/U**  **P**

**Selected Topic (if any)**  **Count the accumulated credits for graduation every times**

 **Count the accumulated credits for graduation one-time only**

**Abbreviation : NUMERICAL METHODS PDE**

**Prerequisite :** Consent of the department

**Course Description**

 Introduction to partial differential equations, theory of partial differential equations, finite difference method for elliptic problems, finite element methods for elliptic problems, numerical methods for parabolic problems, procedure for numerical methods for hyperbolic problems

**Course Learning Outcomes (CLOs) :** Students will be able to

**CLO 1 :** analyze the existence and uniqueness of some partial differential equations;

**CLO 2 :** solve given partial differential equations using appropriate numerical methods;

**CLO 3 :** create computer programs to implement numerical methods for solving partial differential equations.

**Course Contents No. of Lecture Hours**

1. Introduction to partial differential equations 3

1.1 Notation

1.2 Derivation of partial differential equations

1.3 Examples and model problems

2. Theory of partial differential equations 9

2.1 Classification

2.2 Elliptic problems

2.3 Tools from the theory of function spaces

2.4 Parabolic problems

2.5 Hyperbolic problems

3. Finite difference method for elliptic problems 9

3.1 General finite difference approximations

3.2 Properties of the finite difference equations

3.3 Aspects of the solution

4. Finite element methods for elliptic problems 9

4.1 General Projection Techniques

4.2 General Finite Element Approaches

4.3 Interpolation With finite elements

4.4 A priori error analysis

4.5 Implementation Considerations

5. Numerical methods for parabolic problems 9

5.1 Difference methods for parabolic problems

5.2 FE Galerkin method for parabolic problems

6. Procedure for numerical methods for hyperbolic problems 6

 6.1 Difference method for the wave equation

 **Total 45**

**หมวดที่ 3 การพัฒนาผลการเรียนรู้ของนักศึกษา**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **CLOs** | **วิธีการจัดการเรียนรู้** | **วิธีการประเมินผลการเรียนรู้** |
| **CLO 1 :** วิเคราะห์การมีจริงและความเป็นได้อย่างเดียวของสมการเชิงอนุพันธ์ย่อยบางรูปแบบ | บรรยาย ยกตัวอย่างในชั้นเรียน  | การบ้าน สอบข้อเขียน นำเสนอในชั้นเรียน รายงาน |
| **CLO 2 :** แก้สมการเชิงอนุพันธ์ย่อยที่กำหนดให้โดยใช้วิธีเชิงตัวเลขที่เหมาะสม | บรรยาย ยกตัวอย่างในชั้นเรียน  | การบ้าน สอบข้อเขียน นำเสนอในชั้นเรียน รายงาน |
| **CLO 3 :** สร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อนำไปใช้กับวิธีเชิงตัวเลขสำหรับแก้สมการเชิงอนุพันธ์ย่อย | บรรยาย ยกตัวอย่างในชั้นเรียน  | การบ้าน สอบข้อเขียน นำเสนอในชั้นเรียน รายงาน |