

คำอธิบายรายวิชา

ก หมวดวิชาศึกษาทั่วไป

38 หน่วยกิต

(1) กลุ่มวิชาแกนศึกษาทั่วไป

15 หน่วยกิต

202108 การรู้ดิจิทัล

2(2-0-4)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

การเลือกแหล่งสารสนเทศเพื่อการค้นคว้า การใช้เทคโนโลยีดิจิทัลในการค้นคืนสารสนเทศ การรวบรวมและการประเมินคุณภาพสารสนเทศ การวิเคราะห์และสังเคราะห์สารสนเทศ การเขียนรายงาน และการอ้างอิง ความปลอดภัย ผลกระทบ จริยธรรม คุณธรรม และกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการใช้สื่อและเทคโนโลยีดิจิทัล

202108 Digital Literacy

2(2-0-4)

Prerequisite : None

Selecting sources of information for research; using digital technology in information retrieval; collecting and evaluating information qualities; analyzing and synthesizing information; writing reports and referencing; security, effects, ethics, morals, and laws regarding media and digital technology using

202109 ทักษะการรู้คอมพิวเตอร์

1(0-2-2)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

ความรู้พื้นฐานการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ การใช้โปรแกรมประยุกต์เพื่อจัดการงานเอกสาร การนำเสนอสารสนเทศ การจัดการข้อมูลเพื่อการคำนวณ และการจัดการฐานข้อมูลอย่างสร้างสรรค์ การออกแบบและพัฒนาเว็บไซต์สำหรับการทำงานในชีวิตประจำวัน

202109 Computer Literacy Skills

1(0-2-2)

Prerequisite : None

Basics of computer programming; using application software for document management; presenting information; data management for calculation and creative data management; designing and developing a website for working in a daily life

202201 ทักษะชีวิต 3(3-0-6)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

การรู้จักและเข้าใจตนเองและผู้อื่น การคิดและวิเคราะห์อย่างมีเหตุผล การคิดอย่างเป็นระบบ และการคิดแบบองค์รวม การตัดสินใจและแก้ไขปัญหาอย่างสร้างสรรค์ การเรียนรู้ด้วยตนเองในบริบทของการเรียนรู้ตลอดชีวิต ความสมดุลระหว่างชีวิตและการทำงาน ความพอเพียงในการดำรงชีวิต การดูแลสุขภาพของตนเอง การจัดการอารมณ์ และความเครียด การแก้ไขปัญหาชีวิต

202201 Life Skills 3(3-0-6)

Prerequisite : None

Knowing and understanding self and others; rational thinking and analyzing; systems and holistic thinking; creative decision-making and problem-solving; self-directed learning in a context of lifelong learning; work-life balance; sufficiency in living; self-care; stress and emotion management; solutions to life issues

202202 ความเป็นพลเมืองและพลเมืองโลก 3(3-0-6)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

คุณลักษณะสำคัญของพลเมือง บทบาทของพลเมืองไทยและพลเมืองโลก ความสัมพันธ์ระหว่างประเทศ องค์การระหว่างประเทศ ผลกระทบข้ามพรมแดน การวิเคราะห์และถอดบทเรียนของเหตุการณ์ระหว่างประเทศ

202202 Citizenship and Global Citizens 3(3-0-6)

Prerequisite : None

Important characteristics of citizens; roles of Thai and global citizens; international relations; international organizations; transboundary impacts; critique and lesson-learned from international phenomena

202203 มนุษย์กับสังคมและสิ่งแวดล้อม 3(3-0-6)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

ลักษณะพื้นฐานของความเป็นมนุษย์ ความหลากหลายทางวัฒนธรรม การจัดระเบียบทางสังคม ระบบนิเวศ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม การนำทรัพยากรธรรมชาติมาใช้ประโยชน์ การพัฒนาอย่างยั่งยืน

202203 Man, Society and Environment 3(3-0-6)**Prerequisite :** None

Conditions of being human; cultural diversity; social order; ecological system; natural resources and environment; utilization of natural resources; sustainable development

202207 มนุษย์กับเศรษฐกิจและการพัฒนา 3(3-0-6)**วิชาบังคับก่อน :** ไม่มี

เศรษฐกิจกับการพัฒนาสังคม ทิศทางการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม การพัฒนาแบบกีดกัน การพัฒนาแบบมีส่วนร่วม การพัฒนาบนฐานนวัตกรรม เศรษฐกิจสร้างสรรค์ พันธกิจสัมพันธ์กับชุมชน ผู้ประกอบการเพื่อสังคม

202207 Man, Economy and Development 3(3-0-6)**Prerequisite :** None

Economy and social development; trends of economic and social development; exclusive development; inclusive development; innovation-based development; creative economy; community engagement; social entrepreneurship

(2) กลุ่มวิชาภาษาต่างประเทศ 15 หน่วยกิต**213101 ภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสาร 1 3(3-0-6)****วิชาที่บังคับก่อน:** ไม่มี

พัฒนาความสามารถของนักศึกษาในการใช้ภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสารในสังคมได้อย่างมีประสิทธิภาพ บูรณาการทักษะภาษาอังกฤษโดยให้ความสำคัญกับทักษะการฟังและการพูด พัฒนากลยุทธ์การสื่อสารและกลยุทธ์การเรียนรู้ภาษา ส่งเสริมการเรียนรู้ภาษาอังกฤษด้วยตนเองโดยใช้แหล่งทรัพยากรที่หลากหลาย

213101 English for Communication I 3(3-0-6)**Prerequisite :** None

Developing students' abilities for effective communication in social settings; focusing on integrated skills with the primary emphasis on listening and speaking; developing communication and language learning strategies and promoting autonomous learning using various resources

213102 ภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสาร 2 3(3-0-6)

วิชาบังคับก่อน : 213101 ภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสาร 1

พัฒนาความสามารถของนักศึกษาในระดับที่สูงขึ้น เพื่อการสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพทั้งในสถานการณ์ทางสังคมและวิชาการ บูรณาการทักษะโดยเฉพาะอย่างยิ่งทักษะการฟังและการพูดเพื่อจุดประสงค์เชิงวิชาการ พัฒนากลยุทธ์การสื่อสารและกลยุทธ์การเรียนรู้ภาษา สร้างเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยใช้เนื้อหาเชิงวิชาการจากแหล่งทรัพยากรที่หลากหลาย

213102 English for Communication II 3(3-0-6)

Prerequisite : 213101 English for Communication I

Further developing students' abilities for effective communication in social and academic settings; focusing on integrated skills, particularly listening and speaking for academic purposes; further developing communication and language learning strategies; and reinforcing autonomous learning using various semi-academic materials from a variety of resources

213203 ภาษาอังกฤษเพื่อวิชาการ 1 3(3-0-6)

วิชาบังคับก่อน : 213102 ภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสาร 2

เนื้อหารายวิชาเกี่ยวข้องกับภาษาอังกฤษสำหรับจุดประสงค์เชิงวิชาการ เพื่อการสื่อสารเชิงวิชาการอย่างมีประสิทธิภาพ กิจกรรมการเรียนการสอนเน้นเนื้อหาที่เป็นการบูรณาการทักษะทั้งสี่ด้าน โดยให้ความสำคัญกับทักษะการอ่าน ใช้เนื้อหาที่มาจากสื่อการเรียนการสอนจริงและกึ่งจริง ทั้งจาก สื่อสิ่งพิมพ์ และสื่อโสตทัศน์ รวมทั้งแหล่งทรัพยากรออนไลน์

213203 English for Academic Purposes 3(3-0-6)

Prerequisite : 213102 English for Communication II

Course content dealing with English for academic purposes for effective communication in an academic field of study; text-based activities involving integrated language skills with an emphasis on reading; exposure to both authentic and semi-authentic materials from both printed and audiovisual materials, as well as online resources

213204 ภาษาอังกฤษเพื่อวิชาการ 2 3(3-0-6)

วิชาบังคับก่อน : 213203 ภาษาอังกฤษเพื่อวิชาการ 1

พัฒนาทักษะและความสามารถทางภาษาที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จัดประสบการณ์ตรงในการเรียนภาษาที่ใช้จริงในวงการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จากสื่อสิ่งพิมพ์และสื่อโสตทัศน์ รวมทั้งแหล่งทรัพยากรออนไลน์ เน้นชิ้นงานที่ผู้เรียนต้องบูรณาการทักษะทั้งสี่ด้าน โดยให้ความสำคัญกับทักษะการอ่านและการเขียน

213204 English for Specific Purposes 3(3-0-6)

Prerequisite: 213203 English for Academic Purposes

Further enhancement of students' language skills and ability in science and technology content; exposure to authentic language in science and technology from both printed and audiovisual materials, as well as online resources; focus on text-based tasks involving integrated skills with an emphasis on reading and writing

203305 ภาษาอังกฤษเพื่อการทำงานในอนาคต 3(3-0-6)

วิชาบังคับก่อน : 213204 ภาษาอังกฤษเพื่อวิชาการ 2

พัฒนาทักษะภาษาอังกฤษที่จำเป็นในการเตรียมตัวเพื่อสมัครงาน ครอบคลุมหัวข้อต่าง ๆ เช่น การหางาน การเขียนประวัติส่วนตัวโดยย่อ การเขียนจดหมายสมัครงาน และการสัมภาษณ์งาน ฝึกทักษะการสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพในสถานที่ทำงาน พัฒนาทักษะที่จำเป็นในการเตรียมตัวสำหรับการสอบโทอิค (Test of English for International Communication)

203305 English for Future Careers 3(3-0-6)

Prerequisite : 213204 English for Specific Purposes

Developing English skills needed for employment preparation, covering such topics as job search, resumes, cover letters, and job interviews; effective communication skills in the workplace; skills needed in preparing for the Test of English for International Communication (TOEIC)

(3) กลุ่มวิชาศึกษาทั่วไปแบบเลือก**8 หน่วยกิต****202111 ภาษาไทยเพื่อการสื่อสาร****2(2-0-4)**

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

ไวยากรณ์ไทย ทักษะการใช้ภาษาไทยทั้งในด้านการพูด การฟัง การอ่าน และการเขียน การเรียบเรียงภาษาไทยเพื่อการติดต่อสื่อสารและนำเสนองาน

202111 Thai for Communication**2(2-0-4)**

Prerequisite : None

The Thai grammar, skill of using Thai in speaking, listening, reading, and writing, composition in Thai for communication and work presentation

202175 ศิลปวิจารณ์**2(2-0-4)**

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

ความหมายของศิลปะ แรงบันดาลใจสำหรับการสร้างสรรค์ของศิลปินในหลากหลายมิติ คุณค่าและสุนทรียะทางจิตใจ บริบทของศิลปะ วัฒนธรรมทางสายตาสู่การตีความหมายของศิลปะ บทบาทและผลกระทบของ ศิลปะในสังคมและวัฒนธรรมโลกผ่านมุมมองที่หลากหลาย การสร้างสรรค์งานศิลปะที่มีคุณค่าต่อตนเองและผู้อื่น ศิลปะและพิพิธภัณฑ์ ศิลปะสาธารณะ ดนตรีและศิลปะบำบัด ศิลปะเพื่อชีวิตที่พอเพียง

202175 Art Appreciation**2(2-0-4)**

Prerequisite : None

Definition of art; artists' aspiration for art creation from various perspectives; values and aesthetic for soul; contexts of arts; visual culture towards art interpretation; roles and effects of arts in a society and world cultures through various perspectives; artwork creation valuable for self and others; arts and museums; public arts; music and art therapy; arts for sufficient life

202181 สุขภาพองค์รวม 3(3-0-6)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

แนวคิดเกี่ยวกับสุขภาพองค์รวมและคุณภาพสุขภาพ การควบคุมน้ำหนัก การนอนหลับและการพักผ่อน สมานกับสุขภาพทางใจ การจัดการความเครียด การเสริมสร้างความแข็งแรงของร่างกาย สุขภาพทางเลือก

202181 Holistic Health 3(3-0-6)

Prerequisite : None

Concepts regarding holistic health and health balance; weight control; sleep and relaxation; concentration and mental health; stress management; body strengthening; alternative healthcare

202222 พันธกิจสัมพันธ์ชุมชนกับกลุ่มอาชีพ 2(1-2-4)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

การทำโครงการและกิจกรรมเพื่อเสริมสร้างประสบการณ์ของผู้เรียนผ่านการทำงานร่วมกับชุมชน หรือกลุ่มวิชาชีพอื่นเป็นการเสริมสร้างทักษะชีวิตและตอบสนองต่อวิสัยทัศน์และวัตถุประสงค์ของชุมชน หรือกลุ่มวิชาชีพ

202222 Professional and Community Engagement 2(1-2-4)

Prerequisite : None

Projects and activities for building students' working experiences with a community or a professional group that enhance life skills and respond to visions and objectives of a community or a professional group

202324 ไทยศึกษาเชิงพหุวัฒนธรรม 2(2-0-4)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

การจัดการองค์ความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับระบบสังคมและวัฒนธรรมไทย พหุลักษณะในพัฒนาการทางเศรษฐกิจและการเมืองไทย ความสำคัญของพหุปัญญาชาวบ้าน แนวคิดเศรษฐกิจพอเพียง ในกระแสโลก

202324 Pluri-Cultural Thai Studies 2(2-0-4)**Prerequisite :** None

Knowledge management and understanding of systems of Thai society and culture; plurality in Thai economic and political development; significance of plural folk wisdoms; concept of sufficiency economy in global trends

202331 อาเซียนศึกษา 2(2-0-4)**วิชาบังคับก่อน :** ไม่มี

ความเป็นมาและเป้าหมายของประชาคมอาเซียน เอกภาพบนพื้นฐานของความหลากหลายทางสังคมและวัฒนธรรม การเคารพสิทธิ หน้าที่พลเมืองและศักดิ์ศรีของความเป็นมนุษย์ภายใต้การปกครองที่แตกต่างกันในแต่ละประเทศสมาชิก การอยู่ร่วมกันอย่างมีความสุขและสันติภาพกับเพื่อนในอาเซียน คุณภาพชีวิตในระบบการศึกษาและการทำงาน

202331 ASEAN Studies 2(2-0-4)**Prerequisite :** None

Origins and purposes of ASEAN community; unity based on a socio-cultural diversity; respects of rights, civic responsibility and human dignity under different types of governments in each ASEAN Member State; living together happily and peacefully with ASEAN friends; quality of life in education and working systems

202373 การคิดเชิงออกแบบ 2(2-0-4)**วิชาบังคับก่อน :** ไม่มี

การคิดอย่างสร้างสรรค์ การตั้งโจทย์และการแก้ไขปัญหา การระดมความคิดและการออกแบบ เพื่อตอบโจทย์ความต้องการของสังคม การสร้างต้นแบบ การปรับใช้นวัตกรรมอย่างเหมาะสม การถอดบทเรียน

202373 Design Thinking 2(2-0-4)**Prerequisite :** None

Creative thinking; questioning and problem-solving; brainstorming and social need-based service design; prototyping; appropriate application of innovation; lesson-learned

202241 กฎหมายในชีวิตประจำวัน **2(2-0-4)**

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

หลักการของกฎหมาย ลำดับชั้นของกฎหมาย กฎหมายเกี่ยวกับทะเบียนราษฎร กฎหมายที่เป็นประโยชน์ในชีวิตประจำวัน กฎหมายเกี่ยวกับบุคคล ททรัพย์สิน นิติกรรมและสัญญา สัญญากู้ยืม สัญญาจ้างแรงงาน สัญญาจ้างทำของ สัญญาซื้อขาย สัญญาเช่าทรัพย์ สัญญาเช่าซื้อ สัญญาค้ำประกัน สัญญาจำนอง กฎหมายพื้นฐานเกี่ยวกับครอบครัวและมรดก กฎหมายเกี่ยวกับการคุ้มครองผู้บริโภค และกฎหมายพื้นฐานเกี่ยวกับทรัพย์สินทางปัญญา

202241 Law in Daily Life **2(2-0-4)**

Prerequisite : None

Basic principle of law; hierarchy of law; population registry law; useful law in daily life law concerning person; property, juristic act and contract; loan agreement; service contract; made-to-order contract; contract of sale; property rental contract; hire-purchase contract; surety ship agreement; mortgage contract; basic law of family and inheritance; consumer protection law; basic law of intellectual property

ข หมวดวิชาเฉพาะ 112 หน่วยกิต

(1) กลุ่มวิชาพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ 42 หน่วยกิต

101302 แนวหน้าของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี **3(3-0-6)**

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

เป็นการเรียนรู้ร่วมกันของนักศึกษาระดับปริญญาตรีวิทยาศาสตร์จากทุกสาขา ในลักษณะสหวิทยาการ โดยนักศึกษาจะได้ทราบถึงภาพรวมของงานวิจัยแนวหน้า และได้เข้าถึงความรู้ในหลากหลายสาขาวิชาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในระดับแนวหน้า จากการบรรยายโดยอาจารย์และนักวิทยาศาสตร์ที่มีชื่อเสียงจากสาขาวิชาคณิตศาสตร์ ฟิสิกส์ เคมี และชีววิทยา ตัวอย่างหัวข้อการบรรยายด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีก้าวหน้าที่กำลังได้รับความสนใจมากที่สุดในปัจจุบัน เช่น นาโนวิทยาและนาโนเทคโนโลยี พลังงานทดแทน และเทคโนโลยีอวกาศ เป็นต้น หัวข้อบรรยายเหล่านี้เป็นสหวิทยาการ สามารถช่วยเพิ่มความรู้และมุมมองด้านสหวิทยาการให้กับนักศึกษา และช่วยให้นักศึกษาเห็นถึงทิศทางที่ตนเองจะทุ่มเทให้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีขั้นสูงในอนาคต

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง :

นักศึกษาที่ผ่านรายวิชานี้มีความสามารถต่อไปนี้

1. เรียนรู้ทักษะการใช้ฐานข้อมูลบทความและการอ้างอิงสากล เพื่อค้นคว้าวรรณกรรม
2. เข้าถึงข้อมูลเชิงลึกโดยการวิเคราะห์ข้อมูลจำเพาะต่าง ๆ
3. ค้นคว้าและติดตาม แนวโน้มการวิจัยที่สำคัญ ผู้เชี่ยวชาญในสาขา และ การวิจัยที่เกี่ยวข้องหรือมีผลกระทบสูง ในสาขาที่สนใจ
4. วิเคราะห์แนวโน้มการอ้างอิงและค้นคืนรายการอ้างอิง
5. สกัดและถ่ายทอดหลักวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เป็นกุญแจหลัก
6. เข้าใจและร่วมการอภิปรายข้อคิดสำคัญในหัวข้อบรรยาย
7. ติดตามการวิจัยด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีระดับแนวหน้า

101302 Frontiers of Science and Technology**3(3-0-6)**

Prerequisite : None

This course brings together students from all science undergraduate programs in a series of interdisciplinary learning experiences. The students will obtain an overview on frontier scientific research and get more exposure and knowledge from frontier research in various fields of science and technology through lectures by distinguished lecturers and scientists from mathematics, physics, chemistry, and biology. Good examples of focused topics in Frontiers in Science and Technology are Nanoscience and Nanotechnology, Renewable Energy, and Space Technology. All these topics are interdisciplinary and can enhance the interdisciplinary perspective of the students and help them find out which direction he/ she can devote to advanced science and technology in the future.

Expected Learning Outcomes :

On completion of this course, students are able to:

1. learn a skill to utilize abstract and citation database for literature search
2. gain important insights by analyzing specific parameters
3. uncover and track important research trends, field experts, and impactful or related research in the fields of interest
4. analyze the citation trend and retrieve references
5. extract and communicate key scientific concepts and technology

6. understand and participate in a discussion on important aspects from seminars
7. engage in global frontier scientific research and technology

102101 เคมี 1**3(3-0-6)**

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

ทฤษฎีอะตอมและโครงสร้างอิเล็กทรอนิกส์ของอะตอม สมบัติของธาตุตามตารางธาตุ ธาตุเรพรีเซนเททีฟและโลหะทรานซิชัน พันธะเคมี ปริมาณสัมพันธ์ แก๊ส ของเหลว ของแข็ง สมดุลเคมี สมบัติทั่วไปของกรดและเบส จลนพลศาสตร์เคมี

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. มีความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับทฤษฎีอะตอมและโครงสร้างอิเล็กทรอนิกส์ของอะตอม สมบัติของธาตุตามตารางธาตุ ธาตุเรพรีเซนเททีฟและโลหะทรานซิชัน พันธะเคมี ปริมาณสัมพันธ์ แก๊ส ของเหลว ของแข็ง สมดุลเคมี สมบัติทั่วไปของกรดและเบส และจลนพลศาสตร์เคมี
2. สามารถแก้โจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้องในห้องเรียนได้
3. สามารถถ่ายทอดความรู้ที่ได้รับให้ผู้อื่นเข้าใจได้
4. มีความใฝ่รู้ ซื่อสัตย์สุจริต ตรงต่อเวลา มีระเบียบวินัย มีความรับผิดชอบ และมีจิตสาธารณะ

102101 Chemistry I**3(3-0-6)**

Prerequisite : none

Atomic theory and electronic structure of atoms, periodic properties of atoms, representative elements and transition metals, chemical bonding, stoichiometry, gases, liquids, solids, chemical equilibrium, general properties of acids and bases, chemical kinetics.

Expected Learning Outcomes :

1. Gain knowledge and understanding of atomic theory and electronic structure of atoms, periodic properties of atoms, representative elements and transition metals, chemical bonding, stoichiometry, gases, liquids, solids, chemical equilibrium, general properties of acids and bases, and chemical kinetics.
2. Be able to solve problems in the class.
3. Be able to describe the subject in details to others.
4. Be eager to learn, honest, punctual, disciplined, responsible, and voluntary.

102102 ปฏิบัติการเคมี 1 **1(0-3-0)**

วิชาบังคับก่อน : 102101 เคมี 1 หรือเรียนควบคู่กัน

การทดลองในห้องปฏิบัติการที่มีการศึกษาถึงเทคนิคพื้นฐานในการทำปฏิบัติการเคมี สมบัติของแก๊ส สมบัติของของเหลว แบบจำลองโลหะ สมดุลเคมี การไทเทรตกรด-เบส จลนพลศาสตร์เคมี และปฏิกิริยาเคมีแบบต่างๆ

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

นักศึกษามีความรู้และเข้าใจเกี่ยวกับหลักปฏิบัติเพื่อความปลอดภัย ในห้องปฏิบัติการ มีทักษะพื้นฐานในการทำการทดลองในหัวข้อที่ทำการปฏิบัติ การเข้าใจวิธีการบันทึกผลการทดลอง การอภิปราย และการสรุป อีกทั้งมีความคุ้นเคยกับวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือที่เกี่ยวข้องในแต่ละครั้งที่เข้าศึกษาวิชาปฏิบัติการ

102102 Chemistry Laboratory I **1(0-3-0)**

Prerequisite : 102101 Chemistry I, or study concurrently

Experimental works in the laboratory which include the basic techniques in experimental chemistry, properties of gases and liquids, metallic models, chemical equilibrium, acid-base titrations, chemical kinetics and various types of chemical reactions.

Expected Learning Outcomes :

Students will gain knowledge and understanding about safety practice in laboratory. They are expected to have experimental skill on each topic. They will know how to record data, discuss and conclude the results. Moreover, they will have familiarity with materials, apparatus and equipment that they use in each class.

102103 เคมี 2 **3(3-0-6)**

วิชาบังคับก่อน : 102101 เคมี 1

สมดุลของกรด-เบส เทอร์โมไดนามิกส์และการประยุกต์ทางเคมี เคมีไฟฟ้า เซลล์เคมีไฟฟ้า ชนิดต่างๆ โลหะแทรนซิชันและสารประกอบโคออร์ดิเนชันของโลหะแทรนซิชัน เคมีนิวเคลียร์ เคมีอินทรีย์และชีวเคมีเบื้องต้น เคมีสิ่งแวดล้อม

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. มีความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับสมดุลของกรด-เบส เทอร์โมไดนามิกส์และการประยุกต์ทางเคมีเคมีไฟฟ้า เซลล์เคมีไฟฟ้าชนิดต่างๆ โลหะแทรนซิชันและสารประกอบโคออร์ดิเนชันของโลหะแทรนซิชัน เคมีนิวเคลียร์ เคมีอินทรีย์และชีวเคมีเบื้องต้น เคมีสิ่งแวดล้อม
2. สามารถแก้โจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้องในห้องเรียนได้
3. สามารถถ่ายทอดความรู้ที่ได้รับให้ผู้อื่นเข้าใจได้
4. มีความใฝ่รู้ ซื่อสัตย์สุจริต ตรงต่อเวลา มีระเบียบวินัย มีความรับผิดชอบ และมีจิตสาธารณะ

102103 Chemistry II**3(3-0-6)****Prerequisite :** 102101 Chemistry I

Acid-base equilibria, thermodynamics and applications in chemistry, electrochemistry, electrochemical cells, transition metals and coordination compounds, nuclear chemistry, organic chemistry and introductory biochemistry, environmental chemistry.

Expected Learning Outcomes :

1. Gain knowledge and understanding Acid-base equilibria, thermodynamics and applications in chemistry, electrochemistry, electrochemical cells, transition metals and coordination compounds, nuclear chemistry, organic chemistry and introductory biochemistry, environmental chemistry.
2. Be able to solve problems in the class.
3. Be able to describe the subject in details to others.
4. Be eager to learn, honest, punctual, disciplined, responsible, and voluntary.

102104 ปฏิบัติการเคมี 2**1(0-3-0)**

วิชาบังคับก่อน : 102103 เคมี 2 หรือเรียนควบคู่กัน

การทดลองในห้องปฏิบัติการที่มีการศึกษาเกี่ยวกับการหาค่าคงที่การแตกตัวของกรดอ่อนและเบสอ่อน อุณหเคมี เคมีเทคนิคในการทำภาพพิมพ์เขียว เคมีไฟฟ้า สารประกอบโคออร์ดิเนชัน ปฏิกริยาของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน การทดสอบสารประกอบของสิ่งมีชีวิต และเคมีสิ่งแวดล้อม

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. มีความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับการทดลองการหาค่าคงที่การแตกตัวของกรดอ่อนและเบสอ่อน อุดมเคมี เคมีเทคนิคในการทำภาพพิมพ์เขียว เคมีไฟฟ้า สารประกอบโคออร์ดิเนชัน ปฏิกริยาของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน การทดสอบสารประกอบของสิ่งมีชีวิต และเคมีสิ่งแวดล้อม
2. มีทักษะในการทำการทดลองและการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์พื้นฐานที่เกี่ยวข้อง
3. สามารถจัดเก็บ ประมวลผล และวิเคราะห์ข้อมูล ตามหลักการและวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้
4. สามารถถ่ายทอดความรู้ที่ได้รับให้ผู้อื่นเข้าใจได้
5. มีความใฝ่รู้ มีการวางแผนในการทำงาน ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ ซื่อสัตย์สุจริต ตรงต่อเวลา มีระเบียบวินัย มีความรับผิดชอบ และมีจิตสาธารณะ

102104 Chemistry Laboratory II

1(0-3-0)

Prerequisite : 102103 Chemistry II, or study concurrently

Laboratory works which include the studies of acid and base ionization constants of weak acids and bases, thermochemistry, chemical method of producing blueprints objects, electrochemistry, coordination compounds, hydrocarbon reactions, tests of compounds from living organisms, environmental chemistry.

Expected Learning Outcomes :

1. Gain knowledge and understanding of experiments on acid and base ionization constants of weak acids and bases, thermochemistry, chemical method of producing blueprints objects, electrochemistry, coordination compounds, hydrocarbon reactions, tests of compounds from living organisms, and environmental chemistry.
2. Have experimental skills and be able to use basic scientific equipments.
3. Be able to collect, calculate, and analyze experimental data based on scientific principles and methods.
4. Be able to describe the experiments in details to others.
5. Be eager to learn, well organized, collaborative, honest, punctual, disciplined, responsible, and voluntary.

103121 แคลคูลัสวิเคราะห์ 1**4(4-0-8)**

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

ลิมิต ความต่อเนื่อง อนุพันธ์ การประยุกต์ของอนุพันธ์ ฟังก์ชันผกผัน อุปนัยเชิงคณิตศาสตร์
ปริพันธ์จำกัดเขต และทฤษฎีบทมูลฐานของแคลคูลัส

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง :

นักศึกษาที่ผ่านรายวิชานี้มีความสามารถต่อไปนี้

1. คำนวณหาลิมิตของฟังก์ชันโดยใช้นิยามของลิมิต กฎของลิมิต หรือกฎของโลปีตาล
2. ตรวจสอบฟังก์ชันที่กำหนดให้ได้ว่าเป็นฟังก์ชันต่อเนื่องหรือไม่
3. คำนวณหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันต่าง ๆ ได้ อาทิเช่น ฟังก์ชันเลขชี้กำลัง ฟังก์ชันลอการิทึม และฟังก์ชันตรีโกณมิติ โดยใช้นิยามของอนุพันธ์หรือกฎของอนุพันธ์
4. ประยุกต์อนุพันธ์มาใช้ในการร่างกราฟของฟังก์ชัน
5. ประยุกต์ใช้การประมาณค่าเชิงเส้นและวิธีนิวตันในการประมาณค่ารากของสมการ
6. พิสูจน์สูตรผลรวมโดยใช้วิธีอุปนัยทางคณิตศาสตร์
7. คำนวณปริพันธ์จำกัดเขตของเอกนามติกรีต่ำโดยใช้นิยามผลรวมรีมันท์
8. คำนวณปริพันธ์ไม่จำกัดเขตและปริพันธ์จำกัดเขตของฟังก์ชันพื้นฐาน โดยใช้เทคนิคการหาปริพันธ์โดยการ แทนค่า

103121 Analytical Calculus I**4(4-0-8)**

Prerequisite : None

Limits of functions, continuity, the derivative, applications of the derivative, inverse functions, mathematical induction, the definite integral and the fundamental theorem of calculus.

Expected Learning Outcomes :

On completion of this course, students are able to:

1. compute limits of functions, by either applying the definition of the limit, rules of limits or l'Hôpital's rule;
2. determine whether a given function is continuous;
3. compute the derivatives of various functions, including exponential, logarithmic and trigonometric functions, by either applying the definition or the rules for derivatives;

4. sketch graphs of functions by making use of the derivative;
5. apply linear approximation and Newton's method for root finding;
6. show that sum formulas hold by using mathematical induction;
7. compute integrals of low-order monomials using Riemann sums;
8. compute the indefinite and definite integrals of basic functions, including integration by substitution.

103122 แคลคูลัสวิเคราะห์ 2

4(4-0-8)

วิชาบังคับก่อน : 103121 แคลคูลัสวิเคราะห์ 1 หรือโดยความเห็นชอบของสาขาวิชา

เทคนิคการหาปริพันธ์ (ฟังก์ชันตัวแปรเดียว) ปริพันธ์ไม่ตรงแบบ การหาปริพันธ์เชิงตัวเลข ลำดับและอนุกรม พหุนามเทย์เลอร์และอนุกรมเทย์เลอร์ เวกเตอร์และเรขาคณิต ฟังก์ชันค่าเวกเตอร์ ฟังก์ชันหลายตัวแปร อนุพันธ์ย่อย และการประยุกต์

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง :

นักศึกษาที่ผ่านรายวิชานี้มีความสามารถต่อไปนี้

1. คำนวณหาปริพันธ์โดยเทคนิคการหาปริพันธ์แบบต่าง ๆ ได้แก่ เทคนิคการหาปริพันธ์โดยการแยกส่วน การหาปริพันธ์โดยใช้เศษส่วนย่อย การแทนค่าด้วยฟังก์ชันตรีโกณมิติ และการแทนค่าอื่น ๆ
2. เรียนรู้และคำนวณปริพันธ์ไม่ตรงแบบ
3. คำนวณหาลิมิตของลำดับและอนุกรมโดยใช้บทนิยามของลิมิตหรือกฎของลิมิต
4. คำนวณพหุนามเทย์เลอร์และอนุกรมเทย์เลอร์
5. คำนวณการดำเนินการของเวกเตอร์บนปริภูมิสามมิติ และใช้การดำเนินการในการแก้ปัญหา
6. สร้างสมการเส้นตรงและสมการระนาบบนปริภูมิสามมิติ
7. หาอนุพันธ์และปริพันธ์ของฟังก์ชันค่าเวกเตอร์บนปริภูมิสามมิติ และคำนวณหาความยาวของเส้นโค้ง
8. อธิบายได้ว่าฟังก์ชันหลายตัวแปรที่กำหนดให้เป็นฟังก์ชันต่อเนื่องหรือไม่
9. คำนวณอนุพันธ์ย่อย อนุพันธ์ระดับทิศทาง และเกรเดียนต์
10. หาค่าสุดขีดเฉพาะที่ของฟังก์ชัน 2 ตัวแปร

103122 Analytical Calculus II**4(4-0-8)**

Prerequisite : 103121 Analytical Calculus I, or consent of the School

Techniques of integration (of functions of a single variable), improper integrals, numerical integration, sequences and series, Taylor polynomials and Taylor series, vectors and geometry, vector valued functions, functions of several variables, partial derivatives and applications.

Expected Learning Outcomes :

On completion of this course, students are able to:

1. compute integrals using techniques such as integration by parts, partial fractions and trigonometric and other substitutions;
2. recognize and compute improper integrals;
3. compute limits of sequences and series, by either using the definition or rules of limits;
4. compute Taylor polynomials and Taylor series;
5. perform arithmetic operations on vectors in three-dimensional space and apply them for problem solving;
6. work with equations of lines and planes in three-dimensional space;
7. differentiate and integrate vector-valued functions in three-dimensional space, and compute lengths of curves;
8. explain whether a function of several variables is continuous;
9. compute partial derivatives, directional derivatives and gradients;
10. find local extrema of functions of two variables.

103141 วิธีเชิงสถิติ**3(3-0-6)**

วิชาบังคับก่อน : 103122 แคลคูลัสวิเคราะห์ 2 หรือโดยความเห็นชอบของสาขาวิชา

แนวคิดหลักและวิธีเชิงสถิติ การวัดแนวโน้มสู่ส่วนกลางและการแปรผัน ทฤษฎีเบื้องต้นของความน่าจะเป็น การแจกแจงของตัวแปรสุ่มวิฤตที่สำคัญ การแจกแจงแบบปรกติ ทฤษฎีการชักตัวอย่าง การประมาณ การทดสอบสมมุติฐาน การวิเคราะห์ความแปรปรวน การวิเคราะห์การถดถอยและสหสัมพันธ์ การทดสอบด้วยไคกำลังสอง สถิติไม่อิงพารามิเตอร์

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง :

นักศึกษาที่ผ่านรายวิชานี้มีความสามารถต่อไปนี้

1. อธิบายแนวคิดและความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับสถิติได้
2. วัดค่ากลาง ตำแหน่ง และการวัดการกระจายของข้อมูลได้ รวมทั้งสามารถเลือกใช้ค่ากลางและการวัดการกระจายของข้อมูลได้อย่างเหมาะสม
3. อธิบายความหมายของค่าศัพท์ที่สำคัญและทฤษฎีเบื้องต้นเกี่ยวกับความน่าจะเป็นได้ และคำนวณค่าความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ได้
4. อธิบายความหมาย จำแนกประเภทของตัวแปรสุ่ม และยกตัวอย่างของตัวแปรสุ่มแต่ละประเภทได้
5. อธิบายสมบัติที่สำคัญ ยกตัวอย่าง พร้อมทั้งคำนวณความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรสุ่มวิยตที่สำคัญได้
6. อธิบายสมบัติที่สำคัญ อีกทั้งคำนวณความน่าจะเป็นของตัวแปรสุ่มแบบปรกติได้
7. อธิบายแนวคิดและหลักการของการชักตัวอย่าง รวมถึงนำทฤษฎีบทการชักตัวอย่างไปประยุกต์ใช้ในโจทย์ปัญหาทางสถิติได้
8. อธิบายหลักการของการประมาณค่าพารามิเตอร์ได้ อีกทั้งประมาณค่าพารามิเตอร์ได้
9. อธิบายหลักการและวิธีการทดสอบสมมติฐานทางสถิติได้ รวมถึงประยุกต์การทดสอบสมมติฐานกับโจทย์ปัญหาทางสถิติได้
10. อธิบายหลักการของการวิเคราะห์ความแปรปรวน รวมถึงประยุกต์การวิเคราะห์ความแปรปรวนกับโจทย์ปัญหาทางสถิติได้
11. อธิบายหลักการของการวิเคราะห์การถดถอยและสหสัมพันธ์ รวมถึงประยุกต์การวิเคราะห์การถดถอยและสหสัมพันธ์กับโจทย์ปัญหาทางสถิติได้
12. อธิบายหลักการและวิธีการของการทดสอบด้วยไคกำลังสอง รวมถึงประยุกต์การทดสอบด้วยไคกำลังสองกับโจทย์ปัญหาทางสถิติได้
13. อธิบายหลักการของสถิติไม่อิงพารามิเตอร์ รวมถึงประยุกต์สถิติไม่อิงพารามิเตอร์กับโจทย์ปัญหาทางสถิติได้

103141 Statistical Methods

3(3-0-6)

Prerequisite : 103122 Analytic Calculus 2, or consent of the School

Fundamental concepts and statistical methods, measures of central tendency and variation, basic probability theory, distribution of some important discrete random variables, normal distribution, sampling theory, estimation, hypothesis test, variance analysis, regression and correlation analyses, chi-square test, nonparametric statistics.

Expected Learning Outcomes :

On completion of this course, students are able to:

1. explain the ideas and fundamental principles of statistics;
2. measures the central tendency and variation of the data, and choose a suitable method to measure the central tendency and variation of the data;
3. explain the meaning of important statistical terminology and the basic theorems of probability, and calculate the probability of an event;
4. explain the meaning of random variable, classify the types of random variables, and give an example for each type of the random variable;
5. explain the main properties, give examples, and calculate the probability of events related with the main discrete random variables;
6. explain the main properties and calculate the probability of events related with a normal random variable;
7. explain the ideas and the key concepts of sampling theory, and apply the sampling theory to problems in statistics;
8. explain the key concepts of parameter estimation, and estimate the statistical parameters;
9. explain the key concepts and the method of hypothesis testing, and apply hypothesis testing to problems in statistics;
10. explain the key concepts of variance analysis, and apply variance analyses to problems in statistics;
11. explain the key concepts of regression and correlation analysis, and apply the regression and correlation analysis to problems in statistics;
12. explain the key concepts and the method of chi-square testing, and apply chi-square testing to problems in statistics;
13. explain the key concepts of nonparametric statistics, and apply nonparametric statistics to problems in statistics;

103251 การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เชิงวิทยาศาสตร์

4(3-3-6)

วิชาบังคับก่อน : 202109 ทักษะการรู้คอมพิวเตอร์

ทฤษฎีพื้นฐานทางคอมพิวเตอร์ ตัวแปร การดำเนินการพีชคณิต นิพจน์ เงื่อนไข การดำเนินการตรรกศาสตร์ การวนซ้ำ แถวลำดับ ฟังก์ชัน รับเข้าและส่งออกเพิ่มข้อมูล

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง :

นักศึกษาที่ผ่านรายวิชานี้มีความสามารถต่อไปนี้

1. บรรยายทฤษฎีพื้นฐาน ประวัติ และงานประยุกต์ทางคอมพิวเตอร์
2. ออกแบบและสามารถเขียนโปรแกรม เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ โดยใช้ภาษาการเขียนโปรแกรมระดับขั้นสูง
3. แปลโปรแกรม และแก้จุดบกพร่องของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก

103251 Scientific Computer Programming**4(3-3-6)**

Prerequisite : 202109 Computer Literacy Skills

Basic theory of computers, variables, algebraic operation, expressions, conditions, logical operations, loops, arrays, functions, input/output to files.

Expected Learning Outcomes :

On completion of this course, students are able to:

1. describe the theory, history and applications of computers;
2. design and code a computer program which solves mathematical and scientific problems in a high-level programming language;
3. compile and debug small-sized computer programs.

104171 ชีววิทยา 1**3(3-0-6)**

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

หลักเกณฑ์ทางชีววิทยา การจัดระบบโครงสร้างของสิ่งมีชีวิต พลังงานกับเซลล์ หลักการถ่ายทอดกรรมพันธุ์ อนุพันธุศาสตร์และเทคโนโลยีดีเอ็นเอ วิวัฒนาการ โครงสร้างระบบนิเวศ พฤติกรรม และการปรับตัวของสิ่งมีชีวิต

ผลการเรียนรู้ที่คาดว่าจะได้รับ:

นักศึกษาที่ผ่านรายวิชานี้มีความสามารถต่อไปนี้

1. รู้ความหมายชีววิทยาและกระบวนการศึกษาสิ่งมีชีวิต
2. อธิบายโครงสร้าง องค์ประกอบและหน้าที่ของเซลล์
3. อธิบายการสร้างพลังงานของสิ่งมีชีวิตและการทำงานของเอนไซม์
4. รู้ความต่อเนื่องของชีวิตและการถ่ายทอดพันธุกรรม
5. อธิบายกลไกในการไหลของข้อมูลพันธุกรรมในเซลล์และการประยุกต์ใช้ประโยชน์

6. รู้ถึงกลไกในการเกิดวิวัฒนาการ
7. จำแนกระบบนิเวศวิทยา การปรับตัวและการอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

104171 Biology I**3(3-0-6)**

Prerequisite : None

Biological concepts, organization of life, energy and life, principles of heredity, molecular genetics and DNA technology, evolution, structure of ecosystems, behavior and adaptation of life.

Expected Learning Outcomes :

On completion of this course, students are able to:

1. Meaning of biological processes and organisms.
2. Describe the cells structure, composition and function.
3. Explain to generate power of life and function of the enzyme.
4. Knowing the continuity of life and inheritance.
5. Describe the mechanism of gene flow in cells, and its applications.
6. Knowing the mechanism of evolution.
7. Classify ecological system, adaptation and coexistence of life within the environment.

104172 ปฏิบัติการชีววิทยา 1**1(0-3-0)**

วิชาบังคับก่อน: 104171 ชีววิทยา 1 หรือเรียนควบคู่กัน

การทดลองต่าง ๆ ทางชีววิทยาเพื่อเสริมประกอบความรู้ในวิชาชีววิทยา 1

ผลการเรียนรู้ที่คาดว่าจะได้รับ:

นักศึกษาที่ผ่านรายวิชานี้มีความสามารถต่อไปนี้

1. รู้การใช้กล้องจุลทรรศน์แบบ compound microscope และแบบ stereomicroscope
2. จำแนกเซลล์โปรแคริโอตและยูแคริโอตได้
3. อธิบายการขนส่งสารผ่านเข้าออกเซลล์ในแบบต่าง ๆ ได้
4. อธิบายการทำงานของเอนไซม์ได้
5. อธิบายกระบวนการสังเคราะห์แสงและการหายใจได้
6. บอกความแตกต่างของกระบวนการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและไมโอซิส

7. รู้ลักษณะพันธุกรรมแบบต่าง ๆ บนตัวนักศึกษาและหาโอกาสความน่าจะเป็นของการถ่ายทอดพันธุกรรมตามกฎเมนเดล
8. รู้และอธิบายระบบนิเวศทั้งบนบกและในน้ำได้

104172 Biology Laboratory I**1(0-3-0)**

Prerequisite : 104171 Biology I or concomitant study

The various experiments in biology to enhance knowledge in Biology I.

Expected Learning Outcomes :

On completion of this course, students are able to:

1. Use a microscope compound microscope and stereomicroscope.
2. Can classify Prokaryote and eukaryote cells
3. Describe the transportations of substance into the cells
4. Describe the function of enzymes
5. Describe the process of photosynthesis and respiration
6. Tell the difference of a process of cell division, mitosis and meiosis
7. Knowing the genetic characteristics of different students and the opportunities of Mendelian inheritance rules
8. Describe ecosystems both on land and wetland.

104173 ชีววิทยา 2**3(3-0-6)**

วิชาบังคับก่อน: 104171 ชีววิทยา 1 และ 104172 ปฏิบัติการชีววิทยา 1

โดเมนแบคทีเรียและอาร์เคีย อาณาจักรโพรทิสตา อาณาจักรฟังไจ อาณาจักรพืช อาณาจักรสัตว์ การจัดระเบียบโครงสร้างและหน้าที่ของเนื้อเยื่อพืชและสัตว์ ระบบอวัยวะ ระบบภูมิคุ้มกัน ระบบสืบพันธุ์ การรักษาสสมดุล การเจริญเติบโต

ผลที่คาดว่าจะได้รับ:

นักศึกษาที่ผ่านรายวิชานี้มีความสามารถต่อไปนี้

1. อธิบายและจำแนกโดเมนแบคทีเรียและอาร์เคีย
2. อธิบายและจำแนกอาณาจักรโพรทิสตาได้
3. อธิบายและจำแนกอาณาจักรฟังไจได้
4. อธิบายและจำแนกอาณาจักรพืชได้

5. อธิบายและจำแนกอาณาจักรสัตว์ได้
6. อธิบายการจัดระเบียบโครงสร้างและหน้าที่ของเนื้อเยื่อพืชและสัตว์ได้
7. อธิบายและเปรียบเทียบระบบอวัยวะของสิ่งมีชีวิตได้
8. อธิบายและเปรียบเทียบระบบภูมิคุ้มกันของสิ่งมีชีวิตได้
9. อธิบายและเปรียบเทียบการรักษาสสมดุลของสิ่งมีชีวิตได้
10. อธิบายและเปรียบเทียบระบบสืบพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตได้
11. อธิบายและเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของสัตว์ได้

104173 Biology II

3(3-0-6)

Prerequisite: 104171 Biology I and 104172 Biology Laboratory I

The classification of organisms, bacteria, archaea, protista, fungi, plant kingdom, animal kingdom, organization and function of plant and animal tissues, organ system, immune system, homeostasis, reproduction and animal development.

Expected Learning Outcomes :

Upon completion of this course, students will be able to

1. explain and classify Domain Bacteria and Archaea;
2. explain and classify Kingdom Protista;
3. explain and classify Kingdom Fungi;
4. explain and classify plant kingdom;
5. explain and classify animal kingdom;
6. explain the organization and function of plant and animal tissues;
7. explain and compare organ system of organisms;
8. explain and compare immune system of organisms;
9. explain and compare homeostasis of organisms;
10. explain and compare reproduction of organisms;
11. explain and compare animal development.

104174 ปฏิบัติการชีววิทยา 2

1(0-3-0)

วิชาบังคับก่อน: 104173 ชีววิทยา 2 หรือเรียนควบคู่กัน

การทดลองต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ชีวภาพ เพื่อเสริมและประกอบความรู้ในวิชาชีววิทยา 2

ผลที่คาดว่าจะได้รับ:

นักศึกษาที่ผ่านรายวิชานี้มีความสามารถต่อไปนี้

1. สามารถทำปฏิบัติการได้สอดคล้องกับเนื้อหาทางทฤษฎีได้
2. สามารถวางแผนการทดลองที่สอดคล้องกับเนื้อหาทางทฤษฎีได้
3. สามารถใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง
4. สามารถทำปฏิบัติการได้อย่างปลอดภัยต่อตัวเองและผู้อื่น
5. ได้ทักษะความรู้การทำงานกลุ่มและเดี่ยวได้
6. สามารถนำเอาความรู้จากทฤษฎีและปฏิบัติการไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

104174 Biology Laboratory II**1(0-3-0)**

Prerequisite: 104173 Biology II or study concurrently

Systematics and animal experiments related to Biology II course.

Expected Learning Outcomes :

Upon completion of this course, students will be able to

1. perform the experiment in accordance with Biology II course;
2. design the experiment in accordance with Biology II course;
3. use the scientific equipment to carry out experiments;
4. carry out the experiment under safety without injury of yourself or others;
5. have skill for work as a team and individually;
6. apply the knowledge for daily life.

105111 กลศาสตร์และความร้อน**3(3-0-6)**

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน งานและพลังงาน การเคลื่อนที่แบบหมุน ของไหล ความร้อนและอุณหพลศาสตร์ และคลื่นกล

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง :

นักศึกษาที่ผ่านรายวิชานี้มีความสามารถต่อไปนี้

1. บรรยายแนวคิดฟิสิกส์ที่สำคัญในโจทย์ปัญหาที่เกี่ยวกับกลศาสตร์ ความร้อน และคลื่นกลได้
2. ดำเนินกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาเชิงคำนวณที่เกี่ยวกับกลศาสตร์และความร้อน

105111 Mechanics and Heat**3(3-0-6)**

Prerequisite : None

Newton's laws of motion, work and energy, rotational motion, fluids, heat and thermodynamics, mechanical waves.

Expected Learning Outcomes :

On completion of this course, students are able to:

1. describe the physics concepts in problems involving mechanics heat and mechanical waves
2. execute basic problem-solving strategy for problems in mechanics and heat

105112 ไฟฟ้าแม่เหล็กและฟิสิกส์ยุคใหม่**3(3-0-6)**

วิชาบังคับก่อน : 105111 กลศาสตร์และความร้อน

แรงและสนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า วงจรไฟฟ้า แรงและสนามแม่เหล็ก ทศนศาสตร์เชิงเรขาคณิต การแทรกสอดและเลี้ยวเบนของแสง กลศาสตร์ควอนตัม สัมพัทธภาพพิเศษ

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง :

นักศึกษาที่ผ่านรายวิชานี้มีความสามารถต่อไปนี้

1. บรรยายแนวคิดฟิสิกส์ที่สำคัญในโจทย์ปัญหาที่เกี่ยวกับ ไฟฟ้าและแม่เหล็ก ทศนศาสตร์ และฟิสิกส์ยุคใหม่ได้
2. ดำเนินกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาเชิงคำนวณที่เกี่ยวกับไฟฟ้าและแม่เหล็ก ทศนศาสตร์ และฟิสิกส์ยุคใหม่ได้

105112 Electricity Magnetism and Modern Physics**3(3-0-6)**

Prerequisite : 105111 Mechanics and Heat

Electric forces and fields, electric potential, electric circuits, magnetic forces and fields, geometrical optics, interference and diffraction, quantum mechanics, and special relativity.

Expected Learning Outcomes :

On completion of this course, students are able to:

1. describe the physics concepts in problems involving electricity and magnetism, optics, and modern physics
2. execute basic problem-solving strategy for problems in electricity and magnetism, optics, and modern physics.

105196 ปฏิบัติการกลศาสตร์และความร้อน

1(0-3-0)

วิชาบังคับก่อน : 105111 กลศาสตร์และความร้อน หรือเรียนควบคู่กับ 105111 กลศาสตร์และความร้อน หรือโดยความเห็นชอบของสาขาวิชา

การทดลองต่างๆ ทางฟิสิกส์ที่จะสนับสนุนทฤษฎีในวิชากลศาสตร์และความร้อน และเพื่อประสบการณ์ด้านการทดลอง จะต้องทำการทดลองทางด้านกลศาสตร์ คลื่นและของไหล 8 การทดลอง

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง :

นักศึกษาที่ผ่านรายวิชานี้มีความสามารถต่อไปนี้

1. ใช้อุปกรณ์ในห้องทดลองที่เกี่ยวข้องกับกลศาสตร์และความร้อนได้
2. ประมาณค่าความคลาดเคลื่อนทางการทดลองทางกลศาสตร์ได้
3. วิเคราะห์ข้อมูลทางการทดลองด้วยการพล็อตกราฟเส้นตรงบนสเกลปกติได้

105196 Mechanics and Heat Laboratory

1(0-3-0)

Prerequisite : 105111 Mechanics and Heat, or study concurrently, or consent of the School

This course is intended to expose student to hand-on basic physics experiments supporting contents described in 105111 Mechanics and Heat. The student must perform at least 8 experiments covering mechanics, wave and fluids.

Expected Learning Outcomes :

On completion of this course, students are able to:

1. use the equipment in the laboratory
2. estimate experimental errors
3. analyze the experimental data by means of linear plots in a normal scale.

105197 ปฏิบัติการไฟฟ้าแม่เหล็กและฟิสิกส์ยุคใหม่ 1(0-3-0)

วิชาบังคับก่อน : 105196 ปฏิบัติการกลศาสตร์และความร้อน หรือโดยความเห็นชอบของสาขาวิชา
เช่นเดียวกับวิชาปฏิบัติการกลศาสตร์และความร้อน แต่ทดลองในเรื่อง ไฟฟ้า แม่เหล็ก
วงจรไฟฟ้า ทัศนศาสตร์ และฟิสิกส์ยุคใหม่

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง :

นักศึกษาที่ผ่านรายวิชานี้มีความสามารถต่อไปนี้

1. ใช้อุปกรณ์ในห้องทดลองที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้า แม่เหล็ก และแสงได้
2. ประมาณค่าความคลาดเคลื่อนทางการทดลองได้
3. วิเคราะห์ข้อมูลทางการทดลองด้วยการพล็อตกราฟเส้นตรงบนสเกลกึ่งลอการิทึมได้

105197 Electricity Magnetism and Modern Physics Laboratory 1(0-3-0)

Prerequisite : 105196 Mechanics and Heat Laboratory, or consent of the School

In a similar manner to Mechanics and Heat Laboratory, this course is supporting contents described in 105112 Electricity Magnetism and Modern Physics. The student must perform at least 8 experiments covering electricity, magnetism, electric circuits, optics, and modern physics.

Expected Learning Outcomes :

On completion of this course, students are able to:

1. use the equipment in the laboratory
2. estimate experimental errors
3. analyze the experimental data by means of linear plots in a semi-log scale.

(2) กลุ่มวิชาเฉพาะด้านบังคับ**50 หน่วยกิต****103115 หลักการทางคณิตศาสตร์****4(4-0-8)**

วิชาบังคับก่อน : 103122 แคลคูลัสวิเคราะห์ 2 หรือโดยความเห็นชอบของสาขาวิชา

ตรรกศาสตร์และการพิสูจน์ ตัวเชื่อมเชิงตรรกะ ตัวระบุปริมาณ เทคนิคการพิสูจน์ เซต
ความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน จำนวนเชิงการนับ จำนวนธรรมชาติและอุปนัยเชิงคณิตศาสตร์

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง :

นักศึกษาที่ผ่านรายวิชานี้มีความสามารถต่อไปนี้

1. จำแนกความเป็นประพจน์ของข้อความต่าง ๆ ได้
2. ยกตัวอย่างประพจน์เชิงซ้อนรูปแบบต่าง ๆ และสามารถอธิบายถึงขั้นตอนในการหาค่าความจริงของประพจน์เหล่านั้นได้
3. ตรวจสอบความสมมูลกันของ 2 ประพจน์ใด ๆ ได้
4. พิสูจน์ความเป็นสัจนิรันดร์ของประพจน์ได้
5. ตรวจสอบความสมเหตุสมผลของการอ้างเหตุผลได้
6. อธิบายบทนิยามของ จำนวนคู่ จำนวนคี่ จำนวนเฉพาะ จำนวนตรรกยะ จำนวนอตรรกยะ
7. อธิบายเค้าโครงการพิสูจน์ข้อความ ถ้า...แล้ว.../....ก็ต่อเมื่อ..../ถ้า(....หรือ....)แล้ว.../...หรือ... ได้ถูกต้อง
8. กำหนดวิธีที่จะใช้ในการพิสูจน์ข้อความต่าง ๆ ได้ถูกต้อง และเหมาะสม
9. พิสูจน์ข้อความที่เกี่ยวข้องกับจำนวนคู่ จำนวนคี่ จำนวนเฉพาะ จำนวนตรรกยะ และจำนวนอตรรกยะ
10. อธิบายเค้าโครงการพิสูจน์ การเป็นสับเซตกัน การเท่ากัน การดำเนินการต่าง ๆ บนเซต
11. พิสูจน์ข้อความที่เกี่ยวข้องกับเรื่องเซต ในระดับเบื้องต้นได้
12. อธิบายบทนิยาม คู่อันดับ ผลคูณคาร์ทีเซียน ความสัมพันธ์ โดเมนและเรนจ์ของความสัมพันธ์ สมบัติของความสัมพันธ์ ประเภทของความสัมพันธ์
13. พิสูจน์ข้อความที่เกี่ยวข้องกับเรื่องความสัมพันธ์ได้
14. อธิบายบทนิยาม ฟังก์ชัน และประเภทต่าง ๆ ของฟังก์ชัน พร้อมทั้งพิสูจน์ ข้อความที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อนี้ได้

103115 Principles of Mathematics**4(4-0-8)**

Prerequisite : 103122 Analytic Calculus 2, or consent of the School

Logic and proof, logical connectives, quantifiers, techniques of proof, sets, relations and functions, cardinal numbers, natural numbers and mathematical induction.

Expected Learning Outcomes :

On completion of this course, students are able to:

1. classify sentences as a statements;
2. give examples of complex statements and explain how to determine their truth values;
3. check whether two statements are equivalent;

4. prove that a statement is a tautology;
5. check the validity of any logical argument;
6. give and explain the definition of even number, odd number, prime number, rational number and irrational number;
7. explain the structure of a proof (“if-then” statement, “for every” statement, “if and only if” statement, “or” statement);
8. determine the appropriate and correct method of proof for a given statement;
9. prove statements involving numbers, or disprove by counterexample;
10. explain the structure of proof (regarding subsets, equality of sets, set operations)
11. prove statements involving sets, or disprove by counterexample;
12. give and explain the definitions of ordered pair, Cartesian product, relation, domain and range of relation, properties of a relation;
13. Prove statements involving relations, or disprove by counterexample;
14. Give and explain the definitions of functions, type of functions, and prove statements involving functions, either directly or by counterexample.

103212 พีชคณิตเชิงเส้น 1

4(4-0-8)

วิชาบังคับก่อน : 103115 หลักการทางคณิตศาสตร์ หรือโดยความเห็นชอบของสาขาวิชา

ระบบสมการเชิงเส้น เมทริกซ์ ตัวกำหนด ปริภูมิเวกเตอร์ ฐานหลัก อีสระเชิงเส้นและมิติ การแปลงเชิงเส้น ปริภูมิผลคูณภายใน การฉายเชิงตั้งฉาก กระบวนการของกราม-ชมิตต์ ค่าเฉพาะและเวกเตอร์

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง :

นักศึกษาที่ผ่านรายวิชานี้มีความสามารถต่อไปนี้

1. สามารถเขียนระบบสมการเชิงเส้นในรูปของเมทริกซ์ได้
2. ใช้การดำเนินการพีชคณิตของเมทริกซ์ รวมถึงการดำเนินการเชิงแถวเบื้องต้น เพื่อเปลี่ยนรูปเมทริกซ์ให้อยู่ในรูปเอชชีลอน เพื่อจะระบุว่าเมทริกซ์จัตุรัสหนึ่งๆมีตัวผกผันการคูณหรือไม่
3. คำนวณหาตัวกำหนดของเมทริกซ์โดยใช้วิธีโคแฟกเตอร์ และโดยการดำเนินการเชิงแถว
4. แสดงได้ว่าเซตของเวกเตอร์หนึ่งๆที่กำหนดให้ เป็นปริภูมิเวกเตอร์ ปริภูมิเวกเตอร์ย่อย หรือเป็นฐานหลักหรือไม่
5. หาปริภูมิคอลัมน์ ปริภูมิแถว ปริภูมิ нуลล์ ของเมทริกซ์ได้

6. พิจารณาได้ว่าการแปลงหนึ่งๆเป็นการแปลงเชิงเส้นหรือไม่
7. หาเร้นท์และเคอเนลล์ของการแปลงเชิงเส้นหนึ่งๆได้
8. คำนวณหาผลคูณภายในระหว่างสองเวกเตอร์ที่กำหนดให้ได้
9. เข้าใจการแปลงเชิงฉาก ภาพฉายเชิงฉาก และประยุกต์ใช้ขั้นตอนของแกรม-สมิทเพื่อหาฐานหลักเชิงฉากได้
10. คำนวณหาค่าเงาเงจและเวกเตอร์เงาเงจสำหรับเมทริกซ์หนึ่งๆที่กำหนดให้ได้

103212 Linear Algebra I**4(4-0-8)**

Prerequisite : 103115 Principles of Mathematics, or consent of the School

Systems of linear equations, matrices, determinants, vector spaces, basis, linear independence and dimension, linear transformations, inner product spaces, orthogonal projections, Gram-Schmidt process, eigenvalues and eigenvectors.

Expected Learning Outcomes :

On completion of this course, students are able to:

1. express systems of linear equations in matrix form and solve them using Gaussian elimination;
2. perform matrix operations, row operations and find echelon forms to determine whether a square matrix is invertible;
3. compute determinants of matrices both by cofactor expansion and by row reduction;
4. determine whether a given set of vectors is a vector space, subspace, and a basis of a vector space;
5. find the column space, row space, and null space of a matrix;
6. determine whether a transformation is linear;
7. find the range and kernel of a linear transformation;
8. compute the inner product of two vectors;
9. use orthogonal transformations, apply the Gram-Schmidt process to find an orthonormal basis;
10. calculate the eigenvalues and eigenvectors of a given matrix.

103213 พีชคณิตนามธรรม**4(4-0-8)**

วิชาบังคับก่อน : 103115 หลักการทางคณิตศาสตร์ หรือโดยความเห็นชอบของสาขาวิชา

กลุ่มและกรุปย่อย การเรียงสับเปลี่ยน เซตร่วมเกี่ยวและผลคูณตรง สาทิสส์ฐาน และกรุปผลหาร ริงและฟิลด์ร่วมกับอินทิกรัลโดเมน ฟิลด์ผลหาร ริงพหุนาม

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง :

นักศึกษาที่ผ่านรายวิชานี้มีความสามารถต่อไปนี้

1. อธิบายสมบัติของกรุป ริง และฟิลด์
2. ยกตัวอย่างเซตและการดำเนินการที่มีสมบัติของกรุป ริง และฟิลด์
3. อธิบายสมบัติของกรุปย่อย เซตร่วมเกี่ยว ผลคูณตรง และกรุปผลหาร
4. อธิบายสมบัติที่เหมือนและแตกต่างกันของกรุป และกรุปย่อย ผ่านวิธีคิดของสาทิสส์ฐานและสมส์ฐาน
5. แจกแจงสมาชิกของกรุปการเรียงสับเปลี่ยนและกรุปย่อยการเรียงสับเปลี่ยน
6. อธิบายสมบัติของอินทิกรัลโดเมน ฟิลด์ผลหาร และริงพหุนาม

103213 Abstract Algebra**4(4-0-8)**

Prerequisite : 103115 Principles of Mathematics, or consent of the School

Groups and subgroups, permutations, cosets and direct products, homomorphisms and quotient groups, rings and fields with integral domains, quotient fields, polynomial rings.

Expected Learning Outcomes :

On completion of this course, students are able to:

1. explain the properties of groups, rings and fields;
2. give examples of sets with operations satisfying the properties of group, ring or field;
3. explain the properties of subgroups, cosets, direct products and quotient groups;
4. describe how groups and subgroups are similar/different via homomorphism and isomorphism properties;
5. enumerate elements of permutation groups and permutation subgroups;
6. explain the properties of integral domains, quotient fields and polynomial rings.

103221 แคลคูลัสขั้นสูง**4(4-0-8)**

วิชาบังคับก่อน : 103102 แคลคูลัส 2 หรือ 103122 แคลคูลัสเชิงวิเคราะห์ 2 หรือโดยความเห็นชอบ
ของสาขาวิชา

การหาปริพันธ์หลายชั้น ปริพันธ์ในพิกัดเชิงขั้ว ปริพันธ์ในพิกัดทรงกระบอก และปริพันธ์ในพิกัด
ทรงกลม เวกเตอร์ฟิลด์ ปริพันธ์ตามเส้นและปริพันธ์ตามผิว ทฤษฎีบทของกรีนและสโตกส์

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง :

นักศึกษาที่ผ่านรายวิชานี้มีความสามารถต่อไปนี้

1. วาดกราฟในพิกัดเชิงขั้ว พื้นผิวควอดริกในสามมิติ
2. หาค่าสุดขีดโดยใช้ตัวคูณลากรานจ์
3. หาปริพันธ์สองชั้น และ สามชั้น โดยสามารถวาดกราฟของอาณาบริเวณที่เกี่ยวข้อง ในพิกัดเชิง
ฉาก เชิงขั้ว ทรงกระบอก และทรงกลม
4. หาปริพันธ์เชิงเส้นในบริบทของสเกลาร์ฟิลด์ และในบริบทของเวกเตอร์ฟิลด์
5. ใช้ทฤษฎีบทของกรีนในบริบทที่ถูกต้อง
6. ใช้ทฤษฎีบทไดเวอร์เจนซ์ได้ถูกต้อง โดยสามารถคำนวณไดเวอร์เจนซ์ของเวกเตอร์ฟิลด์ได้
7. ใช้ทฤษฎีบทของสโตกส์ได้ โดยสามารถคำนวณเคิร์ลของเวกเตอร์ฟิลด์
8. วินิจฉัยว่า เวกเตอร์ฟิลด์อนุรักษ์หรือไม่ และหาฟังก์ชันศักย์ของเวกเตอร์ฟิลด์ที่อนุรักษ์ และสามารถวินิจฉัยว่า ปริพันธ์เชิงเส้นมีความไม่ขึ้นอยู่กับวิถีหรือไม่

103221 Advanced Calculus**4(4-0-8)**

Prerequisite : 103102 Calculus II, or 103122 Analytical Calculus II, or consent of the
School

Quadric surfaces, Lagrange multipliers, multiple integration, integrals in polar,
cylindrical and spherical coordinates, vector fields, line and surface integrals, Green's
and Stoke's theorems.

Expected Learning Outcomes :

On completion of this course, students are able to:

1. draw graphs in polar coordinates as well as quadric surfaces in three
dimensions;
2. find extrema using Lagrange multipliers;

3. compute double and triple integrals along with graphing concerned domains in rectangular, polar, cylindrical and spherical coordinates;
4. compute line integrals in the contexts of scalar fields and vector fields;
5. use Green's Theorem correctly in the right context;
6. use the Divergence Theorem properly, and compute the divergence of a vector field;
7. use Stokes' Theorem properly and compute the curl of a vector field;
8. determine whether a given vector field is conservative, compute the potential function of a conservative vector field, and determine whether a given line integral is path independent or not.

103222 การวิเคราะห์ 1

4(4-0-8)

วิชาบังคับก่อน : 103115 หลักการทางคณิตศาสตร์ หรือโดยความเห็นชอบของสาขาวิชา
จำนวนจริง ลำดับ ลิมิต ภาวะต่อเนื่อง ทอพอโลยีบนเส้นจำนวนจริง

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง :

นักศึกษาที่ผ่านรายวิชานี้มีความสามารถต่อไปนี้

1. บรรยายสมบัติของจำนวนจริงได้
2. บอกนิยามและหาลิมิตของลำดับได้
3. อธิบายความแตกต่างระหว่างลำดับลู่ออกและลำดับลู่ออกได้
4. บอกนิยามและหาลิมิตของฟังก์ชันได้
5. บอกนิยามและพิสูจน์เกี่ยวกับฟังก์ชันต่อเนื่องได้
6. บรรยายเกี่ยวกับทอพอโลยีบนเส้นจำนวนจริงได้

103222 Analysis I

4(4-0-8)

Prerequisite : 103115 Principles of Mathematics, or consent of the School

The real numbers, sequences, limits, continuity, topology of the real line.

Expected Learning Outcomes :

On completion of this course, students are able to:

1. describe the properties of the real numbers;
2. state the definition of limit of a sequence and find such limits;

3. explain the difference between convergent and divergent sequences;
4. state the definition of limit of a functions and find such limits;
5. state the definition of continuity and give proofs on continuous functions;
6. discuss the topology of the real line.

103223 การวิเคราะห์ 2**4(4-0-8)**

วิชาบังคับก่อน : 103222 การวิเคราะห์ 1 หรือโดยความเห็นชอบของสาขาวิชา

อนุพันธ์ ปริพันธ์แบบปริมันน์ อนุกรมอนันต์ ลำดับและอนุกรมของฟังก์ชัน อนุกรมกำลัง อนุกรมเทย์เลอร์

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง :

นักศึกษาที่ผ่านรายวิชานี้มีความสามารถต่อไปนี้

1. หาอนุพันธ์และปริพันธ์แบบปริมันน์ของฟังก์ชันได้
2. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างลำดับและอนุกรมได้
3. พิจารณาการลู่เข้าและลู่ออกของอนุกรมอนันต์ได้
4. อธิบายความแตกต่างระหว่างการลู่เข้าแบบสัมบูรณ์และการลู่เข้าแบบมีเงื่อนไขได้
5. อธิบายความแตกต่างระหว่างการลู่เข้าแบบรายจุดและการลู่เข้าแบบสม่ำเสมอได้
6. ทหารศมีการลู่เข้าของอนุกรมกำลังได้
7. หาอนุกรมเทย์เลอร์ของฟังก์ชันได้

103223 Analysis II**4(4-0-8)**

Prerequisite : 103222 Analysis I, or consent of the School

The derivative, the Riemann integral, infinite series, sequences and series of functions, power series, Taylor series.

Expected Learning Outcomes :

On completion of this course, students are able to:

1. find the derivative and Riemann integral of a function;
2. explain the relationship between sequences and series;
3. examine the convergence and divergence of infinite series;
4. explain the difference between absolute convergence and conditional convergence;

5. explain the difference between pointwise convergence and uniform convergence;
6. find the radius of convergence of a power series;
7. find the Taylor series of a function.

103224 ตัวแปรเชิงซ้อน**4(4-0-8)**

วิชาบังคับก่อน : 103223 การวิเคราะห์ 2 หรือโดยความเห็นชอบของสาขาวิชา

จำนวนเชิงซ้อน ฟังก์ชันของตัวแปรเชิงซ้อน การหาอนุพันธ์ ฟังก์ชันวิเคราะห์ การหาปริพันธ์ของฟังก์ชันเชิงซ้อน ทฤษฎีบทของโคชี อนุกรมเทย์เลอร์และอนุกรมลอเรนต์ ส่วนตกค้าง โพล การส่งโดยฟังก์ชันมูลฐาน การส่งคงรูป

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง :

นักศึกษาที่ผ่านรายวิชานี้มีความสามารถต่อไปนี้

1. บรรยายสมบัติของจำนวนเชิงซ้อน ฟังก์ชันของตัวแปรเชิงซ้อน ฟังก์ชันวิเคราะห์
2. หาอนุพันธ์และปริพันธ์ของฟังก์ชันเชิงซ้อน
3. อธิบายสมบัติของโคชี อนุกรมเทย์เลอร์และอนุกรมลอเรนต์
4. หาอนุกรมเทย์เลอร์และอนุกรมลอเรนต์ของฟังก์ชันเชิงซ้อน
5. หาส่วนตกค้าง
6. อธิบายสมบัติของโพล การส่งโดยฟังก์ชันมูลฐาน การส่งคงรูป

103224 Complex Variables**4(4-0-8)**

Prerequisite : 103223 Analysis II, or consent of the School

Complex numbers, functions of a complex variable, differentiation, analytic functions, complex integration, Cauchy's theorem, Taylor and Laurent series, residues, poles, mappings by elementary functions, conformal mappings.

Expected Learning Outcomes :

On completion of this course, students are able to:

1. describe the properties of complex numbers, functions of a complex variable and analytic functions;
2. find complex derivative and complex integrals;
3. explain the properties of Cauchy's theorem, Taylor and Laurent series;

4. find Taylor and Laurent series of complex functions;
5. find residues;
6. explain the properties of poles, mappings by elementary functions and conformal mappings.

103231 สมการเชิงอนุพันธ์ 1**4(4-0-8)**

วิชาบังคับก่อน : 103102 แคลคูลัส 2 หรือ 103122 แคลคูลัสเชิงวิเคราะห์ 2 หรือโดยความเห็นชอบของสาขาวิชา

สมการเชิงอนุพันธ์สามัญอันดับหนึ่ง สมการเชิงอนุพันธ์สามัญอันดับสอง ปัญหาค่าตั้งต้น วิธีการอนุกรมกำลัง สมการเชิงอนุพันธ์สามัญอันดับสูงประเภทเชิงเส้นและการประยุกต์ การแปลงลาปลาซ

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง :

นักศึกษาที่ผ่านรายวิชานี้มีความสามารถต่อไปนี้

1. หาผลเฉลยของสมการเชิงอนุพันธ์สามัญอันดับหนึ่งได้
2. หาผลเฉลยของปัญหาค่าตั้งต้นสมการเชิงอนุพันธ์สามัญอันดับหนึ่งได้
3. หาผลเฉลยของสมการเชิงอนุพันธ์เชิงเส้นสามัญอันดับสองได้
4. หาผลเฉลยของปัญหาค่าตั้งต้นสมการเชิงอนุพันธ์เชิงเส้นสามัญอันดับสองได้
5. หาผลเฉลยของสมการเชิงอนุพันธ์เชิงเส้นสามัญอันดับสูงได้
6. หาผลเฉลยของปัญหาค่าตั้งต้นสมการเชิงอนุพันธ์เชิงเส้นสามัญอันดับสูงได้
7. ใช้วิธีการอนุกรมกำลังหาผลเฉลยของสมการเชิงอนุพันธ์สามัญได้
8. ใช้การแปลงลาปลาซหาผลเฉลยของปัญหาค่าตั้งต้นสมการเชิงอนุพันธ์สามัญอันดับหนึ่งและสองได้
9. เชื่อมโยงการประยุกต์ใช้สมการเชิงอนุพันธ์กับปัญหาทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และปัญหาอื่นในชีวิตประจำวันได้

103231 Differential Equations I**4(4-0-8)**

Prerequisite : 103102 Calculus II, or 103122 Analytical Calculus II, or consent of the School

First order ordinary differential equations, second order ordinary differential equations, initial value problems, the power series method, higher order linear ordinary differential equations and applications, the Laplace transform.

Expected Learning Outcomes :

On completion of this course, students are able to:

1. solve first order ordinary differential equations;
2. solve first order initial value problems;
3. solve second order linear ordinary differential equations;
4. solve second order linear initial value problems;
5. solve higher order linear ordinary differential equations;
6. solve higher order linear initial value problems;
7. apply the power series method to solve linear ordinary differential equations;
8. use Laplace transform to solve first and second linear order initial value problems;
9. connect differential equations with problems in mathematics, science, engineering and daily life.

103232 สมการเชิงอนุพันธ์ 2**4(4-0-8)**

วิชาบังคับก่อน : 103231 สมการเชิงอนุพันธ์ 1 หรือโดยความเห็นชอบของสาขาวิชา

ระบบสมการเชิงอนุพันธ์เชิงเส้น การวิเคราะห์ฟูรีเยร์ สมการเชิงอนุพันธ์ย่อย การหาผลเฉลยด้วยการแยกตัวแปร การหาผลเฉลยด้วยวิธีลักษณะเฉพาะ สมการคลื่น สมการความร้อน สมการลาปลาซ

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง :

นักศึกษาที่ผ่านรายวิชานี้มีความสามารถต่อไปนี้

1. หาผลเฉลยของระบบสมการเชิงอนุพันธ์เชิงเส้นอันดับหนึ่ง
2. แสดงสมการเชิงอนุพันธ์เชิงเส้นอันดับสูงในเทอมของระบบสมการเชิงอนุพันธ์อันดับหนึ่ง
3. อธิบายแนวคิดและสมบัติของอนุกรมฟูรีเยร์
4. คำนวณอนุกรมฟูรีเยร์ของฟังก์ชันพื้นฐาน
5. อธิบายแนวคิดและสมบัติของการแปลงฟูรีเยร์
6. หาผลเฉลยของปัญหาค่าขอบของสมการเชิงอนุพันธ์เชิงเส้นอันดับสองที่เกี่ยวข้องกับ สมการคลื่น สมการความร้อน สมการลาปลาซ บนโดเมนที่เป็นเซตจำกัดและไม่จำกัดโดยใช้การแยกตัวแปรและอนุกรมหรือการแปลงฟูรีเยร์
7. หาผลเฉลยของสมการเชิงอนุพันธ์ย่อยเชิงเส้นและกึ่งเชิงเส้นอันดับหนึ่งโดยใช้วิธีลักษณะเฉพาะ

103232 Differential Equations II**4(4-0-8)**

Prerequisite : 103231 Differential Equations I, or consent of the School

Systems of linear differential equations, Fourier analysis, partial differential equations, solutions by separating variables, solutions by characteristics methods, wave equation, heat equation, Laplace equation.

Expected Learning Outcomes :

On completion of this course, students are able to:

1. solve some systems of linear first order ordinary differential equations;
2. express a higher order linear ordinary differential equation as a system of first order equations;
3. explain the concept of Fourier series and their properties;
4. compute the Fourier series of basic functions;
5. explain the concept of Fourier transforms and their properties;
6. solve second order linear boundary value problems involving the wave, heat and Laplace equations on finite and infinite domains using separation of variables and Fourier series/transforms;
7. solve first order linear and quasilinear partial differential equations by the method of characteristics.

103252 การวิเคราะห์เชิงตัวเลข**4(4-0-8)**

วิชาบังคับก่อน : 103231 สมการเชิงอนุพันธ์ 1 และ 103212 พีชคณิตเชิงเส้น และ 1103223 การวิเคราะห์ 2 หรือโดยความเห็นชอบของสาขาวิชา

การวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อน ทฤษฎีการประมาณค่า การประมาณค่าในช่วงและการประมาณค่าด้วยพหุนาม การประมาณค่ากำลังสองน้อยที่สุด การหาอนุพันธ์และการหาปริพันธ์เชิงตัวเลข การหาผลเฉลยของระบบสมการเชิงเส้น การหาผลเฉลยเชิงตัวเลขของปัญหาค่าเริ่มต้นและปัญหาค่าขอบของสมการเชิงอนุพันธ์สามัญ และการหาผลเฉลยเชิงตัวเลขของสมการเชิงอนุพันธ์ย่อย

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง :

นักศึกษาที่ผ่านรายวิชานี้มีความสามารถต่อไปนี้

1. เรียนรู้การแทนจำนวนบนคอมพิวเตอร์ ชีตจำกัดและค่าคลาดเคลื่อนพิเศษ

2. ประยุกต์วิธีทำซ้ำพื้นฐานเพื่อประมาณรากของสมการไม่เชิงเส้น และวิเคราะห์การลู่เข้าของวิธีนิวตัน
3. อธิบายหลักการสำคัญของการประมาณค่าในช่วง สร้างพหุนามประมาณค่าในช่วงโดยพหุนามลากรองจ์และผลต่างตัวหารนิวตัน
4. อธิบายหลักการของการประมาณค่าของวิธีกำลังสองน้อยสุด
5. หาผลเฉลยของระบบเชิงเส้นได้โดยวิธีการกำจัดแบบเกาส์ การแยกแพกเตอร์แบบ LU วิธีทำซ้ำเกาส์-ยาโคบี วิธีทำซ้ำเกาส์-ไซเดล และวิเคราะห์เงื่อนไขการลู่เข้า
6. คำนวณค่าประมาณของอนุพันธ์ด้วยวิธีผลต่างข้างหน้า ผลต่างย้อนหลัง และผลต่างกลาง และวิเคราะห์ค่าคลาดเคลื่อน.
7. คำนวณค่าประมาณของปริพันธ์โดยใช้กฎสี่เหลี่ยมคางหมู กฎของซิมป์สัน และ/หรือ สูตรนิวตัน—คต อันดับสูง
8. คำนวณหาผลเฉลยเชิงตัวเลขของปัญหาค่าเริ่มต้น และปัญหาค่าขอบ ทั้งที่เป็นประเภทอนุพันธ์สามัญและประเภทอนุพันธ์ย่อย โดยระเบียบวิธีเชิงตัวเลขพื้นฐาน

103252 Numerical Analysis

4(4-0-8)

Prerequisite : 103231 Differential Equations I, 103212 Linear Algebra I and 103223 Analysis II, or consent of the School.

Error analysis, approximation theory, interpolation and polynomial approximation, Least-Squares Regression, numerical differentiation and integration, solutions of system of linear equations, solutions of system of nonlinear equations, numerical solutions of initial-value problems and boundary-value problems of ordinary differential equations and partial differential equations.

Expected Learning Outcomes :

On completion of this course, students are able to:

1. describe how numbers are represented on computers, its limitations and round-off errors;
2. apply basic iterative methods to approximate roots of nonlinear equations.
3. explain the key concepts of interpolation, use Lagrange basis polynomial functions and Newton divided difference to construct the interpolating polynomial functions;
4. explain the key concepts of the least-squares method;

5. find solutions of linear systems by applying Gaussian elimination, Gauss-Jacobi and Gauss-Seidel iterative methods;
6. calculate the approximate values of derivatives by forward, backward, and central difference formulas;
7. calculate the approximate values of definite integrals using the Trapezoidal rule, Simpson's rule, and/or High-order Newton-Cotes formulas;
8. find solutions of initial-value problems and boundary-value problems of ordinary differential equations and partial differential equations by basic numerical methods.

103342 ทฤษฎีความน่าจะเป็น

4(4-0-8)

วิชาบังคับก่อน : 103223 การวิเคราะห์ 2 หรือโดยความเห็นชอบของสาขาวิชา

ปริภูมิความน่าจะเป็น ตัวแปรสุ่ม ความน่าจะเป็นแบบมีเงื่อนไข ความเป็นอิสระ ค่าคาดหวัง ความแปรปรวน ฟังก์ชันก่อกำเนิดของตัวแปรสุ่ม ฟังก์ชันก่อกำเนิดโมเมนต์ ฟังก์ชันลักษณะเฉพาะ กฎของเลขจำนวนมาก ทฤษฎีบทลิมิตเข้าสู่ส่วนกลาง

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง :

นักศึกษาที่ผ่านรายวิชานี้มีความสามารถต่อไปนี้

1. อธิบายความหมายของปริภูมิความน่าจะเป็นได้
2. อธิบายความหมาย จำแนกประเภทของตัวแปรสุ่ม และยกตัวอย่างตัวแปรสุ่มที่สำคัญในแต่ละประเภทได้
3. อธิบายความหมายและคำนวณความน่าจะเป็นแบบมีเงื่อนไขได้
4. อธิบายความเป็นอิสระของเหตุการณ์ และความเป็นอิสระของตัวแปรสุ่มได้
5. หาค่าคาดหวังและความแปรปรวนของตัวแปรสุ่มได้
6. อธิบายความหมายและการหาฟังก์ชันก่อกำเนิดของตัวแปรสุ่ม ฟังก์ชันก่อกำเนิดโมเมนต์ ฟังก์ชันลักษณะเฉพาะได้
7. บอกกฎของเลขจำนวนมาก และประยุกต์กฎของเลขจำนวนมากกับโจทย์ปัญหาทางสถิติได้
8. บอกทฤษฎีบทลิมิตเข้าสู่ส่วนกลาง และประยุกต์ทฤษฎีบทลิมิตเข้าสู่ส่วนกลางกับโจทย์ปัญหาทางสถิติได้

103342 Probability Theory**4(4-0-8)**

Prerequisite : 103223 Analysis II, or consent of the School

Probability spaces, random variables, conditional probability, independence, expected value, variance, generating functions, moment generating functions, characteristic functions, law of large numbers, central limit theorem.

Expected Learning Outcomes :

On completion of this course, students are able to:

1. explain the concept of probability space;
2. explain the concept of random variable, classify the types of the random variables, and give an example for each important type of random variable;
3. explain the concept of and calculate conditional probability;
4. explain the independence of events and the independence of random variables;
5. find the expected value and variance of a random variable;
6. find generating functions, moment generating functions and characteristic functions and explain their meaning.
7. state the law of large numbers and apply it to problems in statistics;
8. state the central limit theorem and apply it to problems in statistics;

103394 สัมมนาทางคณิตศาสตร์ 1**1(1-0-3)**

วิชาบังคับก่อน : นักศึกษาชั้นปีที่ 3 ตามแผนการศึกษา หรือโดยความเห็นชอบของสาขาวิชา

หัวข้อทางคณิตศาสตร์ที่น่าสนใจ ซึ่งนำเสนอโดยนักศึกษา

103394 Seminar in Mathematics I**1(1-0-3)**

Prerequisite : Third year standing according to the study plan, or consent of the School

Topics of interest in mathematics presented by students.

103395 สัมมนาทางคณิตศาสตร์ 2**1(1-0-3)**

วิชาบังคับก่อน : 103394 สัมมนาทางคณิตศาสตร์ 1 หรือโดยความเห็นชอบของสาขาวิชา

หัวข้อทางคณิตศาสตร์ที่น่าสนใจ ซึ่งนำเสนอโดยนักศึกษา

103395 Seminar in Mathematics II 1(1-0-3)

Prerequisite : 103394 Seminar in Mathematics I, or consent of the School

Topics of interest in mathematics presented by students

103490 โครงการงาน 4(0-12-0)

วิชาบังคับก่อน : นักศึกษาตามแผนการศึกษาชั้นปีที่ 4

รายวิชาโครงการวิจัยนี้จะแนะนำวิธีวิทยาการวิจัยทางด้านคณิตศาสตร์ให้กับนักศึกษา โดยนักศึกษาจะศึกษาค้นคว้าหัวข้อเกี่ยวกับงานวิจัยในระดับแนวหน้าของคณิตศาสตร์ ด้วยการดำเนินการสืบค้นวรรณกรรม การทำวรรณกรรมปริทัศน์ การศึกษารายบุคคล การอภิปราย การนำเสนอปากเปล่า และการเขียนรายงาน

103490 Project 4(0-12-0)

Prerequisite : Fourth year standing according to the study plan

This project is intended to introduce the student to the methodology of mathematical research. Through literature search, literature review, individual study, discussion, oral presentation and the writing of a report, the student will explore a topic on the frontier of mathematical research.

(3) กลุ่มวิชาเฉพาะด้านเลือก 20 หน่วยกิต**103311 พีชคณิตเชิงเส้น 2 4(4-0-8)**

วิชาบังคับก่อน : 103212 พีชคณิตเชิงเส้น 1 และ 103213 พีชคณิตนามธรรม หรือโดยความเห็นชอบของสาขาวิชา

การแปลงพีชคณิตเชิงเส้น ปริภูมิย่อยไม่แปรเปลี่ยน ผลคูณตรง ผลบวกและผลหารของปริภูมิเวกเตอร์ ทฤษฎีฟังก์ชันสมสัณฐาน เมทริกซ์ยูนิแทรี เมทริกซ์เชิงตั้งฉากและเมทริกซ์เฮอร์มิเทียน วิธีการแนวทแยงมุม ทฤษฎีบทเคย์เลย์-แฮมิลตัน รูปแบบปกติชอร์ตอง รูปแบบเชิงเส้นและรูปแบบกำลังสอง ผลคูณเทนเซอร์ การประยุกต์

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง :

นักศึกษาที่ผ่านรายวิชานี้มีความสามารถต่อไปนี้

1. อธิบายและพิสูจน์สมบัติของการแปลงเชิงเส้น และการสมมูลฐานระหว่างเวกเตอร์บนจำนวนจริงและจำนวนเชิงซ้อนที่มีมิติจำกัด
2. หาเมทริกซ์ของการแปลงเชิงเส้นหลังจากที่มีการเปลี่ยนฐาน
3. หาภาวะรากค่าซ้ำของค่าเฉพาะในเชิงพีชคณิตและเชิงเรขาคณิต
4. หาปริภูมิย่อยไม่แปรเปลี่ยนของการแปลงเชิงเส้น
5. อธิบายและกำหนดผลบวกตรงและผลหารของปริภูมิเวกเตอร์
6. อธิบายแนวคิดและสมบัติของเมทริกซ์เฮอร์มิเทียน เมทริกซ์เชิงตั้งฉาก และเมทริกซ์ยูนิแทรีและเมทริกซ์ทแยงมุม
7. หารูปแบบปกติชอร์ตองของเมทริกซ์ค่าเชิงซ้อน
8. หาเมทริกซ์ของรูปแบบกำลังสอง
9. อธิบายแนวคิดและสมบัติของผลคูณเทนเซอร์ของปริภูมิเวกเตอร์
10. แก้ปัญหาทางทฤษฎีในเนื้อหาที่เรียนโดยใช้การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

103311 Linear Algebra II**4(4-0-8)**

Prerequisite : 103212 Linear Algebra I and Abstract Algebra, or consent of the School

Abstract linear transformations, invariant subspaces, direct products, sums and quotients of vector spaces, isomorphism theorems, unitary, orthogonal and Hermitian matrices, diagonalization, Cayley-Hamilton theorem, Jordan normal form, linear and quadratic forms, tensor products, applications.

Expected Learning Outcomes :

On completion of this course, students are able to:

1. Explain and prove some properties of linear transformations and vector space isomorphisms over real and complex finite dimensional vector spaces;
2. find the matrix of a linear transformation after a change of basis;
3. find algebraic and geometric multiplicities of an eigenvalue;
4. find invariant subspaces of a linear transformation;
5. explain and determine direct sums and quotients of vector spaces;
6. explain the concepts and the properties of Hermitian, orthogonal and unitary linear transformations and diagonalize such matrices;

7. find the Jordan normal form of a complex matrix;
8. find the matrix of a quadratic form;
9. explain the concepts and the properties of tensor products of vector spaces.
10. solve small-sized theoretical problems related with the course contents by using mathematical reasoning.

103312 หัวข้อเกี่ยวกับประวัติศาสตร์และปรัชญาของคณิตศาสตร์ 4(4-0-8)

วิชาบังคับก่อน : 103221 แคลคูลัสระดับสูง หรือ 103105 แคลคูลัส 3 หรือ โดยความเห็นชอบของสาขาวิชา

รายวิชานี้ครอบคลุมหัวข้อที่น่าสนใจเกี่ยวกับประวัติศาสตร์และปรัชญาของคณิตศาสตร์ในช่วงเวลาต่าง ๆ การมองธรรมชาติของคณิตศาสตร์ในลักษณะวิชา ศึกษาเกี่ยวกับกฎเกณฑ์และทฤษฎีของธรรมชาติและความรู้เชิงคณิตศาสตร์

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง :

นักศึกษาที่ผ่านรายวิชานี้มีความสามารถต่อไปนี้

1. สามารถอธิบายรากฐานทางประวัติศาสตร์ของการวิเคราะห์เชิงอนันต์ โดยคาร์ดาโน เดการ์ต นิวตัน และ ออยเลอร์
2. สามารถนำเสนอแคลคูลัสในศตวรรษที่ 17 และ 18 ในบริบทเชิงประวัติศาสตร์
3. สามารถอธิบายการสรรค์สร้างความเข้มงวดทางคณิตศาสตร์ในศตวรรษที่ 19 โดย โคชี ไวแยร์สตราสส์ และ เปอาโน สำหรับแคลคูลัสหนึ่งและหลายตัวแปร

103312 Topics in the History and Philosophy of Mathematics 4(4-0-8)

Prerequisite : 103221 Advanced Calculus or 103105 Calculus III, or consent of the School

This course may include topics of interest in the history of mathematics from various periods, the nature of mathematics as a discipline, the methodology and epistemology of mathematics.

Expected Learning Outcomes :

On completing this course, will be able to

1. Explain the historical foundations of the analysis of the infinite focusing on Cardano, Descartes, Newton and Euler.
2. Present the Calculus in its historical context in the 17th and 18th centuries.

3. Explain the creation of mathematical rigor in the 19th century via Cauchy, Weierstrass and Peano for the calculus on one and several variables.

103313 ทฤษฎีจำนวน**4(4-0-8)**

วิชาบังคับก่อน : 103115 หลักการทางคณิตศาสตร์ หรือโดยความเห็นชอบของสาขาวิชา

จำนวนเต็ม การหารลงตัว จำนวนเฉพาะ ตัวหารร่วมมาก ตัวคูณร่วมน้อย ทฤษฎีบทมูลฐานเลขคณิต การทดสอบการหารลงตัว สมการดีโอพินไทน์ สมภาคและส่วนตกค้าง ฟังก์ชันเชิงทฤษฎีจำนวน ฟังก์ชันการคูณ

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง :

นักศึกษาที่ผ่านรายวิชานี้มีความสามารถต่อไปนี้

1. อธิบายและพิสูจน์สมบัติพื้นฐานของการหารลงตัว จำนวนเฉพาะ ตัวหารร่วมมาก ตัวคูณร่วมน้อย
2. ประยุกต์ใช้ทฤษฎีบทมูลฐานเลขคณิต มาแก้ปัญหาพื้นฐานของทฤษฎีจำนวน
3. อธิบายการทดสอบการหารลงตัวของจำนวนเต็มบวกบางจำนวน
4. คำนวณหาผลเฉลยที่เป็นจำนวนเต็มของสมการดีโอพินไทน์เชิงเส้น
5. อธิบายบทนิยามของสมภาคและส่วนตกค้าง พิสูจน์สมบัติพื้นฐานของสมภาค และหาผลเฉลยของระบบสมการสมภาค
6. ประยุกต์ใช้ทฤษฎีบทของฟอร์มาต์และทฤษฎีบทของวิลสัน มาแก้ปัญหาในทฤษฎีจำนวน
7. อธิบายหลักการสำคัญของฟังก์ชันการคูณ และคำนวณหาค่าของ ฟังก์ชันเชิงทฤษฎีจำนวนบางชนิดได้

103313 Number Theory**4(4-0-8)**

Prerequisite : 103115 Principles of Mathematics, or consent of the School

Integers, divisibility, prime numbers, greatest common divisors, least common multiples, the fundamental theorem of arithmetic, divisibility tests, Diophantine equations, congruences and residue systems, number theoretic functions, multiplicative functions.

Expected Learning Outcomes :

On completion of this course, students are able to:

1. explain and prove some elementary properties involving divisibility, prime numbers, greatest common divisors, least common multiples;
2. apply the fundamental theorem of arithmetic to solve some elementary problems in number theory;
3. explain the divisibility tests for some positive integers;
4. determine the integral solutions of linear diophantine equations;
5. explain the definition of congruences and residue systems, prove some elementary properties of congruences, and solve systems of linear congruences;
6. apply Euler-Fermat's theorem and Wilson's theorem to solve some problems in number theory;
7. explain the key concepts of multiplicative functions, and calculate the value of some number theoretic functions.

103314 คณิตศาสตร์วิยุต**4(4-0-8)**

วิชาบังคับก่อน : 103115 หลักการทางคณิตศาสตร์ หรือโดยความเห็นชอบของสาขาวิชา

ขั้นตอนวิธี การนับ การเรียงสับเปลี่ยนและการจัดหมู่ หลักการรังนกพิราบ ความสัมพันธ์เวียนเกิด ความสัมพันธ์เชิงอันดับและโครงสร้าง กราฟ ต้นไม้ พีชคณิตบูลีน

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง :

นักศึกษาที่ผ่านรายวิชานี้มีความสามารถต่อไปนี้

1. ออกแบบขั้นตอนวิธี เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
2. อธิบายการนับ การเรียงสับเปลี่ยน การจัดหมู่ และการประยุกต์ใช้
3. อธิบายหลักการรังนกพิราบ และการประยุกต์ใช้
4. อธิบายสมบัติของความสัมพันธ์เวียนเกิด และหารูปปิดของความสัมพันธ์เวียนเกิด
5. อธิบายความสัมพันธ์เชิงอันดับและโครงสร้าง กราฟ ต้นไม้ พีชคณิตบูลีน และการประยุกต์ใช้

103314 Discrete Mathematics**4(4-0-8)**

Prerequisite : 103115 Principles of Mathematics, or consent of the School

Algorithms, counting, permutations and combinations, the Pigeonhole Principle, recurrence relations, order relations and structures, graphs, trees, Boolean algebra.

Expected Learning Outcomes :

On completion of this course, students are able to:

1. design algorithms to solve mathematical problems;
2. explain counting, permutation, combinations and their applications;
3. explain the Pigeonhole Principle and apply it;
4. explain properties of recurrence relations and find their closed forms it;
5. explain properties of order relations and structures, graphs, trees, Boolean algebra and apply them.

103322 ทอพอโลยี**4(4-0-8)**

วิชาบังคับก่อน : 103323 การวิเคราะห์หลายตัวแปร หรือโดยความเห็นชอบของสาขาวิชา

ทบทวนปริภูมิอิงระยะทาง ปริภูมิเชิงทอพอโลยี ปริภูมิเชิงผลคูณ ความเชื่อมโยง ความกระชับ

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง :

นักศึกษาที่ผ่านรายวิชานี้มีความสามารถต่อไปนี้

1. บรรยายนิยามของปริภูมิอิงระยะทาง เซตเปิด เซตปิด ย่านใกล้เคียง จุดลิมิตและส่วนปิดคลุม จุดภายในและจุดขอบ
2. อธิบายและพิสูจน์เกี่ยวกับลำดับลู่เข้าและลำดับโคซีในปริภูมิอิงระยะทาง ปริภูมิอิงระยะทางบริบูรณ์ ฟังก์ชันต่อเนื่องและฟังก์ชันต่อเนื่องสม่ำเสมอบนปริภูมิอิงระยะทาง
3. อธิบายปริภูมิเชิงทอพอโลยีและพิสูจน์ทฤษฎีบทเกี่ยวกับเซตปิด ย่านใกล้เคียง จุดลิมิต ส่วนปิดคลุม จุดภายใน จุดภายนอกและจุดขอบบนปริภูมิเชิงทอพอโลยี
4. อธิบายปริภูมิแฮสส์ตอर्फ์และเซตหนาแน่น
5. อธิบายฐานและฐานย่อยของปริภูมิเชิงทอพอโลยี และบรรยายปริภูมิย่อยของปริภูมิเชิงทอพอโลยี
6. อธิบายและยกตัวอย่างปริภูมิเชิงผลคูณ และปริภูมิเชิงผลหาร และพิสูจน์ทฤษฎีบทที่เกี่ยวข้องกับทอพอโลยีผลคูณและทอพอโลยีผลหาร

7. อธิบายและพิสูจน์เกี่ยวกับฟังก์ชันต่อเนื่องและฟังก์ชันสมานสัณฐาน
8. อธิบายนิยามของปริภูมิเชื่อมโยงและพิสูจน์ทฤษฎีบทเกี่ยวกับเซตเชื่อมโยง
9. บรรยายปริภูมิกระชับและพิสูจน์ทฤษฎีบทที่เกี่ยวข้องกับเซตกระชับ

103322 Topology**4(4-0-8)**

Prerequisite : 103323 Multivariable Analysis, or consent of the School

Review of metric spaces, topological spaces, product spaces, connectedness, compactness.

Expected Learning Outcomes :

On completion of this course, students are able to:

1. state the definitions of metric spaces, open sets, closed sets, neighbourhoods, closure, interior and boundary;
2. explain the concepts and give proofs on convergent sequences and Cauchy sequences in metric spaces and complete metric spaces, and on continuous and uniformly continuous functions in metric spaces;
3. explain the definition and the properties of general topological spaces and prove theorems about closed sets, neighbourhoods, closures, interiors, exteriors and boundary in topological spaces;
4. explain the definition and the properties of Hausdorff spaces and dense sets;
5. explain the definition and the properties of bases and subbases of topological spaces, and describe the concept of subspace of a topological space;
6. explain the concepts and give examples of product spaces and quotient spaces, and prove theorems related with product and quotient topologies;
7. explain the concepts and give proofs on continuous functions and homeomorphism;
8. explain the definition of a connected space and prove theorems about connected sets;
9. explain the definition and the properties of a compact space and prove theorems about compact sets.

103323 การวิเคราะห์หลายตัวแปร**4(4-0-8)**

วิชาบังคับก่อน : 103223 การวิเคราะห์ 2 และ 103212 พีชคณิตเชิงเส้น 1 หรือโดยความเห็นชอบของสาขาวิชา

ยุคลิตเมตริก ทอพอโลยีบนปริภูมิยุคลิต การส่งต่อเนื่อง การหาอนุพันธ์ภายใต้ปริพันธ์ อนุพันธ์รวม ทฤษฎีบทการหาอนุพันธ์ ทฤษฎีบทค่ามัชฌิมและทฤษฎีบทของเทย์เลอร์ ทฤษฎีบทของฟังก์ชันโดยปริยายและฟังก์ชันผกผัน ค่าสุดขีดของฟังก์ชัน ปริพันธ์แบบปริมาตรในปริภูมิยุคลิต ทฤษฎีบทของฟูบีนี การเปลี่ยนตัวแปรในปริพันธ์

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง :

นักศึกษาที่ผ่านรายวิชานี้มีความสามารถต่อไปนี้

1. อธิบายแนวคิดพื้นฐานและสมบัติ และแก้ปัญหาเกี่ยวกับทอพอโลยีบนปริภูมิยุคลิตรวมถึงยุคลิตนอร์มและเมตริก บอลเปิดและเซตเปิด เซตปกคลุมและเซตเชื่อมโยง การส่งต่อเนื่องและการลู่อู่เข้าของลำดับ
2. อธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของอนุพันธ์รวมและอนุพันธ์ในปริภูมิยุคลิต คำนวณอนุพันธ์และประยุกต์ใช้กฎลูกโซ่
3. อธิบายและประยุกต์ใช้ทฤษฎีบทค่ามัชฌิมและทฤษฎีบทของเทย์เลอร์ของฟังก์ชันหลายตัวแปร
4. แก้ปัญหาการหาค่าเหมาะที่สุดที่เกี่ยวข้องกับหลายตัวแปรแบบที่มีหรือไม่มีข้อจำกัด
5. อธิบายบทนิยามของปริพันธ์แบบปริมาตรหลายชั้นและสมบัติต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และคำนวณปริพันธ์โดยใช้ปริพันธ์ซ้ำ
7. เปลี่ยนตัวแปรในการหาปริพันธ์หลายชั้น
8. แก้ปัญหาทางทฤษฎีในเนื้อหาที่เรียนโดยใช้การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

103323 Multivariable Analysis**4(4-0-8)**

Prerequisite : 103223 Analysis II and 103212 Linear Algebra I, or consent of the School

The Euclidean metric, topology of Euclidean spaces, continuous maps, differentiation under the integral, the total derivative, differentiation theorems, Mean Value Theorem and Taylors' s Theorem, Implicit Function and Inverse Function Theorems, extreme values of functions, the Riemann integral in Euclidean space, Fubini's Theorem, change of variables in integration.

Expected Learning Outcomes :

On completion of this course, students are able to:

1. explain basic concepts and properties and solve problems related with topological notions in Euclidean space, including the Euclidean norm and metric, open balls and open sets, compact and connected sets, continuous maps and convergent sequences;
2. explain the mathematical concepts of total derivative and differentiability in Euclidean space, compute the various derivatives and apply the chain rule;
3. explain and apply the Mean Value Theorem and Taylor's Theorem of functions of several variables;
4. solve optimization problems involving several variables, with or without constraints.
5. Explain the definition of the multiple Riemann integral and its properties, and compute some integrals by iterated integrals.
6. change variables in multiple integrals,
7. solve small-sized theoretical problems related with the course contents by using mathematical reasoning.

103343 เทคนิคการพยากรณ์เชิงสถิติ**4(4-0-8)**

วิชาบังคับก่อน : 103342 ทฤษฎีความน่าจะเป็น หรือโดยความเห็นชอบของสาขาวิชา

การพยากรณ์เชิงปริมาณ วิธีการพยากรณ์ วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลัง การพยากรณ์แบบปรับได้ การพยากรณ์ด้วยวิธีของโฮลท์ การพยากรณ์ด้วยวิธีของวินเตอร์ การวิเคราะห์อนุกรมเวลาด้วยบ็อกซ์ - เจนกินส์

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง :

นักศึกษาที่ผ่านรายวิชานี้มีความสามารถต่อไปนี้

1. บรรยายแนวคิดเกี่ยวกับการพยากรณ์เชิงสถิติ
2. อธิบายวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลัง การพยากรณ์แบบปรับได้ การพยากรณ์ด้วยวิธีของโฮลท์ และการพยากรณ์ด้วยวิธีของวินเตอร์
3. คำนวณค่าพยากรณ์โดยวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลัง การพยากรณ์แบบปรับได้ การพยากรณ์ด้วยวิธีของโฮลท์ และการพยากรณ์ด้วยวิธีของวินเตอร์
4. อธิบายและคำนวณค่าพยากรณ์โดยวิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์
5. คำนวณค่าพยากรณ์โดยใช้ซอฟต์แวร์ทางสถิติ

103343 Statistical Forecasting Techniques**4(4-0-8)**

Prerequisite : 103342 Probability Theory, or consent of the School

Quantity forecasting, methods of forecasting, moving average method, exponential smoothing, adaptive forecasting, forecasting of Holt's method, Winter's method, time series analysis by Box-Jenkins.

Expected Learning Outcomes :

On completion of this course, students are able to:

1. describe the concept of statistical forecasting;
2. explain the moving average method, exponential smoothing, adaptive forecasting, forecasting by Holt's method and by Winter's method;
3. compute forecasts using the moving average method, exponential smoothing, adaptive forecasting, forecasting by Holt's method and Winter's method;
4. explain and compute the forecasts using the Box and Jenkins method;
5. compute the forecasts using available statistical software.

103344 การวิเคราะห์การถดถอย**4(4-0-8)**

วิชาบังคับก่อน : 103342 ทฤษฎีความน่าจะเป็น หรือโดยความเห็นชอบของสาขาวิชา

ตัวแบบถดถอยเชิงเส้นเชิงเดียว ตัวแบบการถดถอยพหุคูณ การประมาณค่าพารามิเตอร์ การทดสอบสมมติฐาน การตรวจสอบการถดถอย ปัญหาอัตสหสัมพันธ์และปัญหาพหุสัมพันธ์ การเลือกตัวแบบ

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง :

นักศึกษาที่ผ่านรายวิชานี้มีความสามารถต่อไปนี้

1. บรรยายแนวคิดและวิธีการของตัวแบบถดถอยเชิงเส้นเชิงเดียวและตัวแบบการถดถอยพหุคูณและสหสัมพันธ์
2. บรรยายทฤษฎีบทพื้นฐานสำหรับการวิเคราะห์การถดถอย
3. เขียนตัวแบบถดถอยเชิงเส้นเชิงเดียวและตัวแบบการถดถอยพหุคูณในรูปแบบของเมทริกซ์
4. สร้างตัวแบบการถดถอย
5. นำเสนอผลที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยการใช้ซอฟต์แวร์ทางสถิติ

6. นำเสนองานด้วยปากเปล่าโดยใช้พาวเวอร์พอยในประเด็นเกี่ยวกับสหวิทยาการที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์การถดถอย

103344 Regression Analysis

4(4-0-8)

Prerequisite : 103342 Probability Theory, or consent of the School

Simple linear regression model, multiple regression model, parameter estimation, test of hypothesis, regression diagnostics, autocorrelation and multicollinearity problems, model selection

Expected Learning Outcomes :

On completion of this course, students are able to:

1. describe concepts and methods of simple and multiple regression and correlation;
2. describe the theoretical basis for regression analysis;
3. write simple and multiple linear regression models in matrix format;
4. build regression models;
5. present the results using available statistical software;
6. give an oral presentation by PowerPoint on interdisciplinary issues relating to regression analysis.

103361 คณิตศาสตร์สำหรับการเงิน

4(4-0-8)

วิชาบังคับก่อน : 103342 ทฤษฎีความน่าจะเป็น หรือโดยความเห็นชอบของสาขาวิชา

แบบจำลองตลาดอย่างง่าย สินทรัพย์ปลอดความเสี่ยง สินทรัพย์ที่มีความเสี่ยง แบบจำลองตลาดแบบวิยุต การบริหารกลุ่มหลักทรัพย์ สัญญาซื้อขายล่วงหน้า และสัญญาที่จะส่งมอบสินค้าในภายหน้า ตราสารสิทธิเลือก การตั้งราคาตราสารสิทธิเลือก วิศวกรรมการเงิน

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง :

นักศึกษาที่ผ่านรายวิชานี้มีความสามารถต่อไปนี้

1. บรรยายหลักการและสมมติฐานเบื้องต้นของแบบจำลองตลาดอย่างง่ายได้
2. อธิบายความหมายของสินทรัพย์ปลอดความเสี่ยงและสินทรัพย์ที่มีความเสี่ยงได้
3. อธิบายความแตกต่างระหว่างสินทรัพย์ปลอดความเสี่ยงและสินทรัพย์ที่มีความเสี่ยงได้

4. บรรยายหลักการและสมมติฐานเบื้องต้นของแบบจำลองตลาดแบบวิยุตได้
5. ประยุกต์เรื่องสินทรัพย์ปลอดความเสี่ยงและสินทรัพย์ที่มีความเสี่ยงในการบริหารกลุ่มหลักทรัพย์ และสร้างกลุ่มหลักทรัพย์อย่างง่ายได้
6. อธิบายความหมายของสัญญาซื้อขายล่วงหน้า สัญญาที่จะส่งมอบสินค้าในภายหน้า และตราสารสิทธิเลือก
7. อธิบายความแตกต่างของสัญญาซื้อขายล่วงหน้า สัญญาที่จะส่งมอบสินค้าในภายหน้า และตราสารสิทธิเลือกได้
8. บรรยายหลักการสำหรับการตั้งราคาตราสารสิทธิเลือกได้
9. ประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับสินทรัพย์ และอนุพันธ์ของสินทรัพย์ชนิดต่าง ๆ ในการจัดการความเสี่ยงอย่างง่ายได้

103361 Mathematics for Finance**4(4-0-8)**

Prerequisite : 103342 Probability Theory, or consent of the School

Simple market models, risk-free assets, risky assets, discrete time market models, portfolio management, forward and future contracts, options, option pricing, financial engineering.

Expected Learning Outcomes :

On completion of this course, students are able to:

1. describe the fundamental concepts and assumptions of the simple market models;
2. explain the meaning of risk-free assets and risky assets;
3. explain the difference between risk-free assets and risky assets;
4. describe the fundamental concepts and assumptions about the discrete time market models;
5. apply risk-free assets and risky assets to portfolio management, and construct the simple portfolios;
6. explain the meaning of forward contract, future contract and option;
7. explain the difference between forward contracts, future contracts and options;
8. describe the key concepts of option pricing;
9. apply the various assets and derivative securities to simple risk management;

103362 ทฤษฎีดอกเบี้ย**4(4-0-8)**

วิชาบังคับก่อน : 103102 แคลคูลัส 2 หรือ 103122 แคลคูลัสเชิงวิเคราะห์ 2 หรือโดยความเห็นชอบของสาขาวิชา

หลักการวัดเกี่ยวกับดอกเบี้ย การแก้ปัญหาเกี่ยวกับดอกเบี้ย การจ่ายรายงวด การจ่ายรายงวดลักษณะอื่น ๆ วิธีจ่ายหนี้คืนเป็นงวด วิธีสะสมเงินทุน อัตราผลตอบแทน พันธบัตรและหลักทรัพย์อื่น ๆ การประยุกต์

ผลที่คาดว่าจะได้รับ:

นักศึกษาที่ผ่านรายวิชานี้มีความสามารถต่อไปนี้

1. บรรยายแนวคิดพื้นฐานของผลอัตราดอกเบี้ย ดอกเบี้ยคงต้น ดอกเบี้ยทบต้น มูลค่าปัจจุบัน และมูลค่าสะสม และประยุกต์ใช้ความรู้ในการแก้ปัญหาทางการเงินและปัญหาการจ่ายรายงวด
2. สร้างตารางการจ่ายหนี้คืนเป็นงวดและตารางการจ่ายหนี้คืนด้วยวิธีสะสมทุน
3. คำนวณหาอัตราการลงทุนกลับ อัตราผลตอบแทนจากการลงทุนและอัตราเวลาของดอกเบี้ย
4. คำนวณหาราคาและปริมาณสำหรับพันธบัตรและหลักทรัพย์อื่น ๆ เช่น หุ้นและหุ้นสามัญ

103362 The Theory of Interest**4(4-0-8)**

Prerequisite : 103102 Calculus II, or 103122 Analytical Calculus II, or consent of the School

The measurement of interest, solution of problems in interest, basic annuities, more general annuities, amortization method, sinking fund method, yield rate, bonds and other securities, applications.

Expected Learning Outcomes :

On completion of this course, students are able to:

1. describe the basic concepts of effective rate of interest, simple interest, compound interest, present value and accumulated value and apply these concepts toward solving financial problems and annuity problems;
2. construct the amortization schedules and sinking fund schedules;
3. compute reinvestment rates, yield rates and time-weighted rates of interest;
4. compute prices and values for bonds and other securities, such as stock and common stock.

103411 หัวข้อเกี่ยวกับเรขาคณิต 4(4-0-8)

วิชาบังคับก่อน : โดยความเห็นชอบของสาขาวิชา

รายวิชานี้ครอบคลุมหัวข้อเกี่ยวกับเรขาคณิต โดยเนื้อหาจะแตกต่างกันไปตามความสนใจ ความต้องการของผู้เรียน และแนวโน้มปัจจุบันของการวิจัยและพัฒนาในวิชานี้

103411 Topics in Geometry 4(4-0-8)

Prerequisite : Consent of the School

This course covers topics in geometry. Course contents varies according to students' interests, requirements and the current trends in this field.

103412 หัวข้อเกี่ยวกับพีชคณิต 4(4-0-8)

วิชาบังคับก่อน : โดยความเห็นชอบของสาขาวิชา

รายวิชานี้ครอบคลุมหัวข้อเกี่ยวกับพีชคณิต โดยเนื้อหาจะแตกต่างกันไปตามความสนใจ ความต้องการของผู้เรียน และแนวโน้มปัจจุบันของการวิจัยและพัฒนาในวิชานี้

103412 Topics in Algebra 4(4-0-8)

Prerequisite : Consent of the School

This course covers topics in algebra. Course contents varies according to students' interests, requirements and the current trends in this field.

103421 หัวข้อเกี่ยวกับการวิเคราะห์ 4(4-0-8)

วิชาบังคับก่อน : โดยความเห็นชอบของสาขาวิชา

รายวิชานี้ครอบคลุมหัวข้อเกี่ยวกับการวิเคราะห์ โดยเนื้อหาจะแตกต่างกันไปตามความสนใจ ความต้องการของผู้เรียน และแนวโน้มปัจจุบันของการวิจัยและพัฒนาในวิชานี้

103421 Topics in Analysis 4(4-0-8)

Prerequisite : Consent of the School

This course covers topics in analysis. Course contents varies according to students' interests, requirements and the current trends in this field.

103422 หัวข้อเกี่ยวกับการวิเคราะห์เชิงประยุกต์ 4(4-0-8)

วิชาบังคับก่อน : โดยความเห็นชอบของสาขาวิชา

รายวิชานี้ครอบคลุมหัวข้อเกี่ยวกับการวิเคราะห์เชิงประยุกต์ โดยเนื้อหาจะแตกต่างกันไปตามความสนใจ ความต้องการของผู้เรียน และแนวโน้มปัจจุบันของการวิจัยและพัฒนาในวิชานี้

103422 Topics in Applied Analysis 4(4-0-8)

Prerequisite : Consent of the School

This course covers topics in applied analysis. Course contents varies according to students' interests, requirements and the current trends in this field.

103441 หัวข้อเกี่ยวกับความน่าจะเป็น 4(4-0-8)

วิชาบังคับก่อน : โดยความเห็นชอบของสาขาวิชา

รายวิชานี้ครอบคลุมหัวข้อเกี่ยวกับความน่าจะเป็น โดยเนื้อหาจะแตกต่างกันไปตามความสนใจ ความต้องการของผู้เรียน และแนวโน้มปัจจุบันของการวิจัยและพัฒนาในวิชานี้

103441 Topics in Probability 4(4-0-8)

Prerequisite : Consent of the School

This course covers topics in probability. Course contents varies according to students' interests, requirements and the current trends in this field.

103442 หัวข้อเกี่ยวกับสถิติ 4(4-0-8)

วิชาบังคับก่อน : 103342 ทฤษฎีความน่าจะเป็น หรือโดยความเห็นชอบของสาขาวิชา

รายวิชานี้ครอบคลุมหัวข้อเกี่ยวกับสถิติ โดยเนื้อหาจะแตกต่างกันไปตามความสนใจ ความต้องการของผู้เรียน และแนวโน้มปัจจุบันของการวิจัยและพัฒนาในวิชานี้

103442 Topics in Statistics 4(4-0-8)

Prerequisite : 103342 Probability Theory, or consent of the School

This course covers topics in statistics. Course contents varies according to student's interests, requirements and the current trends in this field.

103452 หัวข้อเกี่ยวกับการวิเคราะห์เชิงตัวเลข 4(4-0-8)

วิชาบังคับก่อน : โดยความเห็นชอบของสาขาวิชา

รายวิชานี้ครอบคลุมหัวข้อเกี่ยวกับการวิเคราะห์เชิงตัวเลข โดยเนื้อหาจะแตกต่างกันไปตามความสนใจ ความต้องการของผู้เรียน และแนวโน้มปัจจุบันของการวิจัยและพัฒนาในวิชานี้

103452 Topics in Numerical Analysis 4(4-0-8)

Prerequisite : Consent of the School

This course covers topics in numerical analysis. Course contents varies according to students' interests, requirements and the current trends in this field.

103461 หัวข้อเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ประยุกต์ 4(4-0-8)

วิชาบังคับก่อน : โดยความเห็นชอบของสาขาวิชา

รายวิชานี้ครอบคลุมหัวข้อเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ประยุกต์ โดยเนื้อหาจะแตกต่างกันไปตามความสนใจ ความต้องการของผู้เรียน และแนวโน้มปัจจุบันของการวิจัยและพัฒนาในวิชานี้

103461 Topics in Applied Mathematics 4(4-0-8)

Prerequisite : Consent of the School

This course covers topics in applied mathematics. Course contents varies according to students' interests, requirements and the current trends in this field.

103462 หัวข้อเกี่ยวกับการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์ 4(4-0-8)

วิชาบังคับก่อน : โดยความเห็นชอบของสาขาวิชา

รายวิชานี้ครอบคลุมหัวข้อเกี่ยวกับการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์ โดยเนื้อหาจะแตกต่างกันไปตามความสนใจ ความต้องการของผู้เรียน และแนวโน้มปัจจุบันของการวิจัยและพัฒนาในวิชานี้

103462 Topics in Mathematical Modeling 4(4-0-8)

Prerequisite : Consent of the School

This course covers topics in mathematical modeling. Course contents varies according to students' interests, requirements and the current trends in this field.

103463 หัวข้อเกี่ยวกับคณิตศาสตร์การเงิน 4(4-0-8)

วิชาบังคับก่อน : โดยความเห็นชอบของสาขาวิชา

รายวิชานี้ครอบคลุมหัวข้อเกี่ยวกับคณิตศาสตร์การเงิน โดยเนื้อหาจะแตกต่างกันไปตามความสนใจและความต้องการของผู้เรียน และแนวโน้มปัจจุบันของการวิจัยและพัฒนาในวิชานี้

103463 Topics in Mathematical Finance 4(4-0-8)

Prerequisite : Consent of the School

This course covers topics in mathematical finance. Course contents varies according to students' interests, requirements and the current trends in this field.

103621 การวิเคราะห์เชิงฟังก์ชัน 4(4-0-8)

วิชาบังคับก่อน : 103311 พีชคณิตเชิงเส้น 2 และ 103322 ทอพอโลยี หรือโดยความเห็นชอบของสาขาวิชา

ปริภูมิอนอร์มเชิงเส้น ปริภูมิบานาค ตัวดำเนินการเชิงเส้นมีขอบเขต ปริภูมิคู่กัน ปริภูมิผลคูณภายใน ฐานของปริภูมิฮิลเบิร์ต ทฤษฎีบทตัวแทนของรีซซ์ ตัวดำเนินการผูกพันในตัว ตัวดำเนินการปกติและตัวดำเนินการยูนิแทรี ทฤษฎีบทฮาร์น-บานาค หลักการภาวะมีขอบเขตเอกรูป ทฤษฎีบทการส่งเปิด ทฤษฎีบทกราฟปิด ปริภูมิสะท้อน การลู่เข้าแบบอ่อนและการลู่เข้าแบบอ่อน*

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง :

นักศึกษาที่ผ่านรายวิชานี้มีความสามารถต่อไปนี้

1. อธิบายแนวคิดหลักมูล สมบัติและทฤษฎีบททั่วไปของปริภูมิอนอร์มเชิงเส้น
2. อธิบายแนวคิดหลักมูล สมบัติและทฤษฎีบทของตัวดำเนินการเชิงเส้นมีขอบเขตบนปริภูมิอนอร์มเชิงเส้น
3. อธิบายแนวคิดหลักมูล สมบัติและทฤษฎีบททั่วไปของปริภูมิฮิลเบิร์ตและตัวดำเนินการเชิงเส้นมีขอบเขตบนปริภูมิฮิลเบิร์ต
4. บรรยายและอธิบายทฤษฎีบทหลักมูลของการวิเคราะห์เชิงฟังก์ชัน ประกอบด้วยทฤษฎีบทของฮาร์น-บานาค หลักการภาวะมีขอบเขตเอกรูป ทฤษฎีบทการส่งเปิด และทฤษฎีบทกราฟปิด
5. ให้ตัวอย่างและยกตัวอย่างค้านที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีบทหลักในรายวิชานี้
6. แก้ปัญหาทางทฤษฎีในเนื้อหาที่เรียนโดยใช้การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

103621 Functional Analysis**4(4-0-8)**

Prerequisite : 103311 Linear Algebra II and 103322 Topology, or consent of the School

Normed linear spaces, Banach spaces, bounded linear operators, dual spaces, inner product spaces, Hilbert space bases, Riesz-representation theorem, self-adjoint, normal and unitary operators, Hahn-Banach theorems, uniform boundedness principle, open mapping theorem, closed graph theorem, reflexive spaces, weak-and weak* - convergence.

Expected Learning Outcomes :

On completion of this course, students are able to:

1. explain fundamental concepts, properties and theorems of general normed linear spaces;
2. explain fundamental concepts and properties and theorems of bounded linear operators on a normed linear space;
3. explain fundamental concepts, properties and theorems of general Hilbert spaces and the bounded linear operators on them;
4. state and explain the fundamental theorems of functional analysis, including the Hahn-Banach theorem, uniform boundedness principle, open mapping theorem and closed graph theorem;
5. provide examples and counterexamples relating to the major theorems in the course;
6. solve theoretical and practical problems related with all of the course contents by using correct mathematical reasoning and notation.

103622 ทฤษฎีเมเชอร์**4(4-0-8)**

วิชาบังคับก่อน : 103323 การวิเคราะห์หลายตัวแปร หรือโดยความเห็นชอบของสาขาวิชา

ปริภูมิฮาเมเชอร์ได้ เมเชอร์ ปริพันธ์เลอเบก ทฤษฎีการลู่เข้า ปริภูมิ L^p ทฤษฎีบทของเรดอน-นิกอดีม ทฤษฎีบทของฟูบินิ เมเชอร์โบเรลบนเส้นจำนวนจริง

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง :

นักศึกษาที่ผ่านรายวิชานี้มีความสามารถต่อไปนี้

1. อธิบายแนวคิดหลักมูลและทฤษฎีบทหลักที่เกี่ยวกับเมเชอร์ ประกอบด้วย พีชคณิตซิกมา ปริภูมิฮาเมเชอร์ได้ และฟังก์ชันเมเชอร์
2. บรรยายปริพันธ์เลอเบกและสมบัติของปริพันธ์เลอเบกซึ่งประกอบด้วยทฤษฎีบทหลักเกี่ยวเนื่อง
3. อธิบายความแตกต่างระหว่างปริพันธ์รีมันน์และปริพันธ์เลอเบก
4. บรรยายการสร้างของปริภูมิ L^p และสมบัติของปริภูมิ L^p ซึ่งประกอบด้วยทฤษฎีบทเกี่ยวเนื่อง
5. บรรยายความเชื่อมโยงระหว่างเมเชอร์โบเรลบนเส้นจำนวนจริงและฟังก์ชันการแจกแจง
6. ให้ตัวอย่างและยกตัวอย่างค้านที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีบทหลักในรายวิชานี้
7. แก้ปัญหาทางทฤษฎีในเรื่องที่เรียนโดยใช้การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

103622 Measure Theory**4(4-0-8)**

Prerequisite : 103323 Multivariable Analysis, or consent of the School

Measurable spaces, measures, the Lebesgue integral, convergence theorems, the L^p -spaces, Radon-Nikodym theorem, Fubini's theorem, Borel measures on the real line.

Expected Learning Outcomes :

On completion of this course, students are able to:

1. explain fundamental concepts and the main theorems related with measures, including sigma-algebras, measurable spaces and measurable functions;
2. describe the Lebesgue integral and its properties, including the main relevant theorems;
3. explain the difference between Riemann and Lebesgue integral;
4. describe the construction of the L^p -spaces and their properties, including the relevant theorems;
5. describe the connection between Borel measures on the line and distribution functions;
6. provide examples and counterexamples relating to the major theorems in the course;
7. solve theoretical and practical problems related with all of the course contents by using correct mathematical reasoning and notation.

103631 สมการเชิงอนุพันธ์สามัญชั้นสูง 4(4-0-8)

วิชาบังคับก่อน : 103311 พีชคณิตเชิงเส้น 2 และ 103323 การวิเคราะห์หลายตัวแปร หรือ โดยความเห็นชอบของสาขาวิชา

สมการเชิงอนุพันธ์อันดับหนึ่ง ปัญหาค่าเริ่มต้น การมีจริง ความเป็นได้อย่างเดียว และความต่อเนื่องของผลเฉลย หลักการการหดตัว ทฤษฎีบทการมีจริงและความเป็นได้อย่างเดียว ความต่อเนื่องของผลเฉลยเทียบกับพารามิเตอร์ ผลเฉลยขยายไม่ได้ ระบบพลศาสตร์ สมการเพอร์เทอร์เบชัน ระบบสมการเชิงเส้น ระบบสมการเชิงอนุพันธ์สามัญเป็นคาบ สมการเชิงเส้นอันดับ m ทฤษฎีเสถียร

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง :

นักศึกษาที่ผ่านรายวิชานี้มีความสามารถต่อไปนี้

1. หาผลเฉลยของสมการเชิงอนุพันธ์สามัญอันดับหนึ่งเชิงเส้นและเศษส่วน
2. หาโดเมนที่ทำให้ฟังก์ชันสอดคล้องกับเงื่อนไขลิปชิตซ์
3. ประยุกต์ทฤษฎีบทการมีจริงและความเป็นไปได้โดยใช้ในระบบสมการปกติอันดับหนึ่งของสมการเชิงอนุพันธ์สามัญ
4. วิเคราะห์สมบัติของผลเฉลยของปัญหาค่าเริ่มต้นที่ขึ้นอยู่กับตัวแปรเสริม และภาคขยายของผลเฉลย
5. ประยุกต์การวิเคราะห์ความเสถียรกับระบบสมการเชิงอนุพันธ์สามัญเชิงเส้นและกึ่งเชิงเส้น

103631 Advanced Ordinary Differential Equations 4(4-0-8)

Prerequisite : 103311 Linear Algebra II and 103323 Multivariable Analysis, or consent of the School

First-order differential equations, initial value problems, existence, uniqueness and continuity of solutions, the contraction principle, existence and uniqueness theorems, continuity of a solution with respect to parameters, non-extendable solution, dynamical systems, the perturbation equation, systems of linear equations, periodic systems of linear ordinary differential equations, linear equations of m -th order, and stability theory.

Expected Learning Outcomes :

On completion of this course, students are able to:

1. solve linear and fractional first-order ordinary differential equations;
2. find domains where functions satisfy Lipschitz conditions;

3. apply existence and uniqueness theorems to normal first-order systems of ordinary differential equations;
4. analyze properties of solutions of initial value problems such as dependence on parameters and extension of solutions;
5. apply stability analysis to linear and quasilinear systems of ordinary differential equations.

103632 หลักการของสมการเชิงอนุพันธ์ย่อย

4(4-0-8)

วิชาบังคับก่อน : โดยความเห็นชอบของสาขาวิชา

บทนิยามพื้นฐานและตัวอย่าง สมการเชิงอนุพันธ์ย่อยอันดับหนึ่ง ปัญหาโคชี วิธีแคแรกเทอร์สติก สมการเชิงอนุพันธ์ย่อยอันดับหนึ่งกึ่งเชิงเส้น ระบบสมการเชิงอนุพันธ์ย่อยกึ่งเชิงเส้น ปัญหาโคชี ระบบไฮเพอร์โบลิกของสมการอันดับหนึ่งกึ่งเชิงเส้น สมการเชิงอนุพันธ์ย่อยอันดับสองเชิงเส้น ปัญหาที่ได้ตั้งไว้อย่างแจ่มชัด สมการอิลลิปติก หลักการค่าสูงสุด ฟังก์ชันฮาร์มอนิก ผลเฉลยของปัญหาดีรีเคลในบอล ฟังก์ชันฮาร์มอนิกย่อย ทฤษฎีแอสคอลลี-อาร์เซลลา ทฤษฎีการมีจริงของปัญหาดีรีเคล สมบัติของสมการเชิงพาราโบลา ปัญหาของดีรีเคลและนอยมันน์

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง :

นักศึกษาที่ผ่านรายวิชานี้มีความสามารถต่อไปนี้

1. ใช้วิธีการลักษณะเฉพาะในการแก้สมการอนุพันธ์ย่อยอันดับหนึ่งที่มีฟังก์ชันไม่ทราบค่าเดียว
2. สร้างเงื่อนไขที่เหมาะสมบนพื้นผิวที่ผลเฉลยมีความไม่ต่อเนื่อง;
3. หาลักษณะเฉพาะของระบบสมการอนุพันธ์ย่อย ระบบเงื่อนไข และกำหนดปัญหาค่าเริ่มต้นที่ไม่เป็นลักษณะเฉพาะสำหรับระบบสมการอนุพันธ์ย่อยกึ่งเชิงเส้น สามารถหาโดเมนของความเป็นหนึ่งเดียวของผลเฉลยของปัญหาเริ่มต้นสำหรับระบบสมการอันดับหนึ่งที่เป็นไฮเพอร์โบลิก
4. ใช้หลักการสูงสุดทั้งอ่อนและเข้มในการวิเคราะห์สมการอนุพันธ์ย่อยอันดับสองเชิงอิลลิปติก
5. กำหนดและวิเคราะห์ปัญหาของดีรีเคลและของพอนนอยมันน์

103632 Principles of Partial Differential Equations**4(4-0-8)**

Prerequisite : Consent of the School

Basic definitions and examples, first-order PDEs, the Cauchy problem, method of characteristics, quasilinear, first order PDEs, quasilinear systems of partial differential equations, Cauchy problem, hyperbolic systems of quasilinear first order equations, linear second-order PDEs, well-posed problems, elliptic equations, maximum principles, harmonic functions, solution of the Dirichlet problem on a ball, subharmonic functions, the Ascoli-Arzelà theorem, theorem of existence of a Dirichlet problem, properties of parabolic equations, Dirichlet and Neumann problems.

Expected Learning Outcomes :

On completion of this course, students are able to:

1. use the method of characteristics for a solving a first-order partial differential equation with a single unknown function;
2. construct appropriate conditions on the surface where a solution has a discontinuity;
3. find characteristics of a system of partial differential equations, conditions on them, and formulate a non-characteristic initial value problem for a system of quasilinear partial differential equations to find domains of uniqueness of a solution of initial value problems for a hyperbolic linear system of first-order equations;
4. use weak and strong maximum principles for analysis of an elliptic second-order PDE;
5. formulate and analyze Dirichlet and von-Neumann problems.

103651 พีชคณิตเชิงเส้นเชิงตัวเลข**4(4-0-8)**

วิชาบังคับก่อน : 103311 พีชคณิตเชิงเส้น 2 หรือโดยความเห็นชอบของสาขาวิชา

แ่งมุมเชิงวิเคราะห์และคำนวณของพีชคณิตเชิงเส้นเมทริกซ์ โดยเน้นหัวข้อการแยกตัวประกอบเมทริกซ์ ระบบสมการเชิงเส้นและวิธีทำซ้ำ ปัญหากำลังสองน้อยสุด ปัญหาค่าเฉพาะ

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง :

นักศึกษาที่ผ่านรายวิชานี้มีความสามารถต่อไปนี้

1. อธิบายหลักการพื้นฐานของการดำเนินการจุดลอยตัว ความเที่ยงเชิงอันดับ การคำนวณเชิงเมทริกซ์ ตัวแบบจำนวนจุดลอยตัว การวิเคราะห์การปัดตัวเลขให้เป็นจำนวนเต็ม
2. อธิบายและทำงานกับแนวคิดพื้นฐานของพีชคณิตเชิงเส้น การดำเนินการเชิงเวกเตอร์และเมทริกซ์ การแบ่งกันของเมทริกซ์ เมทริกซ์แถบ นอร์มของเวกเตอร์และเมทริกซ์
3. ประยุกต์วิธีการตรงในการแก้ระบบเชิงเส้นของสมการเชิงพีชคณิต การใช้วิธีกำจัดของเกาส์ การแยกด้วยค่าเอกฐาน การแยกตัวประกอบ LU
4. ประยุกต์วิธีการแยกตัวประกอบต่าง ๆ การแยกตัวประกอบของโฆเลสกี การกวาดและการแยกตัวประกอบ LU สำหรับระบบสามแนวเฉียง การสะท้อนของเฮาส์โฮลด์เลอร์
5. ประยุกต์วิธีการเชิงคำนวณซ้ำ กล่าวคือ วิธีการของจาโคบี และ เกาส์-ชายเดล

103651 Numerical Linear Algebra**4(4-0-8)**

Prerequisite : 103311 Linear Algebra II, or consent of the School

Analysis and computational aspects of linear algebra and matrices by focusing on matrix factorization, systems of linear equations and iterative methods, least squares problem, eigenvalue problems.

Expected Learning Outcomes :

On completion of this course, students are able to:

1. explain fundamentals of floating point operations: finite precision matrix computation, floating point number models, round off analysis;
2. explain and work with fundamental concepts of linear algebra: vector-matrix operations, partitioning of a matrix, banded matrix, vector and matrix norms;
3. apply direct methods for solving linear systems of algebraic equations: Gauss elimination method, singular value decomposition (SVD), LU-factorization,
4. apply methods of factorization: Cholesky factorization, sweep and LU factorization for tridiagonal systems, Householder reflection;
5. apply iterative methods: Jacobi and Gauss-Seidel methods, SOR-methods.

103761 กลศาสตร์ภาวะต่อเนื่อง**4(4-0-8)**

วิชาบังคับก่อน : โดยความเห็นชอบของสาขาวิชา

การวิเคราะห์ของความเค้นและการแปลงรูปที่จุด และการได้มาของสมการหลักมูลโดยการประยุกต์กฎพื้นฐานของกฎอนุรักษ์มวล กฎอนุรักษ์พลังงานและกฎอนุรักษ์โมเมนตัม และกฎต่าง ๆ ทางอุณหพลศาสตร์ ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้น ความเครียด และอัตราความเครียด สมการพื้นฐานที่กำกับพฤติกรรมของภาวะต่อเนื่องใด ๆ และการประยุกต์ใช้กับของแข็งและของไหล

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง :

นักศึกษาที่ผ่านรายวิชานี้มีความสามารถต่อไปนี้

1. นำสมบัติหลักการพีชคณิตของเทนเซอร์ไปใช้
2. ดำเนินการกับพีชคณิตเทนเซอร์
3. ประยุกต์ใช้เทนเซอร์แคลคูลัส ซึ่งได้แก่ โคเวเรียนต์ของอนุพันธ์อันดับหนึ่งและอันดับสอง และในระบบพิกัดต่าง ๆ
4. ใช้ระบบพิกัดเชิงเส้นโค้งโดยเฉพาะอย่างยิ่ง ระบบพิกัดทรงกระบอกและระบบพิกัดทรงกลม
5. กำหนดกฎอนุรักษ์พลังงานซึ่งใช้ในกลศาสตร์ต่อเนื่อง
6. ประยุกต์องค์ประกอบของอุณหพลศาสตร์ทางคณิตศาสตร์
7. สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์จากหลักการสำคัญของกลศาสตร์ต่อเนื่อง

103761 Continuum Mechanics**4(4-0-8)**

Prerequisite : Consent of the School

Analysis of stress and deformation at a point and the derivation of the fundamental equations by applying the basic laws of conservation of mass, energy, and momentum and those of thermodynamics; development of relationships (constitutive laws) between stress, strain, and strain rate; basic equations governing the behavior of any continuum and applications to solids and fluids.

Expected Learning Outcomes :

On completion of this course, students are able to:

1. use fundamental algebraic properties of tensors;
2. operate with tensor coordinates;
3. apply tensor calculus, such as covariant derivatives of first and second orders, and their representations in various coordinate systems;

4. use curvilinear coordinate systems, in particular, cylindrical and spherical coordinate systems;
5. formulate conservation laws of used in continuum mechanics;
6. apply elements of mathematical thermodynamics;
7. derive mathematical models from the main principles of continuum mechanics.

205501 ความเป็นผู้ประกอบการและนวัตกรรม **2(2-0-4)**

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

ศึกษาเกี่ยวกับความเป็นผู้ประกอบการ นวัตกรรมและธุรกิจเทคโนโลยี นวัตกรรมแบบเปิด ทักษะคิดและแรงจูงใจของผู้ประกอบการธุรกิจนวัตกรรมและผู้ประกอบการเพื่อสังคม คุณลักษณะของผู้ประกอบการที่ประสบความสำเร็จ ขั้นตอนการเริ่มธุรกิจใหม่ การจัดทำโมเดลธุรกิจและแผนธุรกิจ การประเมินความเป็นไปได้ของธุรกิจ และปัญหาของธุรกิจใหม่

205501 Entrepreneurship and Innovation **2(2-0-4)**

Prerequisite : None

Study of entrepreneurship, innovation and technology business, open innovation, attitudes and motivation of innovative entrepreneurs and social entrepreneurs, characteristics of successful entrepreneurs, new venture process, business model generation and business plan, business frost & sullivan feasibility and problems of new ventures.

205502 การวิเคราะห์โอกาสและความเป็นไปได้ทางธุรกิจ **2(2-0-4)**

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

การระบุโอกาสทางธุรกิจ การวิเคราะห์แนวโน้มทางตลาดและธุรกิจ การศึกษาแนวโน้มทางเทคโนโลยีและเทคโนโลยีโรดแมพ การประเมินโอกาส การพัฒนาแนวคิดธุรกิจและวิสัยทัศน์ การวิเคราะห์เพื่อทำความเข้าใจปัญหา/ความต้องการลูกค้าและการยืนยัน และการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของธุรกิจ

205502 Opportunity and Feasibility Analysis 2(2-0-4)

Prerequisite : None

Identify potential opportunities, trend and market analysis, technology roadmap and forecasting, opportunity assessment, develop a business concept and vision, customer's insight and customer validation, and feasibility analysis.

205503 กลยุทธ์ทรัพย์สินทางปัญญา 2(2-0-4)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

แนวคิดและหลักการการจัดการทรัพย์สินทางปัญญา ทรัพย์สินทางปัญญาจากการวิจัย การตรวจสอบและสืบค้นสิทธิบัตร กฎหมายและแนวทางการปกป้องทรัพย์สินทางปัญญา การเจรจาขอใช้สิทธิ ประเมินสิทธิ การประเมินมูลค่าและสร้างผลตอบแทนจากทรัพย์สินทางปัญญา

205503 Intellectual Property Strategies 2(2-0-4)

Prerequisite : None

Concepts and principles of intellectual property management, intellectual property from research and development, patent searching, intellectual property laws and methods of intellectual property protection, intellectual property valuation and method in creating return on intellectual properties.

205504 การออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ 2(2-0-4)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

กระบวนการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ การออกแบบที่เน้นลูกค้าเป็นสำคัญ การสร้างแนวความคิดผลิตภัณฑ์ใหม่ การกลั่นกรองและการประเมินผลแนวความคิด แนวโน้มการออกแบบ การออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ต้นแบบ แนวทางการทดสอบตลาด

205504 Product Design and Development 2(2-0-4)

Prerequisite : None

New product design and development process, customer-focused design/human-centered design process, idea generation, new product idea filtering and assessment, design trends, prototyping, and market testing.

205505 การออกแบบการบริการ 2(2-0-4)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

แนวคิดและหลักการของการบริการ หลักการและพัฒนาการการออกแบบการบริการ การคิดเชิงการออกแบบกับการบริการ การออกแบบเน้นมนุษย์เป็นศูนย์กลาง กระบวนการและเครื่องมือในการออกการบริการ การออกแบบรูปแบบธุรกิจและแผนผังการบริการ

205505 Service Design 2(2-0-4)

Prerequisite : None

Concepts and principles of service, principle and development of service design thinking, service design thinking, human-centered design, service design process and tools, designing service business model and service blueprint.

205506 รูปแบบธุรกิจและกลยุทธ์สำหรับธุรกิจใหม่ 3(3-0-6)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

แนวคิดของรูปแบบธุรกิจและการจัดการเชิงกลยุทธ์ การวิเคราะห์สภาพแวดล้อมทางธุรกิจ วงจรชีวิตของธุรกิจ การวิเคราะห์รูปแบบธุรกิจ การออกแบบรูปแบบธุรกิจสำหรับธุรกิจใหม่ การทดสอบรูปแบบธุรกิจ การกำหนดกลยุทธ์สำหรับธุรกิจใหม่ และกลยุทธ์การเข้าสู่ตลาดต่างประเทศ

205506 Business Models and Strategies for New Venture 3(3-0-6)

Prerequisite : None

Business model and strategic management concept, business environmental analysis, business lifecycles, analyzing existing business models, developing a business model for a new startup venture, and testing business model building block, formulating strategies for new venture, and internationalization strategies.

205507 การตลาดผู้ประกอบการ 3(3-0-6)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

การตลาดของผลิตภัณฑ์ใหม่และตลาดใหม่ การวิเคราะห์และประเมินโอกาสทางการตลาด กลยุทธ์การแบ่งกลุ่มตลาด การออกแบบคุณค่า กลยุทธ์การตลาดและแผนการตลาด การใช้อินเทอร์เน็ตในการตลาด การนำผลิตภัณฑ์ออกสู่ตลาด การสร้างและบริหารตราสินค้า และการวัดผลทางการตลาด

205507 Entrepreneurial Marketing 3(3-0-6)

Prerequisite : None

Marketing for new products and new markets, market opportunity analysis and evaluation, market segmentation strategies, value proposition design, marketing strategies and marketing plan, the use of internet in marketing, new product launch, branding and brand management, and marketing metrics.

205508 การเงินผู้ประกอบการ 3(3-0-6)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

ความต้องการทางการเงินและการลงทุนตั้งแต่การเริ่มต้นธุรกิจจนถึงการถอนทุนคืน งบการเงินและการวิเคราะห์เบื้องต้น การวิเคราะห์โครงสร้างต้นทุน ความต้องการเงินในการลงทุน การวิเคราะห์ที่มารายได้และการสร้างรายได้ การวิเคราะห์และประเมินแหล่งเงินทุนและการวิเคราะห์กระแสเงินสด

205508 Entrepreneurial Finance 3(3-0-6)

Prerequisite : None

Principles of entrepreneurship, financing for entrepreneurial processes from start-up to harvesting, cost structure and financing need analysis, revenue model analysis, financing from money and capital markets, analysis and evaluation of financing sources, and cash flow analysis,

205509 ห่วงโซ่อุปทานสำหรับธุรกิจใหม่ 2(2-0-4)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโลจิสติกส์และห่วงโซ่อุปทานสำหรับธุรกิจใหม่ การจัดการอุปสงค์ การวางแผนทรัพยากร การไหลของปัจจัยการผลิต การจัดซื้อจัดหาและสินค้าคงคลัง ระบบการขนส่ง คลังสินค้า ระบบการกระจายสินค้า โลจิสติกส์สำหรับสินค้ารับคืน ต้นทุนโลจิสติกส์ และการจ้างผลิต

205509 Supply Chain for New Venture**2(2-0-4)**

Prerequisite : None

Introduction to logistics and supply chain for new venture, demand management, resource planning, material flow, procurement and inventory, transportation systems, warehouses, distribution systems, reverse logistics, logistics cost, and outsourcing.

205510 การร่วมทุนและการระดมทุน**2(2-0-4)**

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

หลักการและวิธีการของการระดมทุนและมูลค่าของธุรกิจ การตัดสินใจเกี่ยวกับความเสี่ยงและผลประโยชน์จากการลงทุน การร่วมทุนและการระดมทุน นักลงทุนเพื่อผลกระทบทางสังคม การประเมินโครงสร้างของดีลและ กลยุทธ์การต่อรอง การสร้างมูลค่าและการออกจากธุรกิจ

205510 Venture Capital and Private Equity Investing**2(2-0-4)**

Prerequisite : None

Principles and methods of fund raising and business value, business decision making regarding risk and return of investment, venture capital and private equity investing, social impact investors, deal structure evaluation and negotiation, value creation and exit strategies.

205511 กฎหมายสำหรับผู้ประกอบการ**2(2-0-4)**

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับกฎหมายธุรกิจ บุคคลและทรัพย์สิน นิติกรรมและสัญญา ห้างและละเมิด ซื้อขาย เช่าทรัพย์สิน/เช่าซื้อ ค้ำประกัน จำนอง จำนำ ตัวเงินและเช็ค ห้างหุ้นส่วน บริษัท หุ้นและตลาดหลักทรัพย์ กฎหมายแรงงาน กฎหมายภาษี ธุรกิจกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์และข้อสัญญาที่ไม่เป็นธรรม

205511 Legal Aspects of Entrepreneurship 2(2-0-4)

Prerequisite : None

Introduction to laws, person and property, juristic acts, contract, obligation, wrongful acts, sale, hire of property, hire purchase, surety ship, pledge, mortgage, bills and cheques, partnership, limited company, shares, stock exchange, employment laws, tax laws, electronic commerce and unfair contract terms.

205512 การจัดการธุรกิจที่เจริญเติบโต 3(3-0-6)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

นิยามและหลักการของการเติบโตของธุรกิจ โอกาสและความท้าทายในการจัดการธุรกิจที่กำลังเติบโต รูปแบบและกลยุทธ์การเติบโตของธุรกิจ การบริหารกระแสเงินสด การออกแบบองค์กร และการบริหารทรัพยากรมนุษย์สำหรับธุรกิจที่เติบโต

205512 Managing a Growing Venture 3(3-0-6)

Prerequisite : None

Principle and definition of business growth, opportunities and challenges in managing a growing business, growth models and strategies, cash flow management, organization design for growth, and human resource management issues in a growing business,

205513 ปฏิบัติการการประกอบการ 1 1(0-4-0)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

ฝึกปฏิบัติการวิเคราะห์โอกาสทางธุรกิจ วิเคราะห์แนวโน้มทางตลาดและธุรกิจ เลือกลงเทคโนโลยี ประเมินโอกาสพัฒนาแนวคิดธุรกิจและวิสัยทัศน์ กำหนดลูกค้า ระบุปัญหาของลูกค้า และยืนยันลูกค้าเป้าหมาย และวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของธุรกิจ

205513 Entrepreneurship Practicum I 1(0-4-0)

Prerequisite : None

Practice in Identifying potential opportunities, trend and market analysis, selecting technology, opportunity assessment, develop a business concept and vision, customers and customer validation, and feasibility analysis.

205514 ปฏิบัติการการประกอบการ 2 1(0-4-0)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

ฝึกปฏิบัติออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ต้นแบบ ออกแบบรูปแบบธุรกิจและกลยุทธ์การเข้าสู่ตลาด

205514 Entrepreneurship Practicum II 1(0-4-0)

Prerequisite : None

Practice in new product design and development, business model development, and marketing strategies

205515 ปฏิบัติการการประกอบการ 3 1(0-4-0)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

ฝึกปฏิบัติการทดสอบยืนยันรูปแบบธุรกิจ วางแผนธุรกิจ และการระดมทุน

205515 Entrepreneurship Practicum III 1(0-4-0)

Prerequisite : None

Practice in business model validation, business planning, and financing plan for new venture.

ค หมวดวิชาสหกิจศึกษา และโครงการวิจัย ไม่น้อยกว่า 9 หน่วยกิต

103391 เตรียมสหกิจศึกษา 1(1-0-2)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

หลักการและแนวคิดเกี่ยวกับสหกิจศึกษา กระบวนการและขั้นตอนของสหกิจศึกษา ระเบียบข้อบังคับที่เกี่ยวข้องกับสหกิจศึกษา ความรู้พื้นฐาน และเทคนิคในการสมัครงานอาชีพ เช่น การเลือกสถานประกอบการ วิธีการเขียนจดหมายสมัครงานและการสัมภาษณ์งานอาชีพ ความรู้พื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการไปปฏิบัติงานในสถานประกอบการ ระบบบริหารงาน คุณภาพในสถานประกอบการ เทคนิคการนำเสนอโครงการหรือผลงานและการเขียนรายงานวิชาการ การพัฒนาบุคลิกภาพเพื่อสังคมการทำงาน การเตรียมความพร้อมสู่ความสำเร็จ

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง :

นักศึกษาที่ผ่านรายวิชานี้มีความสามารถต่อไปนี้

1. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับ หลักการ แนวคิด กระบวนการและขั้นตอนของสหกิจศึกษา ตลอดจนระเบียบข้อบังคับที่เกี่ยวข้อง
2. มีความรู้และทักษะพื้นฐานในการทำงานในสถานประกอบการ
3. มีความรู้และทักษะพื้นฐานในการนำเสนองาน และการเขียนรายงานวิชาการ
4. มีทักษะเบื้องต้นในการพัฒนาบุคลิกภาพเพื่อการปรับตัวสู่สังคมการทำงาน

103391 Pre-cooperative Education**1(1-0-2)**

Prerequisite : None

Principles and concepts relating to Cooperative Education; processes and steps of undertaking Cooperative Education; protocols relating to Cooperative Education; basic knowledge and techniques on job application such as workplace selection, writing job application letter, job interviews and communication skills; basic knowledge necessary for undertaking Cooperative Education at the workplace; work systems and quality management at the workplace; presentation and report writing techniques; personality development; preparing for success.

Expected Learning Outcomes :

On completion of this course, students are able to:

1. have a deep understanding of the concepts, principles, processes and procedures as well as relevant regulations of Cooperative Education.
2. have knowledge and basic skills to work in the enterprises.
3. have knowledge and skills in presentation and academic report writing.
4. have the basic skills in personality development to adapt themselves to work environment.

103393 สหกิจศึกษา 1**8 หน่วยกิต**

วิชาบังคับก่อน : นักศึกษาตามแผนการศึกษาชั้นปีที่ 3 และ 103391 เตรียมสหกิจศึกษา

นักศึกษาต้องไปปฏิบัติงานเชิงวิชาการหรือวิชาชีพ เต็มเวลาเสมือนหนึ่งเป็นพนักงานชั่วคราว ณ สถานประกอบการ เป็นระยะเวลาอย่างน้อย 16 สัปดาห์ เพื่อเปิดโอกาสให้นักศึกษาได้ปฏิบัติงานและประยุกต์ใช้ความรู้ที่เรียนในสาขาวิชาในการแก้ปัญหาในสถานประกอบการจริง อันจะนำไปสู่การเพิ่มความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิชาการมากยิ่งขึ้น และได้เพิ่มทักษะและประสบการณ์ทางด้านอาชีพ และการพัฒนาตนเอง เมื่อเสร็จสิ้นการปฏิบัติงานแล้ว นักศึกษาจะต้องส่งรายงานวิชาการ และนำเสนอผลการไปปฏิบัติงานต่อคณาจารย์ในสาขาวิชา เพื่อทำการประเมินผลให้ผ่านหรือไม่ผ่าน โดยวัดจากผลการประเมินการปฏิบัติงานและรายงานวิชาการโดยคณาจารย์นิเทศและพนักงานที่ปรึกษา และจากการเข้าร่วมกิจกรรมการสัมมนาและสัมมนาสหกิจศึกษาหลังกลับจากสถานประกอบการ

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง :

นักศึกษาได้ปฏิบัติงานและประยุกต์ใช้ความรู้ที่เรียนในสาขาวิชาของตนเองในการแก้ปัญหาในสถานประกอบการจริง อันจะนำไปสู่การเพิ่มความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิชาการมากยิ่งขึ้น และได้เพิ่มทักษะและประสบการณ์ทางด้านอาชีพ และการพัฒนาตนเองแก่นักศึกษาเพื่อการเป็นบัณฑิตที่สมบูรณ์สอดคล้องตามความต้องการของตลาดแรงงาน เช่น ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล ทักษะการทำงานเป็นทีม และทักษะการจัดการและการวางแผน เป็นต้น

103393 Cooperative Education I**8 credits**

Prerequisite : Third year standing according to the study plan, and 103391 Pre-cooperative Education

Students have to perform full-time academic or professional work as a temporary staff member at a workplace for 1 entire Cooperative Education trimester (at least 16 weeks) to provide the opportunity for students to work and apply knowledge they learn in their own disciplines to solve problems in real enterprises. Once they completed the work, students have to submit an operational report and present their performance results to the school faculties for the assessment according to the school's specification. The school faculties and job supervisor(s) will determine the results as either pass or fail based on the students' performance on the assigned work and the operational reports as well as their performance at the interview and seminar activities after completing work at the workplace.

Expected Learning Outcomes :

Students will practice and apply the knowledge they learn in their own disciplines to solve problems in real enterprises. This will lead to increase knowledge and understanding of academic content even more, enhance the skills and professional experience and develop students' skills such as interpersonal relationships., teamwork skills, planning, management skills, and so on.

103492 โครงการวิจัย**8(0-24-0)**

วิชาบังคับก่อน : นักศึกษาตามแผนการศึกษาชั้นปีที่ 4

รายวิชาโครงการวิจัยนี้จะแนะนำวิธีวิทยาการวิจัยทางด้านคณิตศาสตร์ให้กับนักศึกษา โดยนักศึกษาจะศึกษาค้นคว้าหัวข้อเกี่ยวกับงานวิจัยในระดับแนวหน้าของคณิตศาสตร์ ด้วยการดำเนินการสืบค้นวรรณกรรม การทำวรรณกรรมปริทัศน์ การศึกษารายบุคคล การอภิปราย การนำเสนอปากเปล่า และการเขียนรายงานการวิจัย

103492 Research Project**8(0-24-0)**

Prerequisite : Fourth year standing according to the study plan

This project is intended to introduce the student to the methodology of mathematical research. Through literature search, literature review, individual study, discussion, oral presentation and the writing of a research report, the student will explore a topic on the frontier of mathematical research.

103493 สหกิจศึกษา 2**8 หน่วยกิต**

วิชาบังคับก่อน : 103393 สหกิจศึกษา 1

นักศึกษาประยุกต์ความรู้ทางด้านคณิตศาสตร์ เพื่อไปปฏิบัติงานเชิงวิชาการหรือวิชาชีพแบบเต็มเวลาเสมือนหนึ่งเป็นพนักงานชั่วคราว ณ สถานประกอบการ ครบ 1 ภาคการศึกษาสหกิจศึกษาตามที่สาขาวิชากำหนด เมื่อเสร็จสิ้นการปฏิบัติงานแล้ว นักศึกษาต้องทำรายงานการปฏิบัติงานและนำเสนอผลการปฏิบัติงานต่อคณาจารย์ในสาขาวิชา

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง :

นักศึกษาได้ปฏิบัติงานและประยุกต์ใช้ความรู้ที่เรียนในสาขาวิชาของตนเองในการแก้ปัญหาในสถานประกอบการจริง อันจะนำไปสู่การเพิ่มความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิชาการมากยิ่งขึ้น และได้เพิ่มทักษะและประสบการณ์ทางด้านอาชีพ และการพัฒนาตนเองแก่นักศึกษาเพื่อการเป็นบัณฑิตที่สมบูรณ์สอดคล้องตาม

ความต้องการของตลาดแรงงาน เช่น ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล ทักษะการทำงานเป็นทีม และทักษะการจัดการและการวางแผน เป็นต้น

103493 Cooperative Education II

8 credits

Prerequisite : 103393 Cooperative Education I

The student applies his/her mathematical knowledge by engaging in full-time academic or professional work as a temporary staff member at a workplace for one entire cooperative education trimester according to the School's specification. After completion of the work trimester, the student will submit an operational report and present his/her performance results to the School.

Expected Learning Outcomes :

Students will practice and apply the knowledge they learn in their own disciplines to solve problems in real enterprises. This will lead to increase knowledge and understanding of academic content even more, enhance the skills and professional experience and develop students' skills such as interpersonal relationships., teamwork skills, planning, management skills, and so on.

ง หมวดวิชาเลือกเสรี (แนะนำให้นักศึกษาลงทะเบียน)

ไม่น้อยกว่า 8 หน่วยกิต

101303 การสื่อสารวิทยาศาสตร์ในยุคดิจิทัล

3(3-0-6)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

หลักการสื่อสารในยุคดิจิทัล ความหมาย ความสำคัญ องค์ประกอบ กระบวนการสื่อสาร ลักษณะของการสื่อสาร ทั้งระดับบุคคล ระดับกลุ่ม การสื่อสารในองค์กร การสื่อสารมวลชน และการสื่อสารวิทยาศาสตร์ในยุคดิจิทัลดิจิทัล ผลกระทบของการสื่อสารวิทยาศาสตร์ที่มีต่อสังคม วัฒนธรรม เศรษฐกิจ และการเมือง

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

นักศึกษาต้องมีความสามารถดังต่อไปนี้

1. เข้าใจหลักการสื่อสารประเภทต่าง ๆ ในยุคดิจิทัล
2. วิเคราะห์ผลกระทบของการสื่อสารที่มีต่อสังคม วัฒนธรรม เศรษฐกิจ และการเมือง

3. ประยุกต์ใช้ความรู้ด้านการสื่อสารในยุคดิจิทัลเพื่อการสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพในชีวิตประจำวัน

101303 Science Communication in the Digital Age

3(3-0-6)

Pre-requisite : None

Principles of communication in the digital age; meaning, significance, components and process of communication in the digital age; communication in the digital age attribute including interpersonal communication, group communication, organizational communication and digital science communication, Impact of science communication to social, culture, economic and politic

202292 ผู้ประกอบการธุรกิจเทคโนโลยี

2(2-0-4)

วิชาบังคับก่อน: ไม่มี

การศึกษาเกี่ยวกับความเป็นผู้ประกอบการและธุรกิจเทคโนโลยี การวิเคราะห์และศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการในด้านต่าง ๆ รวมถึงการจัดทำแผนธุรกิจอย่างง่าย ได้แก่ การสร้างความคิด (Idea Grooming) ทางธุรกิจและสร้างมูลค่าเพิ่มของแนวคิด/ผลิตภัณฑ์ ด้านการวิจัย/พัฒนาและนำผลิตภัณฑ์ไปสู่เชิงพาณิชย์ ด้านการตลาด ด้านการจัดโครงสร้างองค์กร ด้านการผลิต ด้านการเงินและภาษีอากร เพื่อให้สามารถเริ่มต้นธุรกิจและสามารถพัฒนาเป็นผู้ประกอบการธุรกิจเทคโนโลยีที่เติบโตอย่างยั่งยืน

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง:

นักศึกษาสามารถอธิบาย กระบวนการคิดและวิเคราะห์โอกาสทางธุรกิจและแรงจูงใจของผู้ประกอบการธุรกิจเทคโนโลยีได้

202292 Technopreneur

2(2-0-4)

Prerequisite: None

The study of entrepreneurship and technology business, analysis and feasibility studies of projects including simple business plan development e.g., business idea grooming for concept/ product value creation, research and development of product for commercialization, marketing analysis, organization analysis and management, production analysis, financial and tax analysis, business start-up and the development of technopreneur for sustainable growth

Expected Learning Outcomes:

After completing the course, students are able to describe technology entrepreneurs' process of identifying and analyzing business opportunity, and their motivation to pursue the ideas

235377 การจัดการทรัพย์สินทางปัญญา**3(3-0-6)**

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

แนวคิดและหลักการการจัดการทรัพย์สินทางปัญญา ทรัพย์สินทางปัญญาจากการวิจัย และพัฒนาของธุรกิจ แนวทางการประเมินและการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ การเสริมสร้างนวัตกรรมในธุรกิจ หลักการจัดการความรู้ขององค์กร หลักจริยศาสตร์ของการคิดสร้างสรรค์ กฎหมายและแนวทางการปกป้องทรัพย์สินทางปัญญา การประเมินมูลค่าและสร้างผลตอบแทนจากทรัพย์สินทางปัญญา

235377 Intellectual Properties Management**3(3-0-6)**

Prerequisite : None

Concepts and principles of intellectual property management, intellectual property from research and development of business, creativity development and assessment, innovation development in business, principle of organizational knowledge management, ethics of creativity, intellectual property laws and methods of intellectual property protection, intellectual property valuation and method in creating return on intellectual properties.