

รายละเอียดของหลักสูตร
หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์
(หลักสูตรนานาชาติ/หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2563)

ชื่อสถาบันอุดมศึกษา มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
วิทยาเขต/คณะ/ภาควิชา ศูนย์รังสิต คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาวิชาคณิตศาสตร์และสถิติ

ข้อมูลทั่วไป

1. รหัสและชื่อหลักสูตร

รหัสหลักสูตร : 25470051102786

ชื่อหลักสูตรภาษาไทย : หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ (หลักสูตรนานาชาติ)

ชื่อหลักสูตรภาษาอังกฤษ : Doctor of Philosophy Program in Mathematics
(International Program)

2. ชื่อปริญญาและสาขาวิชา

ภาษาไทย ชื่อเต็ม ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (คณิตศาสตร์)

ชื่อย่อ ปร.ด. (คณิตศาสตร์)

ภาษาอังกฤษ ชื่อเต็ม Doctor of Philosophy (Mathematics)

ชื่อย่อ Ph.D. (Mathematics)

3. วิชาเอก

ไม่มี

4. จำนวนหน่วยกิตที่เรียนตลอดหลักสูตร

จำนวนหน่วยกิตตลอดหลักสูตร ไม่น้อยกว่า 51 หน่วยกิต

5. รูปแบบของหลักสูตร

5.1 รูปแบบ

หลักสูตรระดับปริญญาเอก แบบ 2.1 ศึกษา 3 ปี

5.2 ภาษาที่ใช้

หลักสูตรจัดการศึกษาเป็นภาษาอังกฤษ

5.3 การรับเข้าศึกษา

รับทั้งนักศึกษาไทยและนักศึกษาต่างชาติ

5.4 ความร่วมมือกับสถาบันอื่น

เป็นหลักสูตรของสถาบันโดยเฉพาะ

5.5 การให้ปริญญาแก่ผู้สำเร็จการศึกษา

ให้ปริญญาเพียงสาขาวิชาเดียว

6. สถานภาพของหลักสูตรและการพิจารณาอนุมัติ/เห็นชอบหลักสูตร

หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2563 ปรับปรุงจากหลักสูตร ปรัชญาดุสิตบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ (หลักสูตรนานาชาติ) พ.ศ. 2558

กำหนดเปิดสอนในภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2563 (เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2563)

ได้พิจารณากลับกรองโดยคณะกรรมการนโยบายวิชาการ

ในการประชุมครั้งที่ 1/2563 เมื่อวันที่ 22 เดือนมกราคม พ.ศ. 2563

ได้รับอนุมัติ/เห็นชอบหลักสูตรจากสภามหาวิทยาลัย

ในการประชุมครั้งที่ 2/2563 เมื่อวันที่ 24 เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2563

7. ความพร้อมในการเผยแพร่หลักสูตรที่มีคุณภาพและมาตรฐาน

หลักสูตรมีความพร้อมเผยแพร่คุณภาพและมาตรฐานตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษา แห่งชาติ พ.ศ. 2552 ในปีการศึกษา 2565

8. อาชีพที่สามารถประกอบได้หลังสำเร็จการศึกษา

8.1 อาจารย์ทุกระดับชั้น

8.2 นักวิจัยในสถาบันการศึกษาและสถาบันวิจัย

8.3 นักวิจัยหรือนักวิชาการในสถานประกอบการ

8.4 ที่ปรึกษางานวิชาการในสถาบันการศึกษาและสถานประกอบการ

9. เลขประจำตัวประชาชน ตำแหน่งทางวิชาการ ชื่อ นามสกุล และคุณวุฒิการศึกษาของอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร

ลำดับ	เลขประจำตัวประชาชน	ตำแหน่งทางวิชาการ	ชื่อ - สกุล	คุณวุฒิการศึกษา/สถาบัน/ปีการศึกษาที่จบ
1	110120004xxxx	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.	วุฒิพล สินธุนาวรัตน์	- ปร.ด. (คณิตศาสตร์ประยุกต์) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 2555 - วท.ม. (คณิตศาสตร์) มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ 2551 - วท.บ. (คณิตศาสตร์) มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ 2549
2	3101701612xxx	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.	อัจฉรา ปาจีนบูรพรรณ	- Ph.D. (Mathematics) Western Michigan University, USA. 2548 - M.A. (Mathematics) Western Michigan University, USA. 2546 - วท.ม. (คณิตศาสตร์ประยุกต์) มหาวิทยาลัยมหิดล 2542 - วท.บ. (ศึกษาศาสตร์) มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ 2536
3	3100902939xxx	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.	สายฝน จาตุรันตบุตร	- Ph.D. (Computational & Applied Math) Rice University, USA. 2554 - M.A. (Computational & Applied Math) Rice University, USA. 2552 - M.Eng. (Operation Research and Industrial Engineering) Cornell University, USA. 2549 - B.A. (Mathematics) Cornell University, USA. 2548

10. สถานที่จัดการเรียนการสอน

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต

11. สถานการณ์ภายนอกหรือการพัฒนาที่จำเป็นต้องนำมาพิจารณาในการวางแผนหลักสูตร

11.1 สถานการณ์หรือการพัฒนาทางเศรษฐกิจ

สถานการณ์สภาพเศรษฐกิจและสังคมโลกในปัจจุบันได้มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมาก ประเทศในภูมิภาคเดียวกันได้รวมตัวกันเป็นกลุ่มประเทศ เช่น กลุ่มอียู สมาคมเศรษฐกิจอาเซียน ทั้งนี้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของสภาพคล่องในการแข่งขันกับภูมิภาคบนโลก อีกทั้งศตวรรษที่ 21 นี้เป็นยุคของบูรพาภิวัตน์ นั่นคือ ประเทศต่าง ๆ ได้หันกลับมาค้าขายกับทวีปเอเชีย ความร่วมมือต่าง ๆ ในระดับภูมิภาคหรือระดับนานาชาติจึงถูกยกระดับการดำเนินการต่าง ๆ ที่เป็นมาตรฐานสากล

สถานการณ์การพัฒนาทางเศรษฐกิจของประเทศไทยนั้นขึ้นอยู่กับ การเปลี่ยนแปลงที่มีทั้งปัจจัยภายนอกที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงทางสังคม สภาวะแวดล้อม วิฤติพลังงาน การกีดกันทางการค้าในรูปแบบของมาตรฐานสิ่งแวดล้อมระหว่างประเทศ และปัจจัยภายในที่เกี่ยวกับโครงสร้างพื้นฐานที่ไม่เพียงพอ ข้อจำกัดทางด้านศักยภาพทางเทคโนโลยี และข้อจำกัดด้านกฎหมาย อีกทั้งฝ่ายวางแผนพัฒนาสังคมและเศรษฐกิจแห่งชาติ มีนโยบายในการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศด้วยการกำหนดยุทธศาสตร์แห่งชาติ ในส่วนที่เกี่ยวกับการพัฒนาทางเศรษฐกิจ ได้แก่ การสร้างฐานเศรษฐกิจให้เข้มแข็งสมดุลและสร้างสรรค์ การสร้างมูลค่าเพิ่มที่สูงขึ้น การสร้างสภาวะแวดล้อมที่เอื้ออำนวยต่อการผลิตการค้า การสร้างความมั่นคงของพลังงานและอาหาร และเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ เพื่อให้สอดคล้องกับสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงของโลกและการพัฒนาเศรษฐกิจของชาติ ดังนั้นระบบการศึกษาในยุคใหม่จึงเน้นไปที่สหวิทยาการเป็นสำคัญ ทั้งนี้การผลิตบุคลากรจึงเป็นไปทางด้านพัฒนาทรัพยากรบุคคลในประเทศให้มีความรู้ ความสามารถ และศักยภาพในการพัฒนาและก้าวทันการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีที่รวดเร็ว มีความคิดสร้างสรรค์ และสามารถเป็นส่วนหนึ่งที่จะเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศได้

สาขาวิชาคณิตศาสตร์และสถิติ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีตระหนักถึงความสำคัญดังกล่าว จึงพิจารณาเปิดหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งเน้นการพัฒนานักคณิตศาสตร์ที่มีความรู้ความสามารถและความเข้าใจอย่างลึกซึ้งทางด้านคณิตศาสตร์ รวมทั้งมีความสามารถในการศึกษาค้นคว้า วิเคราะห์ วิจัย เพื่อให้เกิดองค์ความรู้ใหม่ทางคณิตศาสตร์ในระดับสูงขึ้นไป นอกจากนี้หลักสูตรยังมุ่งเน้นส่งเสริมให้มีความใฝ่รู้และหมั่นศึกษาเรียนรู้เทคโนโลยีใหม่ ๆ ด้วยตนเอง มีความยึดมั่นในจริยธรรมอันดีงาม มีจรรยาบรรณ มีความซื่อสัตย์สุจริต และมีความรับผิดชอบ ทั้งนี้เพื่อให้ได้ดุษฎีบัณฑิตที่มีความพร้อมในด้านวิชาการและจิตสำนึกที่ดีต่อตนเองและสังคมโดยรวม ในการประกอบวิชาชีพ เนื่องจากคณิตศาสตร์ประกอบด้วยกลุ่มวิชาที่หลากหลาย ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญในการเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและการแก้ปัญหาอย่างถูกต้องตามหลักการทางคณิตศาสตร์ อันนำไปสู่การใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวางในศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง อีกทั้งนำไปสู่การส่งเสริมพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศได้อย่างยั่งยืน

11.2 สถานการณ์หรือการพัฒนาทางสังคมและวัฒนธรรม

ปัจจุบันประเทศไทยได้รับอิทธิพลทางวัฒนธรรมและมีการยอมรับวัฒนธรรมของต่างชาติมากขึ้น อีกทั้งสถานการณ์ทางสังคมมีความขัดแย้งทั้งในระดับองค์กรและสังคมทั่วไป ซึ่งปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นนั้น ล้วนเกิดจากการแย่งชิงทรัพยากร นอกจากนี้ความขัดแย้งยังมีความเกี่ยวข้องกับนโยบายสาธารณะ ซึ่งเกิดจากความพยายามที่จะพัฒนารัฐให้มีความเจริญและทันสมัย แต่สิ่งที่ได้มา คือ ผลกระทบสะท้อนกลับมายังสังคม สิ่งแวดล้อม ประชากร

จากสถานการณ์หรือการพัฒนาทางสังคมและวัฒนธรรมตามที่กล่าวมา มีผลทำให้ฝ่ายวางแผนพัฒนาสังคมและเศรษฐกิจแห่งชาติ ได้กำหนดยุทธศาสตร์แห่งชาติ ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาทางสังคมและวัฒนธรรม ได้แก่ การพัฒนาคนทั้งความรู้ คุณธรรม ความมีพลังสามัคคี เอื้ออาทร และจิตสาธารณะ การพัฒนาการผลิตและการบริโภคให้เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

เพื่อให้สอดคล้องกับสถานการณ์หรือการพัฒนาทางสังคมและวัฒนธรรม ในด้านการเรียนการสอนควรมีการปรับหลักสูตรที่เน้นการส่งเสริมและพัฒนาทรัพยากรบุคคล ให้มีคุณลักษณะที่มีทั้งความรู้ คุณธรรม มีพลังสามัคคี มีความเอื้ออาทร มีจิตสาธารณะ และรู้จักใช้การดำรงชีวิตที่สอดคล้องกับธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

ดังนั้น การพัฒนาหลักสูตรวิชาชีพบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ จึงไม่เพียงแต่เน้นเนื้อหาความรู้วิชาการทางคณิตศาสตร์ แต่ยังสามารถสอดแทรกคุณธรรมและจริยธรรม อีกทั้งมีการศึกษาเกี่ยวกับปัญหาต่างๆในประเทศซึ่งก่อให้เกิดผลงานวิจัยที่สร้างคุณประโยชน์ให้แก่บุคคล และสังคมส่วนรวมของประเทศ

12. ผลกระทบจาก ข้อ 11.1-11.2 ต่อการพัฒนาหลักสูตรและความเกี่ยวข้องกับพันธกิจของสถาบัน

12.1 การพัฒนาหลักสูตร

ผลกระทบจากการพัฒนาทางเศรษฐกิจ สังคม และวัฒนธรรม ทำให้จำเป็นต้องพัฒนาหลักสูตรปริญญาตรีบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ ให้มีศักยภาพและสามารถปรับเปลี่ยนได้ตามกระแสโลกาภิวัตน์ และวิวัฒนาการของคณิตศาสตร์ ซึ่งจะทำให้สามารถผลิตบุคลากรที่มีความเข้มแข็งทางวิชาการ มีความรู้ความสามารถในการศึกษาค้นคว้า วิเคราะห์ วิจัย เพื่อให้เกิดองค์ความรู้ใหม่ทางคณิตศาสตร์ ในระดับสูงขึ้นไป และจะก่อให้เกิดการนำไปใช้ประโยชน์ ในการส่งเสริมพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศได้ อีกทั้งยังมีคุณลักษณะที่ช่วยส่งเสริมในการพัฒนาทางด้านสังคมได้เนื่องจากการศึกษาทางด้านคณิตศาสตร์นั้นมีความสำคัญและเป็นประโยชน์ แบ่งได้ทั้งทางตรงและทางอ้อม ในทางตรง คือ ส่วนที่เป็นความรู้ ความเข้าใจในเชิงทฤษฎีนั้น จะเป็นรากฐานในการศึกษาและพัฒนาของสาขาวิชาอื่น ๆ โดยเฉพาะทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และส่วนที่เป็นความรู้ ความเข้าใจในเชิงประยุกต์ของคณิตศาสตร์และศาสตร์อื่น ๆ จะสามารถเกื้อหนุน ส่งเสริม และก่อให้เกิด การพัฒนาสิ่งประดิษฐ์ สร้างสรรค์ นวัตกรรมใหม่ๆ การวางแผนเพื่อการลดต้นทุน และสร้างมูลค่าเพิ่ม ถือว่ามีส่วนส่งเสริมในการแก้ไขปัญหาและการพัฒนาทางเศรษฐกิจของประเทศที่สำคัญทางหนึ่ง ส่วนที่เป็นประโยชน์ทางอ้อม คือ การฝึกให้เป็นคนที่มีความคิดเป็น

ระบบ และสร้างสรรค์ มีทักษะ กระบวนการในการแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผล มีความสามารถในการสื่อสาร ค้นคว้า รวบรวมความรู้ใหม่ โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ และภาษา ให้มีคุณลักษณะที่มีทั้งความรู้คู่คุณธรรม เป็นคนมีความคิดสร้างสรรค์ มีความเอื้ออาทร มีจิตสาธารณะ และมีวิถีในการดำรงชีวิตที่สอดคล้องกับธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมได้

12.2 ความเกี่ยวข้องกับพันธกิจของสถาบัน

ด้วยมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์มีวิสัยทัศน์ ที่จะเป็นสถาบันชั้นนำของเอเชียที่ได้มาตรฐานสากล ในการผลิตบัณฑิต การสร้างองค์ความรู้และแก้ปัญหาของประเทศ โดยยึดมั่นคุณธรรมและประโยชน์ของประชาชน และมีพันธกิจที่จะให้มหาวิทยาลัยเป็นสถานศึกษาและวิจัย มีวัตถุประสงค์ เพื่อให้การศึกษา ส่งเสริมวิชาการและวิชาชีพชั้นสูง ทำการสอนและการวิจัย ให้การบริการทางวิชาการแก่สังคม ส่งเสริม และพัฒนาประชาธิปไตย ศิลปธรรม ศิลปวัฒนธรรม ภูมิปัญญาไทย วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม การพัฒนาหลักสูตรดุขฎีบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ เป็นการจัดการศึกษาที่สอดคล้องกับวิสัยทัศน์ และพันธกิจของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ทุกประการ ซึ่งจะสามารถสร้างบุคลากรที่มีคุณลักษณะตรงตามความต้องการในแผนกลยุทธ์ ในการพัฒนาสังคมและเศรษฐกิจแห่งชาติได้

13. ความสัมพันธ์ (ถ้ามี) กับหลักสูตรอื่นที่เปิดสอนในวิทยาลัย/คณะ/ภาควิชาอื่น (เช่น รายวิชาที่เปิดสอนเพื่อให้บริการวิทยาลัย/คณะ/ภาควิชาอื่น หรือต้องเรียนจากวิทยาลัย/คณะ/ภาควิชาอื่น)

13.1 รายวิชาในหลักสูตรที่เปิดสอนโดยวิทยาลัย/คณะ/ภาควิชา/หลักสูตรอื่น

ไม่มี

13.2 รายวิชาในหลักสูตรที่เปิดสอนให้วิทยาลัย/คณะ/ภาควิชา/หลักสูตรอื่นต้องมาเรียน

ไม่มี

13.3 การบริหารจัดการ

ไม่มี

ข้อมูลเฉพาะของหลักสูตร

1. ปรัชญา ความสำคัญ และวัตถุประสงค์ของหลักสูตร

1.1 ปรัชญา

มุ่งเน้นผลิตคณาจารย์บัณฑิตที่มีความรู้ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ขั้นสูงทั้งเชิงทฤษฎีและการประยุกต์อย่างบูรณาการ เพื่อผลิตผลงานทางวิชาการที่เป็นที่ยอมรับในระดับสากลและเพิ่มศักยภาพการแข่งขันของประเทศไทยให้ทัดเทียมนานาชาติ

1.2 ความสำคัญ

ในปัจจุบันสังคม เศรษฐกิจและการศึกษาของประเทศได้มีการปรับเปลี่ยนอยู่ตลอดเวลา อันเป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วทั้งด้านเศรษฐกิจ การเมือง สังคม เทคโนโลยีและวัฒนธรรมจากกระแสโลกาภิวัตน์ต่าง ๆ การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวได้ส่งผลให้เกิดการพัฒนาขีดความสามารถในด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีก่อให้เกิดความต้องการกำลังคนที่มีความรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์ทั้งในเชิงทฤษฎีและการประยุกต์เพิ่มมากขึ้น ทางสาขาวิชาคณิตศาสตร์และสถิติ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จึงได้ตระหนักถึงความต้องการและความจำเป็นดังกล่าวจึงได้เปิดการเรียนการสอนหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ขึ้นเพื่อตอบสนองต่อความต้องการดังกล่าว อีกทั้งเป็นการเพิ่มโอกาสการพัฒนาความรู้ความสามารถทางด้านคณิตศาสตร์ในระดับคณาจารย์ให้อยู่ในระดับมาตรฐานสากล

1.3 วัตถุประสงค์ของหลักสูตร

เพื่อให้คณาจารย์บัณฑิตที่สำเร็จการศึกษาในหลักสูตรมีลักษณะดังนี้

- 1) มีความรู้ความสามารถในเชิงทฤษฎีและมีทักษะของการประยุกต์คณิตศาสตร์ในงานวิจัยระดับสูง
- 2) มีความรู้ความสามารถในการผลิตผลงานวิจัยที่มีคุณภาพระดับสากล ซึ่งสามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อวงการคณิตศาสตร์
- 3) มีคุณธรรมและจริยธรรมทางการทำวิจัยและเผยแพร่ผลงานวิจัย

2. แผนพัฒนาปรับปรุง คาดว่าจะดำเนินการแล้วเสร็จครบถ้วน ภายใน 5 ปี

แผนการพัฒนา/เปลี่ยนแปลง	กลยุทธ์	หลักฐาน/ตัวบ่งชี้
1. การพัฒนาการเรียนการสอน	<ol style="list-style-type: none"> 1. ส่งเสริมให้อาจารย์เข้าประชุม อบรม หรือสัมมนาเกี่ยวกับหลักสูตรและการสอน การวัดและประเมินผลตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิ 2. ส่งเสริมให้มีการจัดการเรียนการสอนที่นักศึกษาได้วิเคราะห์และวิพากษ์บทความวิจัยทางคณิตศาสตร์ 	<ol style="list-style-type: none"> 1. จำนวนอาจารย์ที่เข้าร่วมประชุม อบรมหรือสัมมนาเกี่ยวกับหลักสูตรและการสอน การวัดการประเมินผลตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิ 2. จำนวนรายวิชาที่มีการจัดการเรียนการสอนที่นักศึกษาได้วิเคราะห์และวิพากษ์บทความวิจัยทางคณิตศาสตร์

แผนการพัฒนา/เปลี่ยนแปลง	กลยุทธ์	หลักฐาน/ตัวบ่งชี้
	3. เน้นให้นักศึกษาให้เตรียมความพร้อมในการเข้าร่วมประชุมวิชาการระดับชาติและระดับนานาชาติ	3. การจัดกิจกรรมเตรียมความพร้อมให้นักศึกษาในการเข้าร่วมประชุมวิชาการระดับชาติและระดับนานาชาติ
2. การพัฒนาอาจารย์	1. สนับสนุนงบประมาณให้อาจารย์เข้าร่วมอบรม/สัมมนา/ศึกษาดูงาน/นำเสนอเผยแพร่ผลงานวิชาการและแลกเปลี่ยนประสบการณ์ทางวิชาการกับนักวิชาการทั้งในและต่างประเทศ 2. สนับสนุนทุนเพื่อส่งเสริมการผลิตผลงานทางวิชาการของอาจารย์	1. จำนวนอาจารย์ที่ได้รับการสนับสนุนงบประมาณในการเข้าร่วมอบรม/สัมมนา/ศึกษาดูงาน/นำเสนอเผยแพร่ผลงานทางวิชาการและแลกเปลี่ยนประสบการณ์ทางวิชาการกับนักวิชาการทั้งในและต่างประเทศ 2. จำนวนผลงานทางวิชาการที่ได้รับการสนับสนุนงบประมาณในการนำเสนอหรือเผยแพร่ผลงาน
3. การพัฒนานักศึกษา	1. ส่งเสริมให้นักศึกษาของหลักสูตรนำเสนอผลงานวิจัยในการประชุมทางวิชาการ ระดับชาติและนานาชาติ 2. ส่งเสริมให้นักศึกษาของหลักสูตรตีพิมพ์ผลงานวิจัยในวารสารวิชาการระดับชาติและนานาชาติ 3. เชิญผู้เชี่ยวชาญมาบรรยายพิเศษให้ความรู้แก่นักศึกษา	1. จำนวนผลงานวิจัยของนักศึกษาที่นำเสนอผลงานวิจัยในการประชุมทางวิชาการระดับชาติและระดับนานาชาติ 2. จำนวนผลงานวิจัยของนักศึกษาที่ตีพิมพ์ในวารสารวิชาการระดับชาติและระดับนานาชาติ 3. จำนวนครั้งการจัดกิจกรรมการบรรยายพิเศษของผู้เชี่ยวชาญ
4. จุดเน้นของหลักสูตร	เน้นการจัดการศึกษาที่มีมาตรฐานสากลเทียบเท่านานาชาติ	จำนวนนักศึกษาที่เข้าร่วมการจัดกิจกรรมทางวิชาการระดับนานาชาติ
5. การพัฒนาของหลักสูตร	1. จัดให้มีการดูงานด้านบริหารและจัดการหลักสูตรของมหาวิทยาลัยอื่นๆ เพื่อเป็นแนวทางพัฒนาหลักสูตร 2. ติดตามความเปลี่ยนแปลงในความต้องการของสถาบันการศึกษาทั้งในภาครัฐและเอกชน	โครงการดูงานด้านบริหารและจัดการหลักสูตรของมหาวิทยาลัยอื่น
6. การบริการวิชาการ	1. จัดให้มีการบรรยายพิเศษโดยผู้เชี่ยวชาญและประชาสัมพันธ์ให้บุคคลภายนอกเข้าร่วมฟังการบรรยาย 2. สนับสนุนให้คณาจารย์ในสาขาวิชาที่มีส่วนร่วมในการบริการวิชาการ	1. จำนวนโครงการบรรยายพิเศษ 2. จำนวนคณาจารย์ที่มีส่วนร่วมในการบริการวิชาการ

ระบบการจัดการศึกษา การดำเนินการ และโครงสร้างของหลักสูตร

1. ระบบการจัดการศึกษา

1.1 ระบบ

ใช้ระบบการศึกษาแบบทวิภาค โดย 1 ปีการศึกษาแบ่งออกเป็น 2 ภาคการศึกษาปกติ 1 ภาคการศึกษาปกติ มีระยะเวลาศึกษาไม่น้อยกว่า 15 สัปดาห์

1.2 การจัดการศึกษาภาคฤดูร้อน ไม่มี

1.3 การเทียบเคียงหน่วยกิตในระบบทวิภาค ไม่มี

2. การดำเนินการหลักสูตร

2.1 วัน-เวลาในการดำเนินการเรียนการสอน

วัน – เวลาราชการปกติ

ภาคการศึกษาที่ 1 เดือนสิงหาคม- ธันวาคม

ภาคการศึกษาที่ 2 เดือนมกราคม-พฤษภาคม

2.2 คุณสมบัติของผู้เข้าศึกษา

คุณสมบัติของผู้เข้าศึกษาต้องเป็นไปตามข้อบังคับมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ว่าด้วยการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา พ.ศ. 2561 ข้อ 22-24 และมีคุณสมบัติ ดังนี้

- 1) ต้องเป็นผู้สำเร็จการศึกษาชั้นปริญญาโททางคณิตศาสตร์ หรือสาขาที่เทียบเท่าทั้งในหรือต่างประเทศจากสถาบันการศึกษาที่สภามหาวิทยาลัยรับรองวิทยฐานะ
- 2) ต้องมีค่าระดับเฉลี่ยสะสมในระดับปริญญาโทไม่ต่ำกว่า 3.25
- 3) สำหรับผู้ที่ขาดคุณสมบัติข้อ 1 หรือ 2 คณะกรรมการบัณฑิตศึกษา สาขาคณิตศาสตร์ (หลักสูตรนานาชาติ) อาจพิจารณาผู้ที่มีคุณสมบัติโดดเด่นเป็นพิเศษ โดยพิจารณาจากผลงานทางวิชาการหรือคุณสมบัติอื่นที่เหมาะสมต่อการศึกษาให้มีสิทธิสมัครได้
- 4) ต้องมีผลทดสอบภาษาอังกฤษ TOEFL หรือ TU-GET หรือ IELTS (ผลสอบ ต้องไม่เกิน 2 ปี นับถึงวันสมัคร) โดยมีผลทดสอบภาษาอังกฤษ ดังนี้
 - TOEFL (Paper-based) หรือ TOEFL-ITP 550 คะแนนขึ้นไป หรือ TOEFL (Internet-based) ไม่ต่ำกว่า 79 คะแนน หรือ TOEFL (Computer-based) ไม่ต่ำกว่า 213 คะแนน หรือ
 - TU-GET (Paper-based) 550 คะแนนขึ้นไป หรือ TU-GET (Computer-based) ไม่ต่ำกว่า 79 หรือ
 - IELTS 6.5 ขึ้นไป

ในกรณีที่ผู้สมัครมีผลคะแนนภาษาอังกฤษไม่เป็นไปตามเกณฑ์ข้างต้น แต่มีความโดดเด่นในเรื่องคุณสมบัติการศึกษา มีความเชี่ยวชาญและประสบการณ์ทำงานวิจัยในสาขาคณิตศาสตร์ หรือสามารถตอบคำถามในการสอบสัมภาษณ์เชิงวิชาการได้ระดับดีมาก ซึ่งหากคณะกรรมการสอบสัมภาษณ์เห็นว่าผู้สมัครมีคุณสมบัติครบถ้วน สามารถรับเข้าศึกษาได้แบบมีเงื่อนไขโดยถือว่าให้อยู่ในดุลยพินิจของคณะกรรมการสอบคัดเลือก โดยต้องมีคะแนนสอบภาษาอังกฤษไม่ต่ำกว่าเกณฑ์ คือ มีผลทดสอบภาษาอังกฤษ ดังนี้

- TOEFL (Paper-based) หรือ TOEFL-ITP 400 คะแนนขึ้นไป หรือ TOEFL (Internet-based) ไม่ต่ำกว่า 32 คะแนน หรือ TOEFL (Computer-based) ไม่ต่ำกว่า 97 คะแนน หรือ

- TU-GET (Paper-based) 400 คะแนนขึ้นไป หรือ TU-GET (Computer-based) ไม่ต่ำกว่า 32 หรือ

- IELTS 4.5 ขึ้นไป

ในกรณีที่เป็นผู้สมัครต่างชาติที่สำเร็จการศึกษาในหลักสูตรที่สอนเป็นภาษาอังกฤษจากประเทศที่ใช้ภาษาอังกฤษเป็นภาษาทางการ ให้ยกเว้นการส่งผลสอบภาษาอังกฤษ
การคัดเลือกผู้เข้าศึกษา

- 1) ผู้เข้าศึกษาต้องผ่านการสอบสัมภาษณ์เชิงวิชาการ
- 2) เงื่อนไขอื่น ๆ ให้เป็นไปตามประกาศรับสมัครบุคคลเข้าศึกษาในระดับบัณฑิตศึกษาของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ และ/หรือคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2.3 ปัญหาของนักศึกษาแรกเข้า

- 1) นักศึกษามีปัญหาในการปรับตัวในการเรียนระดับบัณฑิตศึกษา
- 2) นักศึกษามีข้อจำกัดในการอ่านตำราภาษาต่างประเทศด้วยตนเอง
- 3) นักศึกษามีปัญหาเกี่ยวกับการใช้ภาษาอังกฤษในการเรียนรู้และสื่อสาร
- 4) นักศึกษามีปัญหาในการวิเคราะห์ปัญหา การสื่อสารทั้งการพูดและการเขียนอธิบายและการให้เหตุผล
- 5) พื้นฐานความรู้ของนักศึกษาที่แตกต่างกัน

2.4 กลยุทธ์ในการดำเนินการเพื่อแก้ไขปัญหา/ข้อจำกัดของนักศึกษาในข้อ 2.3

- 1) จัดการปฐมนิเทศแนะนำวิธีการเรียนและการศึกษาด้วยตนเองในระดับบัณฑิตศึกษา
- 2) มีการชี้แนะเทคนิคการอ่านตำราภาษาต่างประเทศ
- 3) สาขาวิชา จัดกิจกรรมส่งเสริมการใช้ภาษาอังกฤษ
- 4) มีการสอดแทรกการฝึกทักษะในการวิเคราะห์ปัญหา การสื่อสารทั้งการพูดและการเขียนอธิบายและการให้เหตุผลในแต่ละรายวิชา
- 5) สาขาวิชา จัดให้นักศึกษาเรียนวิชาพื้นฐานเพื่อปรับความรู้พื้นฐาน

2.5 แผนการรับนักศึกษาและผู้สำเร็จการศึกษาในระยะ 5 ปี

ในแต่ละปีการศึกษาจะรับนักศึกษาปีละ 5 คน

จำนวนนักศึกษา	จำนวนนักศึกษาแต่ละปีการศึกษา				
	2563	2564	2565	2566	2567
ชั้นปีที่ 1	5	5	5	5	5
ชั้นปีที่ 2	-	5	5	5	5
ชั้นปีที่ 3	-	-	5	5	5
รวม	5	10	15	15	15
คาดว่าจะจบการศึกษา	-	-	5	5	5

2.6 งบประมาณตามแผน

ใช้งบประมาณ ดังนี้

งบดำเนินการ		1,953,000	บาท
หมวดค่าตอบแทน	1,848,000		บาท
หมวดค่าใช้สอย	25,000		บาท
หมวดค่าวัสดุ	60,000		บาท
หมวดสาธารณูปโภค	20,000		บาท
งบลงทุน		40,000	บาท
หมวดครุภัณฑ์	40,000		บาท
รวมทั้งสิ้น		1,993,000	บาท

ค่าใช้จ่ายต่อหัวนักศึกษา 386,600 บาทต่อปี โดยมีการบริหารจัดการเป็นโครงการปกติ โดยใช้
งบประมาณแผ่นดินประจำปี

2.7 ระบบการศึกษา

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

2.8 การเทียบโอนหน่วยกิต รายวิชา และการลงทะเบียนเรียนข้ามมหาวิทยาลัย

เป็นไปตามข้อบังคับมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ว่าด้วยการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา พ.ศ. 2561
ข้อ 42-45 และประกาศมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ เรื่อง การลงทะเบียนเรียนข้ามหลักสูตร และการลงทะเบียน
เรียนข้ามสถาบัน พ.ศ.2560 หรือระเบียบหรือข้อบังคับอื่น ๆ ที่มีผลบังคับใช้

3. หลักสูตรและอาจารย์ผู้สอน

3.1 หลักสูตร

3.1.1 จำนวนหน่วยกิตรวมและระยะเวลาศึกษา

แบบ 2.1 (สำหรับผู้สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท)

- จำนวนหน่วยกิตรวมตลอดหลักสูตร ไม่น้อยกว่า 51 หน่วยกิต
- ระยะเวลาศึกษา เป็นหลักสูตรแบบศึกษาเต็มเวลา นักศึกษาต้องใช้ระยะเวลาการศึกษาตลอดหลักสูตรอย่างน้อย 6 ภาคการศึกษา และอย่างมากไม่เกิน 12 ภาคการศึกษา

3.1.2 โครงสร้างหลักสูตร

แบบ 2.1 (ศึกษารายวิชาและทำวิทยานิพนธ์)

1) หมวดวิชาบังคับ	ศึกษาแบบนับหน่วยกิต	6 หน่วยกิต
	ศึกษาแบบไม่นับหน่วยกิต	3 หน่วยกิต
2) หมวดวิชาเลือก		9 หน่วยกิต
3) วิทยานิพนธ์		36 หน่วยกิต
หน่วยกิตรวมตลอดหลักสูตร		51 หน่วยกิต

หมายเหตุ

- 1) ผู้เข้าศึกษาจะต้องลงทะเบียนเรียนวิชาสัมมนา ในหมวดวิชาบังคับ และมีผลการประเมินเป็น P โดยไม่นับหน่วยกิตรวม
- 2) ผู้เข้าศึกษาที่มีความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ไม่เพียงพอ คณะกรรมการบัณฑิตศึกษา สาขาคณิตศาสตร์ (หลักสูตรนานาชาติ) อาจกำหนดให้มีการเรียนบางรายวิชาเพิ่มเติม โดยไม่นับหน่วยกิตรวม

3.1.3 รายวิชาในหลักสูตร

รหัสวิชา

รายวิชาในหลักสูตรประกอบด้วย อักษรย่อ 2 ตัว และเลขรหัส 3 ตัว โดยมีความหมาย ดังนี้
อักษรย่อ ค. / MA หมายถึง อักษรย่อของสาขาวิชาคณิตศาสตร์

เลขหลักหน่วย

เลข 0-5	หมายถึง วิชาบังคับ
เลข 6-9	หมายถึง วิชาเลือก

เลขหลักสิบ

เลข 0	หมายถึง วิชาในหมวด	รากฐานทางคณิตศาสตร์
เลข 1	หมายถึง วิชาในหมวด	คณิตศาสตร์เชิงพีชคณิต

เลข 2	หมายถึง วิชาในหมวด	คณิตศาสตร์เชิงการวิเคราะห์
เลข 3	หมายถึง วิชาในหมวด	คณิตศาสตร์เชิงเรขาคณิต
เลข 4	หมายถึง วิชาในหมวด	ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ และสมการเชิงอนุพันธ์
เลข 5	หมายถึง วิชาในหมวด	เทคนิคการหาค่าเหมาะสมที่สุด และทฤษฎีกราฟ
เลข 6	หมายถึง วิชาในหมวด	วิธีเชิงตัวเลข
เลข 7	หมายถึง วิชาในหมวด	ฟิสิกส์เชิงคณิตศาสตร์
เลข 8	หมายถึง วิชาในหมวด	หัวข้อพิเศษทางคณิตศาสตร์
เลข 9	หมายถึง วิชาในหมวด	วิชาเชิงสัมมนาและศึกษาด้วยตนเอง
เลขหลักร้อย		
เลข 6	หมายถึง วิชาพื้นฐาน	
เลข 7	หมายถึง วิชาการระดับต้น	
เลข 8	หมายถึง วิชาการระดับสูงและวิชาการศึกษาเฉพาะเรื่อง/ด้าน	
เลข 9	หมายถึง วิชาวิทยานิพนธ์	

3.1.3.1 วิชาบังคับ

ศึกษาวิชาบังคับทั้ง 5 วิชา ดังต่อไปนี้

รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต
		(บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด้วยตนเอง)
ค.811	การวิเคราะห์ขั้นสูง	3 (3-0-9)
MA811	Advanced Analysis	
ค.812	พีชคณิตขั้นสูง	3 (3-0-9)
MA812	Advanced Algebra	
ค.891	สัมมนา 1	1 (0-2-2)
MA891	Seminar 1	(ไม่นับหน่วยกิต)
ค.892	สัมมนา 2	1 (0-2-2)
MA892	Seminar 2	(ไม่นับหน่วยกิต)
ค.893	สัมมนา 3	1 (0-2-2)
MA893	Seminar 3	(ไม่นับหน่วยกิต)

3.1.3.2 วิชาเลือก

ให้เลือกศึกษา ไม่น้อยกว่า 3 วิชา รวม 9 หน่วยกิต โดยเลือกศึกษาจากรายวิชาในหมวดใดก็ได้ ดังต่อไปนี้

หมวดวิชา รากฐานทางคณิตศาสตร์

รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต
		(บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด້วยตนเอง)
ค.806	ตรรกศาสตร์วิภันัยและเซตวิภันัยชั้นสูง	3 (3-0-9)
MA806	Advanced Fuzzy Logic and Fuzzy Sets	
ค.807	รากฐานคณิตศาสตร์	3 (3-0-9)
MA807	Foundations of Mathematics	

หมวดวิชา คณิตศาสตร์เชิงพีชคณิต

รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต
		(บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด້วยตนเอง)
ค.816	พีชคณิตนามธรรมชั้นสูง	3 (3-0-9)
MA816	Advanced Abstract Algebra	
ค.817	ทฤษฎีแคตาคอรี	3 (3-0-9)
MA817	Category Theory	
ค.818	พีชคณิตลี	3 (3-0-9)
MA818	Lie Algebras	
ค.819	ทฤษฎีตัวแทนของพีชคณิตลี	3 (3-0-9)
MA819	Lie Algebra Representation Theory	

หมวดวิชา คณิตศาสตร์เชิงการวิเคราะห์

รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต
		(บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด້วยตนเอง)
ค.826	ทฤษฎีเมเชอร์	3 (3-0-9)
MA826	Measure Theory	
ค.827	สมการเชิงฟังก์ชันและการประยุกต์	3 (3-0-9)
MA827	Functional Equations and Applications	
ค.828	ทฤษฎีจุดตรึงเชิงระยะทางสมัยใหม่และการประยุกต์	3 (3-0-9)
MA828	Modern Metrical Fixed Point Theory and Applications	

ค.829	การวิเคราะห์เชิงฟังก์ชันขั้นสูงและการประยุกต์	3 (3-0-9)
MA829	Advanced Functional Analysis and Applications	

หมวดวิชา คณิตศาสตร์เชิงเรขาคณิต

รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต
		(บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง)
ค.836	ทอพอโลยีขั้นสูง	3 (3-0-9)
MA836	Advanced Topology	
ค.837	เรขาคณิตเชิงอนุพันธ์	3 (3-0-9)
MA837	Differential Geometry	
ค.838	เรขาคณิตไม่สลับที่	3 (3-0-9)
MA838	Non-commutative Geometry	

หมวดวิชา ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์และสมการเชิงอนุพันธ์

รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต
		(บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง)
ค.846	การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์และการประยุกต์	3 (3-0-9)
MA846	Mathematical Modelling and Applications	
ค.847	สมการเชิงอนุพันธ์สามัญ	3 (3-0-9)
MA847	Ordinary Differential Equations	
ค.848	สมการเชิงอนุพันธ์ย่อย	3 (3-0-9)
MA848	Partial Differential Equations	

หมวดวิชา เทคนิคการหาค่าเหมาะสมที่สุดและทฤษฎีกราฟ

รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต
		(บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง)
ค.856	ทฤษฎีการหาค่าเหมาะสมที่สุดและการประยุกต์	3 (3-0-9)
MA856	Optimization Theory and Applications	
ค.857	ทฤษฎีกำหนดการเชิงเส้นและการคำนวณ	3 (3-0-9)
MA857	Linear Programming Theory and Computation	
ค.858	ทฤษฎีกราฟและการประยุกต์	3 (3-0-9)
MA858	Graph Theory and Applications	

หมวดวิชา วิธีเชิงตัวเลข

รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต
		(บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด้วยตนเอง)
ค.866	การวิเคราะห์เชิงตัวเลขและการประยุกต์	3 (3-0-9)
MA866	Numerical Analysis and Applications	
ค.867	ระเบียบวิธีสมาชิกจำกัดและการประยุกต์	3 (3-0-9)
MA867	Finite Element Methods and Applications	
ค.868	ขั้นตอนวิธีจุดตรึงและการประยุกต์	3 (3-0-9)
MA868	Fixed Point Algorithms and Applications	

หมวดวิชา ฟิสิกส์เชิงคณิตศาสตร์

รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต
		(บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด้วยตนเอง)
ค.877	คณิตศาสตร์สำหรับฟิสิกส์ควอนตัม	3 (3-0-9)
MA877	Mathematics for Quantum Physics	

หมวดวิชา หัวข้อพิเศษทางคณิตศาสตร์

รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต
		(บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด้วยตนเอง)
ค.886	หัวข้อพิเศษทางคณิตศาสตร์ขั้นสูง 1	3 (3-0-9)
MA886	Advanced Special Topics in Mathematics I	
ค.887	หัวข้อพิเศษทางคณิตศาสตร์ขั้นสูง 2	3 (3-0-9)
MA887	Advanced Special Topics in Mathematics II	

3.1.3.3 วิทยานิพนธ์

รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต
ค.900	วิทยานิพนธ์	36
MA900	Thesis	

3.1.4 แสดงแผนการศึกษา

ปีการศึกษาที่ 1		
ภาคเรียนที่ 1		
ค.811	การวิเคราะห์ขั้นสูง	3 หน่วยกิต
ค.812	พีชคณิตขั้นสูง	3 หน่วยกิต
ค.xxx	วิชาเลือก	3 หน่วยกิต
	รวม	9 หน่วยกิต
ภาคเรียนที่ 2		
ค.xxx	วิชาเลือก	3 หน่วยกิต
ค.xxx	วิชาเลือก	3 หน่วยกิต
	สอบวัดคุณสมบัต	
	รวม	6 หน่วยกิต
ปีการศึกษาที่ 2		
ภาคเรียนที่ 1		
ค.891	สัมมนา 1	1 หน่วยกิต (ไม่นับหน่วยกิต)
ค.900	วิทยานิพนธ์	9 หน่วยกิต
	สอบวัดคุณสมบัต	
	รวม	10 หน่วยกิต
ภาคเรียนที่ 2		
ค.892	สัมมนา 2	1 หน่วยกิต (ไม่นับหน่วยกิต)
ค.900	วิทยานิพนธ์	9 หน่วยกิต
	สอบวัดคุณสมบัต	
	รวม	10 หน่วยกิต
ปีการศึกษาที่ 3		
ภาคเรียนที่ 1		
ค.893	สัมมนา 3	1 หน่วยกิต (ไม่นับหน่วยกิต)
ค.900	วิทยานิพนธ์	9 หน่วยกิต
	รวม	10 หน่วยกิต
ภาคเรียนที่ 2		
ค.900	วิทยานิพนธ์	9 หน่วยกิต
	รวม	9 หน่วยกิต

3.1.5 คำอธิบายรายวิชา

3.1.5.1 วิชาบังคับ

ค.811 การวิเคราะห์ขั้นสูง 3 (3-0-9)

MA811 Advanced Analysis

ทอพอโลยีทั่วไป ความกระชับ ความเชื่อมโยง ความบริบูรณ์ การหาปริพันธ์ พีชคณิตซิกมา เมเชอร์บวก ปริพันธ์เชิงเลอเบสก์ เมเชอร์ผลคูณ ทฤษฎีบทของราดอน-นิโคดีม การวิเคราะห์เชิงฟังก์ชันเชิงเส้น การส่งต่อเนื่อง ลิมิต ความกระชับ ความเชื่อมโยง ความบริบูรณ์ ผลคูณภายใน นอร์ม ลำดับและอนุกรม การลู่เข้าต่อจุดและการลู่เข้าเอกรูป อนุพันธ์ในปริภูมิอนอร์ม: ทฤษฎีของเทย์เลอร์ ฟังก์ชันโฮโลมอร์ฟิก อนุกรมกำลัง ทฤษฎีบทการส่งผกผันและทฤษฎีบทฟังก์ชันโดยปริยาย ปริพันธ์ ฟังก์ชันของการแปรผัน มีขอบเขต ปริพันธ์รีมันน์-สติลต์เชส การวิเคราะห์เวกเตอร์ รูปแบบเชิงอนุพันธ์และทฤษฎีบทของสโตกส์ ส่วนตกค้างของโคชี

General topology: compactness, connectedness, completeness. Integration: sigma-algebras, positive measures, Lebesgue integral, product measures, Radon-Nikodym theorem. Linear Functional Analysis: topological vector spaces, Banach and Hilbert spaces, uniform convergence. Differentiation: Fréchet differential, Taylor theorem, inverse map and implicit function theorems, holomorphic functions and power series. Introduction to differentiable manifolds: differential forms, vector analysis, Stokes theorem, Cauchy theorem.

ค.812 พีชคณิตขั้นสูง 3 (3-0-9)

MA812 Advanced Algebra

หลักการทั่วไปบนเซตและคาเทกอรี ริง ไอเดิล มอดูล กรุปอาบิเลียนจำกัด พีชคณิตเชิงเส้น และพีชคณิตเชิงหลายเส้นบนมอดูลอิสระ รูปแบบบัญญัติ พีชคณิตเชิงฮอมอโลยีเบื้องต้น

Generalities on Sets and Categories, Rings, Ideals, Modules, Finite Abelian Groups. Linear and Multilinear Algebra on Free Modules, Canonical Forms. Introduction to Homological Algebra.

ค.891 สัมมนา 1 1 (0-2-2)

MA891 Seminar 1 ไม่นับหน่วยกิต

การสัมมนาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์และหัวข้อที่เกี่ยวข้องที่เป็นแนวทางในการทำงานวิจัย (วัดผลการศึกษาด้วยระดับ P หรือ N)

Seminar in mathematics and related fields in view of research work. (Pass (P) or Not pass (N)).

ค.892 **สัมมนา 2** **1 (0-2-2)**
MA892 **Seminar 2** ไม่นับหน่วยกิต
 การสัมมนาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์และหัวข้อที่เกี่ยวข้องที่เป็นแนวทางในการทำงานวิจัย (วัดผล
 การศึกษาด้วยระดับ P หรือ N)
 Seminar in mathematics and related fields in view of research work. (Pass (P) or Not
 pass (N)).

ค.893 **สัมมนา 3** **1 (0-2-2)**
MA893 **Seminar 3** ไม่นับหน่วยกิต
 การสัมมนาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์และหัวข้อที่เกี่ยวข้องที่เป็นแนวทางในการทำงานวิจัย (วัดผล
 การศึกษาด้วยระดับ P หรือ N)
 Seminar in mathematics and related fields in view of research work. (Pass (P) or Not
 pass (N)).

3.1.5.2 วิชาเลือก

ค.806 **ตรรกศาสตร์วิภาษนัยและเซตวิภาษนัยขั้นสูง** **3 (3-0-9)**
MA806 **Advanced Fuzzy Logic and Fuzzy Sets**
 ตรรกศาสตร์วิภาษนัย ทฤษฎีเซตวิภาษนัย ความสัมพันธ์ระหว่างตรรกศาสตร์วิภาษนัยและทฤษฎี
 เซตวิภาษนัย ทฤษฎีความน่าจะเป็น ทฤษฎีความน่าเชื่อถือ และทฤษฎีความเป็นไปได้ ความสัมพันธ์บนเซต
 วิภาษนัย การประยุกต์ของตรรกศาสตร์วิภาษนัย การประยุกต์ของเซตวิภาษนัย
 Fuzzy set theory, fuzzy logic theory, relations between fuzzy set theory and
 fuzzy logic theory, probability theory, belief theory, and possibility theory, fuzzy relations,
 applications of fuzzy logic, applications of fuzzy set.

ค.807 **รากฐานของคณิตศาสตร์** **3 (3-0-9)**
MA807 **Foundation of Mathematics**
 ตรรกศาสตร์อันดับที่หนึ่ง วากยสัมพันธ์และความหมาย ทฤษฎีบทความบริบูรณ์และ ทฤษฎี
 บทความกระชับ ทฤษฎีเซตแซร์เมโลแฟรงเคิล สัจพจน์แซร์เมโลแฟรงเคิล พัฒนาการของทฤษฎีเซตแซร์
 เมโลแฟรงเคิล สัจพจน์การเลือก อุปนัยและการเวียนเกิดเชิงอนันต์ เลขคณิตของจำนวนเชิงอันดับที่และ
 จำนวนเชิงการนับ
 First-order logic, syntax and semantics, completeness and compactness
 theorems, Zermelo-Fraenkel set theory, Zermelo-Fraenkel axioms, development of
 Zermelo-Fraenkel set theory, axiom of choice, transfinite induction and recursion,
 arithmetic of ordinal and cardinal numbers.

- ค.816** **พีชคณิตนามธรรมขั้นสูง** **3(3-0-9)**
MA816 **Advanced Abstract Algebra**
 ทฤษฎีบทซอร์ตอง-เฮลด์เรอร์ โซลเวเบิลกรุป ฟรีกรุป การจำแนกฟิลด์ภาคขยาย ทฤษฎีกาลัวส์
 เนอนเทอร์เรียนริง มอดูล
 Jordan-Holder theorem, solvable groups, free groups, classification of extension
 fields, Galois theory, Noetherian ring, modules.
- ค.817** **ทฤษฎีแคตาคอรี** **3 (3-0-9)**
MA817 **Category Theory**
 วิชาบังคับก่อน : สอบได้ ค.812
 คิวเวอร์ แคตาคอรี ฟังก์เตอร์ การแปลงธรรมชาติ บทตั้งของโยเนดะ ผลคูณของแคตาคอรี ผล
 คูณร่วมของแคตาคอรี แคตาคอรีคาร์ทีเซียนแบบปิด ลิมิต ลิมิตร่วม การเสริมของคาน ทฤษฎีตัวแทน แคต
 ออรีแบบโมนอยด์ ทฤษฎีแคตาคอรีขั้นสูงเบื้องต้นและทฤษฎีโทปอส
 Prerequisite: Have earned credits of MA812
 Quivers, Categories, Functors, Natural Transformations, Yoneda Lemma,
 Products, Coproducts, Cartesian Closed Categories, Limits, Colimits, Kan Adjunction,
 Representability, Monoidal Categories, Introduction to Higher Category Theory and Topos
 Theory.
- ค.818** **พีชคณิตลี** **3 (3-0-9)**
MA818 **Lie Algebras**
 วิชาบังคับก่อน : สอบได้ ค.812
 พีชคณิตของลี ไอเดียล สาทิสสันฐาน ฮอเวเบิล นีรพล ทฤษฎีบทลี ทฤษฎีบทแอนเกิล หลักเกณฑ์
 ของคาร์ทาน รูปแบบคิลลิง กังเชิงเดียว การแยกจอร์แดน-เซฟวาเล มอดูล ตัวแทน สมาชิกคาซิเมีย ทฤษฎี
 บทไวล์ ทฤษฎีบทการแยกเลวี
 Prerequisite: Have earned credits of MA812
 Lie Algebras, Ideals, Homomorphisms, Solvability, Nilpotency, Lie's Theorem,
 Engel's Theorem, Cartan's Criterion, Killing Form, Semisimplicity, Jordan-Chevalley
 Decomposition, Modules, Representations, Casimir Element, Weyl's Theorem, Levi
 Decomposition Theorem.

ค.819 ทฤษฎีตัวแทนของพีชคณิตลี 3 (3-0-9)

MA819 Lie Algebra Representation Theory

วิชาบังคับก่อน : สอบได้ ค.818

ตัวแทนของ $sl(2,F)$ การแยกปริภูมิราก ระบบราก กรุปไวล์ แผนภาพไดกิน น้ำหนัก พีชคณิต
ย่อยคาร์ทาน พีชคณิตปกคลุมเอกภาพ

Prerequisite: Have earned credits of MA818

Representation of $sl(2,F)$, Root Space Decomposition, Root Systems, Weyl
Group, Dynkin Diagram, Weight, Cartan Subalgebras, Universal Enveloping Algebras.

ค.826 ทฤษฎีเมเชอร์ 3 (3-0-9)

MA826 Measure Theory

พีชคณิต พีชคณิตซิกมา เมเชอร์ ฟังก์ชันเมเชอร์เรเบิล ปริภูมิเมเชอร์เรเบิล การหาปริพันธ์เชิง
เลอเบสก์ การลู่เข้าในเมเชอร์ เมเชอร์ผลคูณ ทฤษฎีบทของฟูบินี เมเชอร์เครื่องหมายและเมเชอร์เชิงซ้อน
ทฤษฎีบทของราดอน-นิโคดีม ปริภูมิ L_p ฟังก์ชันการแจกแจง ปริภูมิ L_p แบบอ่อน การวิเคราะห์ฟูรีเยร์
การประยุกต์ของทฤษฎีเมเชอร์

Algebra, σ -algebra, measures, Lebesgue measure, measurable functions,
measurable space, Lebesgue integral, convergence in measure, product measures, Fubini's
Theorem, signed and complex measure, Radon-Nikodym theorem, L_p spaces, distribution
functions, weak L_p spaces, Fourier analysis, applications of measures.

ค.827 สมการเชิงฟังก์ชันและการประยุกต์ 3 (3-0-9)

MA827 Functional Equations and Applications

บทนำสู่สมการเชิงฟังก์ชัน การพัฒนาเชิงประวัติศาสตร์ของสมการเชิงฟังก์ชัน วิธีการแก้
สมการเชิงฟังก์ชัน ผลเฉลยทั่วไปของสมการเชิงฟังก์ชัน เสถียรภาพของสมการเชิงฟังก์ชัน การประยุกต์ของ
สมการเชิงฟังก์ชัน งานวิจัยสมัยใหม่ที่เกี่ยวข้องกับสมการเชิงฟังก์ชัน

Introduction to functional equations, historical developments of functional
equations, methods for solving functional equations, general solutions of functional
equations, stability of functional equations, applications of functional equations, modern
research related to the functional equations.

ค.828 ทฤษฎีจุดตรึงเชิงระยะทางสมัยใหม่และการประยุกต์ 3 (3-0-9)

MA828 Modern Metrical Fixed Point Theory and Applications

แนวคิดของจุดตรึง หลักการหดตัวของบานาค การประยุกต์ของหลักการหดตัวของบานาค ทฤษฎีบทจุดตรึงสำหรับการส่งค่าเดียวแบบหดตัวน้อยทั่วไปในปริภูมิอิงระยะทาง หลักการหดตัวของแนดเลอร์ ทฤษฎีบทจุดตรึงสำหรับการส่งหลายค่าแบบหดตัวน้อยทั่วไปในปริภูมิอิงระยะทาง ปริภูมิระยะทางน้อยทั่วไป ทฤษฎีบทจุดตรึงในปริภูมิระยะทางน้อยทั่วไป งานวิจัยสมัยใหม่ที่เกี่ยวข้อกับทฤษฎีจุดตรึงเชิงระยะทาง

Concept of fixed points, Banach contraction principle, Applications of Banach contraction principle, fixed point theorems for generalized contraction single-valued mappings in metric spaces, Nadler contraction principle, fixed point theorems for generalized contraction multivalued mapping in metric spaces, generalized distance spaces, fixed point theorems in generalized distance spaces, modern research related to the metrical fixed point theory.

ค.829 การวิเคราะห์เชิงฟังก์ชันขั้นสูงและการประยุกต์ 3 (3-0-9)

MA829 Advanced Functional Analysis and Applications

ปริภูมิอิงระยะทาง ปริภูมิเชิงเส้น ปริภูมินอร์มและปริภูมิบานาค ตัวดำเนินการเชิงเส้น ปริภูมิคู่กัน ปริภูมิสะท้อน การลู่เข้าแบบอ่อน ปริภูมิผลคูณภายในและปริภูมิฮิลเบิร์ต ทฤษฎีบทฮาห์น-บานาค ทฤษฎีบท การส่งแบบเปิด ทฤษฎีบทกราฟปิด ทฤษฎีบทบานาค-สไตน์เฮาส์ พีชคณิตบานาค ทฤษฎีเชิงสเปกตรัม

Metric spaces, Linear spaces, normed and Banach spaces, bounded linear operators, dual spaces, reflexive spaces, weak convergence, inner product and Hilbert spaces, Hahn-Banach theorem, open mapping theorem, closed graph theorem, Banach-Steinhaus theorem, Banach algebras, spectral theory.

ค.836 ทอพอโลยีขั้นสูง 3 (3-0-9)

MA836 Advanced Topology

วิชาบังคับก่อน : สอบได้ ค.811

ปริภูมิเชิงทอพอโลยี ภาวะต่อเนื่อง ปริภูมิผลคูณ ทอพอโลยีอ่อน สัจพจน์การนับได้ สัจพจน์การแยกกันได้ ปริภูมิเชื่อมโยง ปริภูมิกระชับ การทำให้กระชับ ปริภูมิอิงระยะทางบริบูรณ์ การลู่เข้าของข่าย ปริภูมิฟังก์ชัน

Prerequisite: Have earned credits of MA811

Topological spaces, continuity, product spaces, weak topologies, countability axioms, separation axiom, connected spaces, compact spaces, compactifications, complete metric spaces, net convergence, uniformities, function spaces. Introduction to Algebraic Topology: fundamental group, homology, cohomology.

ค.837 เรขาคณิตเชิงอนุพันธ์ 3 (3-0-9)

MA837 Differential Geometry

แมนิโฟลด์หาอนุพันธ์ได้ ฟิลด์เวกเตอร์บนเดลิท พีชคณิตเชิงหลายเส้น สนามเทนเซอร์ รูปแบบเชิงอนุพันธ์ ค่าเชิงอนุพันธ์ภายนอก การหาปริพันธ์บนแมนิโฟลด์ ทฤษฎีบทของสโตกส์ โฮโมโลยีร่วม เดอรัม การเชื่อมโยงคอสซัสและอนุพันธ์โคแวนเจียนต์ เมตริกรีมันต์และความโค้ง พีชคณิตคลิฟฟอร์ด เรขาคณิตสปีนเนอร์ ตัวดำเนินการไดแร็ค

Differentiable Manifolds, Fiber and Vector Bundles. Multilinear Algebra, Tensor Fields, Differential Forms, Exterior Differential. Integration on Manifolds, Stokes Theorem, De Rham Cohomology. Koszul Connections and Covariant Derivatives. Riemannian Metric and Curvature. Clifford Algebras, Spinorial Geometry, Dirac Operators.

ค.838 เรขาคณิตไม่สลับที่ 3 (3-0-9)

MA838 Non-commutative Geometry

ทอพอโลยีไม่สลับที่: พีชคณิต C^* , ภาวะคู่กันของเกลฟาน-ไนมาค, มอดูลของฮิลแบร์ท C^* , สมมูลของโมริตะ, สมมูลของซีร์-สวาน, ทฤษฎีบทเคเป็งตัน ทฤษฎีเมเชอร์ไม่สลับที่: พีชคณิตของวอนนอยมันน์, ทฤษฎีบทมอดูลาร์ของโทมิตะ-ทาเคซากิ เรขาคณิตเชิงอนุพันธ์ไม่สลับที่: ดัชนีของเฟรดโฮล์ม, รูปแบบเอกภาพและผลต่างเชิงอนุพันธ์ไม่สลับที่, วัฏจักรและมอดูลของเฟรดโฮล์ม, ความเชื่อมโยงไม่สลับที่, ฮอโมโลยี(ร่วม)ของฮอสซอว์, รอยของดิคซ์เมียร์, การหมุน \wedge และโครงสร้างการหมุน, ตัวดำเนินการของไดแรค, คอนส์ของสามสเปคตรัม, ฮอโมโลยีเค, สมาชิกของทฤษฎีดัชนีไม่สลับที่และฮอโมโลยีร่วมวัฏจักร, ทฤษฎีมาตรวัดไม่สลับที่และบทประยุกต์ในเชิงฟิสิกส์

Non-commutative Topology: C^* -algebras, Gel'fand-Naimark Duality, Hilbert C^* -modules, Morita Equivalence, Serre-Swan Equivalence, Introduction to K-theory. Non-commutative Measure Theory: Von Neumann Algebras, Tomita-Takesaki Modular Theory. Non-commutative Differential Geometry: Fredholm Index, Universal Forms and Non-commutative Differentials, Cycles and Fredholm Modules, Non-commutative Connections, Hochschild (Co)homology, Dixmier Traces, Spin c and Spin Structures, Dirac Operators, Connes Spectral Triples, K-homology, Elements of Non-commutative Index Theory and Cyclic Cohomology, Non-commutative Gauge Theory and Applications to Physics.

- ค.846 การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์และการประยุกต์ 3 (3-0-9)**
MA846 Mathematical Modelling and Applications
 ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ดิสครีต ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์แบบต่อเนื่อง ระบบพลวัต ไซเบอร์
 เคชั่น ระบบพลวัตไม่เชิงเส้น เคออส แฟร็กทัล ตัวแบบไม่เชิงเส้นในวิทยาศาสตร์ธรรมชาติ การประยุกต์สู่
 ปัญหาทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์
 Discrete mathematical modeling, continuous mathematical modeling,
 dynamical systems, bifurcation, nonlinear dynamical systems, chaos, fractals, nonlinear
 modeling in physical sciences and biological sciences, applications with mathematical
 problems and science problems.
- ค.847 สมการเชิงอนุพันธ์สามัญ 3 (3-0-9)**
MA847 Ordinary Differential Equations
 ทฤษฎีการมีอยู่และมีเพียงหนึ่งเดียวของผลเฉลย ทฤษฎีโฟลเค ปัญหาค่าขอบปกติและปัญหา
 ค่าขอบเอกรฐาน ฟังก์ชันของกรีน การแจกแจงฟังก์ชันลักษณะเฉพาะ
 Existence and uniqueness theorems, Floquet theory, regular and singular
 boundary value problems, Green's functions, eigenfunction expansions.
- ค.848 สมการเชิงอนุพันธ์ย่อย 3 (3-0-9)**
MA848 Partial Differential Equations
 ทฤษฎีโคชีและโควาเลฟกี ปัญหาค่าเริ่มต้นและปัญหาค่าขอบ หลักการค่าสูงสุด การลดรูป
 ของปัญหาค่าขอบเป็นสมการอินทิกรัล
 Cauchy-Kowalewski theorem, initial and boundary value problems, maximum
 principles, Reduction of boundary value problem to an integral equation.
- ค.856 ทฤษฎีการหาค่าเหมาะสมที่สุดและการประยุกต์ 3 (3-0-9)**
MA856 Optimization Theory and Applications
 การหาค่าเหมาะสมที่สุดแบบมีข้อจำกัดและไม่มีข้อจำกัด วิธีการค้นหาค่าเชิงแบบฉบับและเกร
 เดียนต์ กำหนดการเชิงเส้น กำหนดการไม่เชิงเส้น กำหนดการเชิงพลวัต การหาค่าเหมาะสมที่สุดในวงกว้าง
 Constrained and unconstrained optimization. Classical search and gradient
 methods. Linear programming. Nonlinear programming. Dynamic programming. Global
 optimization.

- ค.857 ทฤษฎีกำหนดการเชิงเส้นและการคำนวณ 3 (3-0-9)**
MA857 Linear Programming Theory and Computation
 การสร้างตัวแบบกำหนดการเชิงเส้น วิธีซิมเพล็กซ์ หลักเกณฑ์การหมุน เทคนิคตัวแปรเทียม ภาวะคู่กัน วิธีซิมเพล็กซ์ควบคู่ การวิเคราะห์ความไว การแก้ปัญหากำหนดการเชิงเส้นโดยใช้ซอฟต์แวร์สำเร็จรูป
 Formulating linear programming models, simplex method, pivot rules, artificial-variable techniques, duality, dual simplex method, sensitivity analysis, solving linear programming problem by using optimization solver software.
- ค.858 ทฤษฎีกราฟและการประยุกต์ 3 (3-0-9)**
MA858 Graph Theory and Applications
 แนวคิดพื้นฐานของทฤษฎีกราฟ วิธี วัฏจักร ต้นไม้ กราฟและเมทริกซ์ กราฟถอดแบบกัน ค่าเชื่อมโยง กราฟออยเลอร์เลียน กราฟแฮมิลโทเนียน กราฟเชิงระนาบ การระบายสี ปัญหาค่าสุดขีด การจับคู่และการแยกตัวประกอบ การประยุกต์ใช้กราฟในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และศาสตร์ต่างๆ
 Basic concepts of graph theory, path, cycle, tree, graphs and their matrix, isomorphic graphs, connectivity, Eulerian graphs, Hamiltonian graphs, planar graphs, coloring, extremal problems, matching and factorization, applications of graph theory for solving some real world problems.
- ค.866 การวิเคราะห์เชิงตัวเลขและการประยุกต์ 3 (3-0-9)**
MA866 Numerical Analysis and Applications
 ทฤษฎีการหาค่าประมาณ วิธีที่เกี่ยวข้องกับโปรเจกชัน การประมาณกำลังสองน้อยสุดสำหรับปัญหาไม่เชิงเส้น เงื่อนไขและเสถียรภาพ การหาค่าเหมาะสมที่สุดเชิงตัวเลข การแยกค่าเอกฐาน ปัญหาค่าเฉพาะ วิธีที่เกี่ยวข้องกับปริภูมิย่อยครีลอฟ
 Approximation theory, Projection methods, Nonlinear least-square problems, Conditioning and stability, Numerical optimization, Singular value decomposition, Eigenvalue problems, Krylov subspace methods.
- ค.867 ระเบียบวิธีสมาชิกจำกัดและการประยุกต์ 3 (3-0-9)**
MA867 Finite Element Methods and Applications
 แนวคิดพื้นฐานของปริภูมิฟังก์ชัน ปัญหาค่าขอบ หลักการทั่วไปของระเบียบวิธีสมาชิกจำกัด การประมาณค่าผลเฉลยของปัญหาค่าขอบสองจุด การประมาณค่าผลเฉลยของปัญหาค่าขอบเชิงวงรี การประมาณค่าผลเฉลยของปัญหาค่าขอบเชิงพาราโบลา ผลเฉลยของระบบสมการเชิงเส้นมากเลขศูนย์ การวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อน ตัวอย่างการประยุกต์กับปัญหาจริง

Basic concepts in function spaces, boundary value problems, general finite elements formulation, two-point boundary value problems, elliptic boundary value problems, parabolic boundary value problems, solution of sparse systems of linear equations, error analysis, real world applications.

ค.868 **ขั้นตอนวิธีจุดตรึงและการประยุกต์** **3 (3-0-9)**

MA868 **Fixed Point Algorithms and Applications**

ความเป็นมาของขั้นตอนวิธีสำหรับการค้นหาจุดตรึง การประยุกต์ของขั้นตอนวิธีสำหรับการค้นหาจุดตรึง การวิเคราะห์ความผิดพลาดของขั้นตอนวิธีจุดตรึง หลักการหดตัวของบานาค ขั้นตอนวิธีพิคาร์ด ขั้นตอนวิธีคาสโนเชลล์กัจจ ขั้นตอนวิธีมาน ขั้นตอนวิธีอิชิกาวา ขั้นตอนวิธีจุดตรึงสมัยใหม่ งานวิจัยสมัยใหม่ที่เกี่ยวข้องกับขั้นตอนวิธีจุดตรึง

The background of algorithms for searching fixed points, applications of algorithms for searching fixed points, error analysis of fixed point algorithms, Banach contraction principle, Picard algorithm, Krasnoselskij algorithm, Mann algorithm, Ishikawa algorithm, modern fixed point algorithms, modern research related to the fixed point algorithms.

ค.876 **คณิตศาสตร์สำหรับฟิสิกส์ควอนตัม** **3 (3-0-9)**

MA876 **Mathematics for Quantum Physics**

พื้นฐานเชิงพีชคณิตของทฤษฎีควอนตัม: สถานะ ภาวะสมมาตร ปริภูมิฮิลแบร์ท พีชคณิตตัวดำเนินการ สถานะบริสุทธิ์และสถานะผสม ตัวแทน ทฤษฎีกรีนเนอร์ ความสัมพันธ์สลับที่ของรูปแบบบัญญัติไฮเซนเบิร์ก พีชคณิตไวลท์ ทฤษฎีการมีอยู่หนึ่งเดียวของวอนนอยมันน์ โบซอนและเฟอร์มิออน การตีความ(โคเปนเฮเกน, เอเวอร์เรท, ความเกี่ยวโยง, ประวัติศาสตร์ และอื่นๆ) ดีโคฮีเรนซ์ ความพัวพันเชิงควอนตัม อสมการของเบลล์

Algebraic Foundations of Quantum Theory: States, Observables, Symmetries, Hilbert Spaces, Operator Algebras, Pure and Mixed States, Representations, Wigner Theorem, Heisenberg Canonical Commutation Relations, Weyl Algebra, Von Neumann Uniqueness Theorem, Heisenberg and Schrödinger Unitary Evolution, Stone Theorem, Composite Systems, Bosons and Fermions. Interpretations (Copenhagen, Everett, Relational, History, etc.), Decoherence, Entanglement, Bell's Inequalities.

- ค.886 หัวข้อพิเศษทางคณิตศาสตร์ชั้นสูง 1 3 (3-0-9)
 MA886 Advanced Special Topics in Mathematics I
 ศึกษาหัวข้อพิเศษทางคณิตศาสตร์ชั้นสูงที่น่าสนใจในปัจจุบัน (เนื้อหาเปลี่ยนไปในแต่ละปี)
 Study special topics of interest in advanced mathematics in current.
- ค.887 หัวข้อพิเศษทางคณิตศาสตร์ชั้นสูง 2 3 (3-0-9)
 MA887 Advanced Special Topics in Mathematics II
 ศึกษาหัวข้อพิเศษทางคณิตศาสตร์ชั้นสูงที่น่าสนใจในปัจจุบัน (เนื้อหาเปลี่ยนไปในแต่ละปี)
 Study special topics of interest in advanced mathematics in current.

3.1.5.3 วิทยานิพนธ์

- ค.900 วิทยานิพนธ์ 36 หน่วยกิต
 MA900 Thesis
 งานวิจัยทางคณิตศาสตร์ภายใต้การดูแลและให้คำปรึกษาของคณะกรรมการที่ปรึกษา
 วิทยานิพนธ์โดยจะครอบคลุม จริยธรรมในการทำงานวิจัยและเผยแพร่ผลงานวิจัย
 Research in mathematics under supervision of the thesis supervisor(s) including
 ethics in research and publication.

4. องค์ประกอบเกี่ยวกับประสบการณ์ภาคสนาม (การฝึกงาน หรือการฝึกปฏิบัติ) (ถ้ามี)

4.1 มาตรฐานผลการเรียนรู้ของประสบการณ์ภาคสนาม

ไม่มี

4.2 ช่วงเวลา

ไม่มี

4.3 การจัดเวลาและตารางสอน

ไม่มี

5. ข้อกำหนดเกี่ยวกับการทำวิจัย และการทำวิทยานิพนธ์

5.1 คำอธิบายโดยย่อ

หลักสูตรกำหนดให้นักศึกษาศึกษาแผนการศึกษา แบบ 2.1 ซึ่งเป็นการศึกษารายวิชาและวิทยานิพนธ์ โดยการทำวิจัยและการทำวิทยานิพนธ์ต้องเป็นงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์บริสุทธิ์หรือคณิตศาสตร์ประยุกต์ ซึ่งอยู่ภายใต้การดูแลและให้คำปรึกษาของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

5.2 มาตรฐานผลการเรียนรู้

นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจในกระบวนการวิจัยอย่างเป็นระบบ สามารถทำวิจัยขั้นสูง เขียนรายงานและนำเสนอผลการวิจัยเพื่อนำเสนอสู่สังคมได้

5.3 ช่วงเวลา

ภาคการศึกษาที่ 1 และ 2 ปีการศึกษาที่ 2 และ 3

5.4 จำนวนหน่วยกิต

จำนวน 36 หน่วยกิต

5.5 ข้อกำหนดการทำวิทยานิพนธ์ และการสอบวัดคุณสมบัติ

5.5.1 การทำวิทยานิพนธ์

(1) นักศึกษาจะจดทะเบียนทำวิทยานิพนธ์ได้ เมื่อศึกษารายวิชามาแล้วไม่น้อยกว่า 2 ภาคการศึกษาปกติ และจะต้องมีหน่วยกิตสะสมไม่น้อยกว่า 12 หน่วยกิต โดยมีค่าระดับเฉลี่ยสะสมไม่ต่ำกว่า 3.00

(2) นักศึกษาต้องทำวิทยานิพนธ์เป็นภาษาอังกฤษ

(3) หลังจากจดทะเบียนทำวิทยานิพนธ์แล้ว นักศึกษาต้องเสนอเค้าโครงวิทยานิพนธ์ต่อคณะกรรมการบริหารโครงการจัดการเรียนการสอนหลักสูตรปริญญาตรีบัณฑิต สาขาคณิตศาสตร์ เพื่อให้คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แต่งตั้งอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และกรรมการวิทยานิพนธ์ รวมไม่น้อยกว่า 5 ท่าน ซึ่งจะให้คำแนะนำนักศึกษา รวมทั้งสอบเค้าโครงวิทยานิพนธ์ และสอบวิทยานิพนธ์

(4) อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ให้เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานหลักสูตรระดับบัณฑิตศึกษาของสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา

5.5.2 การสอบวิทยานิพนธ์

(1) อาจารย์ผู้สอบวิทยานิพนธ์ ให้เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานหลักสูตรระดับบัณฑิตศึกษาของสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา

(2) นักศึกษาจะสอบวิทยานิพนธ์ได้เมื่อสอบภาษาต่างประเทศผ่านแล้ว

(3) การสอบวิทยานิพนธ์ ให้เป็นไปตามระเบียบและข้อบังคับของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ และการสอบวิทยานิพนธ์ที่จะได้ผลระดับ S ต้องได้มติเป็นเอกฉันท์จากคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

5.5.3 การสอบวัดคุณสมบัติ

(1) นักศึกษามีสิทธิที่จะสอบวัดคุณสมบัติ เมื่อได้สอบผ่านรายวิชาบังคับและรายวิชาเลือกอย่างน้อย 9 หน่วยกิต โดยมีค่าระดับเฉลี่ยสะสมไม่ต่ำกว่า 3.00

(2) คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จะเปิดสอบวัดคุณสมบัติ ซึ่งเป็นการสอบแบบข้อเขียนและปากเปล่า ปีการศึกษาละ 2 ครั้ง โดยคณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นผู้แต่งตั้งคณะกรรมการสอบวัดคุณสมบัติ

(3) นักศึกษาจะต้องสอบวัดคุณสมบัติให้ได้ระดับ P (ผ่าน) ภายใน 3 ครั้ง มิฉะนั้นจะถูกถอนชื่อออกจากทะเบียนนักศึกษา

5.6 การเตรียมการ

- 1) แต่งตั้งอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
- 2) อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ให้คำปรึกษาในการเลือกหัวข้อวิทยานิพนธ์ พร้อมทั้งแนะนำแนวทางการทำวิทยานิพนธ์
- 3) กำหนดให้ผู้เรียนรายงานความก้าวหน้าในการทำวิทยานิพนธ์
- 4) จัดอบรมที่เป็นประโยชน์ต่อการทำวิจัย เช่น การเขียนโปรแกรม LaTeX เป็นต้น
- 5) แต่งตั้งคณะกรรมการสอบเค้าโครงวิทยานิพนธ์
- 6) แต่งตั้งคณะกรรมการสอบป้องกันวิทยานิพนธ์

5.7 กระบวนการประเมินผล

การทำและการสอบวิทยานิพนธ์ให้เป็นไปตามข้อบังคับของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ว่าด้วยการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา พ.ศ.2561 หมวด 10 โดยมีรายละเอียดและขั้นตอนดังต่อไปนี้

- 1) คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแต่งตั้งอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อทำหน้าที่แนะนำการเขียน วิทยานิพนธ์ให้นักศึกษา
- 2) เมื่อนักศึกษาจัดทำเค้าโครงวิทยานิพนธ์เสร็จแล้ว ให้คณบดีแต่งตั้งคณะกรรมการสอบเค้าโครงวิทยานิพนธ์ อย่างน้อย 5 คน ซึ่งอย่างน้อยต้องประกอบด้วยอาจารย์ที่ปรึกษา

วิทยานิพนธ์ ที่เป็นอาจารย์ประจำมหาวิทยาลัย และผู้ทรงคุณวุฒิจากภายนอกมหาวิทยาลัยเพื่อร่วมกันสอบเค้าโครงวิทยานิพนธ์ โดยมีคุณสมบัติเป็นไปตามเกณฑ์ของสำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา (สกอ.)

- 3) เมื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เห็นว่านักศึกษาพร้อมที่จะเสนอวิทยานิพนธ์ ให้คณบดีแต่งตั้งคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์จากบุคคลในคณะกรรมการสอบเค้าโครงวิทยานิพนธ์ โดยการแต่งตั้งกรรมการเพิ่มเติม หรือเปลี่ยนแปลงกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ จะกระทำได้เฉพาะกรณีที่มีเหตุผลและความจำเป็นเท่านั้น
- 4) นักศึกษาต้องได้ค่าระดับ S ในการสอบวิทยานิพนธ์ โดยคณะกรรมการที่คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแต่งตั้ง และนำวิทยานิพนธ์ที่พิมพ์และเย็บเล่มเรียบร้อยแล้วส่งมอบให้มหาวิทยาลัยตามระเบียบ

หมวดที่ 4 ผลการเรียนรู้ กลยุทธ์การสอนและการประเมินผล

1. การพัฒนาคุณลักษณะพิเศษของนักศึกษา

คุณลักษณะพิเศษ	กลยุทธ์หรือกิจกรรมของนักศึกษา
<p>1. ความสามารถด้านวิชาการอย่างลึกซึ้งในสาขาที่ตนเองศึกษาและศาสตร์ที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน</p>	<ul style="list-style-type: none"> - จัดผู้สอนที่เชี่ยวชาญทั้งชาวไทยและชาวต่างชาติสอนในทุกวิชาที่มีในหลักสูตรรวมถึงวิชาทางคณิตศาสตร์ที่ทันสมัยทั้งด้านทฤษฎีและประยุกต์ - จัดการสอบวัดคุณสมบัติและการประมวลความรู้ที่เข้มข้นมีทั้งข้อเขียนและสอบสัมภาษณ์โดยคณะกรรมการที่มีความเชี่ยวชาญในศาสตร์นั้น ๆ - จัดและสนับสนุนให้นักศึกษาเข้าฟังเสวนาวิชาการที่มีวิทยากรเป็นผู้เชี่ยวชาญทั้งชาวไทยชาวต่างชาติอย่างสม่ำเสมอ - จัดให้มีวิชาสัมมนาในหลักสูตรที่มีลักษณะต่อเนื่องกันและทุกคนต้องร่วมฟังในหลากหลายประเภทของงานวิจัย - จัดสรรงบประมาณเพื่อสนับสนุนให้นักศึกษาเข้าร่วมประชุมวิชาการทางคณิตศาสตร์ในระดับชาติ/นานาชาติเป็นประจำทุกปี
<p>2. ความสามารถด้านการวิจัยรวมถึงการคิดวิเคราะห์/สังเคราะห์/ริเริ่มสร้างสรรค์อย่างมีเหตุผล พร้อมต่อการเปลี่ยนแปลงทางวิชาการและการเรียนรู้ด้วยตนเองตลอดชีวิต</p>	<ul style="list-style-type: none"> - จัดให้มีวิชาสัมมนาในหลักสูตรที่มีลักษณะต่อเนื่องกันภายใต้การดูแลของอาจารย์ที่ปรึกษาอย่างใกล้ชิดเพื่อเตรียมพร้อมในการนำไปสู่การทำวิจัย - สนับสนุนเงินรางวัลให้กับนักศึกษาที่มีผลงานวิจัย/วิทยานิพนธ์ ตีพิมพ์ในวารสารทั้งในระดับชาติและนานาชาติ - สนับสนุนงบประมาณให้นักศึกษาเข้าร่วมประชุม/นำเสนอผลงานวิชาการภายในประเทศ - สนับสนุนสิ่งอำนวยความสะดวกในการศึกษาค้นคว้าวิจัย เช่น มีเครื่องคอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ต พร้อมเครื่องพิมพ์ในห้องพักทำงานของนักศึกษาปริญญาเอก - จัดอบรมให้นักศึกษาเรียนรู้การค้นคว้าผลงานวิชาการและวิจัยจากฐานข้อมูลต่าง ๆ

คุณลักษณะพิเศษ	กลยุทธ์หรือกิจกรรมของนักศึกษา
3. คุณธรรม จริยธรรมและจรรยาบรรณวิชาชีพ	<ul style="list-style-type: none"> - จัดการให้ความรู้/สอดแทรก เกี่ยวกับคุณธรรมจริยธรรมที่พึงมีต่อสังคมและจรรยาบรรณเกี่ยวกับวิชาชีพ ผ่านห้องเรียน/กิจกรรมและการทำวิจัย
4. ความสามารถด้านการใช้ภาษาอังกฤษในเชิงวิชาการทั้งด้านการผลิตผลงานทางวิชาการ การเผยแพร่หรือการถ่ายทอดในระดับนานาชาติได้	<ul style="list-style-type: none"> - การเรียนการสอน /การรายงานหน้าชั้น/ทุกกิจกรรมใช้ภาษาอังกฤษในการสื่อสาร - นักศึกษาจะจบการศึกษาได้ต้องเขียนวิทยานิพนธ์และตีพิมพ์ผลงานวิจัยเป็นภาษาอังกฤษ - เชิญผู้เชี่ยวชาญชาวต่างชาติมาสอน - ให้นักศึกษาเข้าฟังการเสวนาวิชาการที่มีวิทยากรเป็นผู้เชี่ยวชาญชาวต่างชาติ - จัดประชุมนักศึกษา/อาจารย์ให้มารายงานความก้าวหน้าในการทำวิทยานิพนธ์เป็นภาษาอังกฤษต่อที่ประชุมเป็นประจำทุกภาคการศึกษา - หาแหล่งทุนและสนับสนุนให้นักศึกษาไปทำวิจัยต่างประเทศ - สนับสนุนงบประมาณให้นักศึกษาเข้าร่วมประชุมและนำเสนอผลงานวิจัยเป็นภาษาอังกฤษ - จัดอบรมแนะนำการเขียนบทความวิจัย/วิทยานิพนธ์ โดยผู้เชี่ยวชาญชาวต่างชาติ
5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ	<ul style="list-style-type: none"> - ให้มีการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเข้ากับกระบวนการเรียนการสอน - สนับสนุนสิ่งอำนวยความสะดวกในการศึกษาค้นคว้าวิจัย เช่น มีเครื่องคอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ต - จัดอบรมให้นักศึกษาเรียนรู้การค้นคว้าผลงานวิชาการและวิจัยจากฐานข้อมูลต่าง
6. ความสามารถในการทำงานเป็นทีมและทำงานร่วมกับผู้อื่นได้	<ul style="list-style-type: none"> - การให้นักศึกษาทำงานเป็นกลุ่มและช่วยงานหรือกิจกรรมทางวิชาการของสาขาวิชาอย่างสม่ำเสมอ

2. การพัฒนาผลการเรียนรู้ในแต่ละด้าน

2.1 คุณธรรม จริยธรรม

1) ผลการเรียนรู้ด้านคุณธรรม จริยธรรม

- (1) มีความซื่อสัตย์สุจริตและมีจรรยาบรรณทางวิชาการและวิชาชีพ
- (2) สามารถจัดการกับปัญหาทางคุณธรรม จริยธรรมที่ซับซ้อนที่เกี่ยวข้องกับวิชาการและวิชาชีพ
- (3) มีภาวะผู้นำในการส่งเสริมให้มีการประพฤติตามหลักคุณธรรมและจริยธรรมในที่ทำงานและชุมชน

2) กลยุทธ์การสอนที่ใช้พัฒนาการเรียนรู้ด้านคุณธรรมและจริยธรรม

- (1) สอดแทรกคุณธรรม จริยธรรม ในการเรียนการสอนทุกรายวิชา โดยให้ผู้สอนเป็นแบบอย่างที่ดีในการปฏิบัติตามจรรยาบรรณวิชาการและวิชาชีพ
- (2) ปลุกฝังให้นักศึกษามีระเบียบวินัยโดยเน้นการเข้าเรียนให้ตรงเวลา แต่งกายให้เหมาะสมกับกาลเทศะ มีสัมมาคารวะ และเข้าร่วมกิจกรรมส่งเสริมคุณธรรม จริยธรรมที่สาขาวิชา หรือ คณะ หรือ มหาวิทยาลัยจัดขึ้น
- (3) แนะนำการปฏิบัติที่ถูกต้องตามหลักคุณธรรมและจรรยาบรรณ เช่น การอ้างอิงผลงานวิชาการให้ถูกต้องและครบถ้วน และนำเสนอข้อมูลผลงานวิจัยให้ถูกต้องตรงไปตรงมา

3) กลยุทธ์การประเมินผลการเรียนรู้ด้านคุณธรรมและจริยธรรม

- (1) ประเมินจากการสังเกตความรับผิดชอบในหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย การตรงต่อเวลาในการเข้าชั้นเรียนและการส่งงาน สังเกตลักษณะการแต่งกาย กิริยามารยาทที่เหมาะสม
- (2) ประเมินในวิชาสัมมนาและวิชาอื่น ๆ ในเรื่องการอ้างอิงที่ถูกต้องและข้อมูลที่ถูกต้อง
- (3) ตรวจสอบการทำวิทยานิพนธ์ของนักศึกษาอย่างใกล้ชิดและควบคุมให้เป็นไปตามหลักคุณธรรม จริยธรรมและจรรยาบรรณในการทำวิจัย

2.2 ความรู้

1) ผลการเรียนรู้ด้านความรู้

- (1) มีความรู้ ความเข้าใจอย่างถ่องแท้และลึกซึ้งในทฤษฎี หลักการและแนวคิดที่เป็นรากฐานของคณิตศาสตร์
- (2) สามารถนำความรู้มาประยุกต์ใช้ในการศึกษาค้นคว้าทางวิชาการหรือการปฏิบัติในวิชาชีพ
- (3) สามารถพัฒนาและต่อยอดองค์ความรู้ในสาขาวิชาที่ศึกษาได้
- (4) สามารถบูรณาการความรู้ในสาขาวิชาคณิตศาสตร์กับความรู้ในศาสตร์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

2) กลยุทธ์การสอนที่ใช้พัฒนาการเรียนรู้ด้านความรู้

- (1) ใช้ผู้สอนที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญและมีความเข้าใจอย่างถ่องแท้และลึกซึ้งในทฤษฎีหลักการและแนวคิด
- (2) เชิญผู้เชี่ยวชาญที่มีคุณวุฒิ ประสบการณ์ และเป็นที่ยอมรับทั้งในและต่างประเทศมาบรรยาย
- (3) มีการสอดแทรกเนื้อหาที่ทันสมัยและเกี่ยวข้องกับเนื้อหาของรายวิชา

3) กลยุทธ์การประเมินผลการเรียนรู้ด้านความรู้

- (1) ประเมินจากผลการสอบวัดคุณสมบัติ การทดสอบวัดความรู้โดยใช้ข้อสอบ
- (2) ประเมินจากการให้นักศึกษารายงานความก้าวหน้าในการทำวิทยานิพนธ์ต่อคณะกรรมการโครงการปริญญาเอก สาขาคณิตศาสตร์
- (3) ประเมินจากการสอบวิทยานิพนธ์

2.3 ทักษะทางปัญญา

1) ผลการเรียนรู้ด้านทักษะทางปัญญา

- (1) คิดอย่างมีวิจารณญาณและสมเหตุสมผล
- (2) มีความคิดริเริ่มอย่างสร้างสรรค์ และมีความคิดในเชิงบวก
- (3) มีความใฝ่รู้ ติดตามการเปลี่ยนแปลงเพื่อพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่อง
- (4) สามารถนำความรู้ทางภาคทฤษฎีมาประยุกต์ใช้กับปัญหาที่เกี่ยวข้องทางวิชาการและวิชาชีพได้
- (5) สามารถสังเคราะห์ผลงานวิจัยหรือผลงานทางวิชาการอื่น ๆ เพื่อพัฒนางานวิจัย

2) กลยุทธ์การสอนที่ใช้พัฒนาการเรียนรู้ด้านทักษะทางปัญญา

- (1) การสอนและการทำวิจัยด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์
- (2) การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในทัศนะความคิดเชิงบวกในมุมมองของผู้เรียนและสังคม
- (3) ส่งเสริมและสนับสนุนให้นักศึกษามีการค้นคว้า ติดตามความก้าวหน้าทางวิชาการ และพัฒนาองค์ความรู้ใหม่ทางคณิตศาสตร์อย่างสม่ำเสมอ
- (4) ฝึกฝนให้นักศึกษาสามารถสังเคราะห์และบูรณาการความรู้เพื่อให้เกิดความคิดริเริ่ม และสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับศาสตร์อื่น ๆ ได้

3) กลยุทธ์การประเมินผลการเรียนรู้ด้านทักษะทางปัญญา

- (1) ประเมินจากการปฏิบัติงานจริงของนักศึกษา เช่น รายงานความก้าวหน้า การตัดสินใจแก้ปัญหาของนักศึกษาในสถานการณ์ต่าง ๆ
- (2) ประเมินจากจำนวนผลงานที่ได้รับการตีพิมพ์ในวารสารทางวิชาการ และ/หรือ รายงานงานการประชุมวิชาการของนักศึกษา
- (3) ประเมินจากการสอบโครงร่างวิทยานิพนธ์และสอบวิทยานิพนธ์

2.4 ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ

1) ผลการเรียนรู้ด้านทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ

- (1) สามารถแก้ไขปัญหาที่มีความยุ่งยาก ซับซ้อน ทางวิชาการได้ด้วยตนเอง
- (2) สามารถแสดงความคิดเห็นและจุดยืนทางวิชาการ/วิชาชีพ เพื่อชี้นำสังคมในประเด็นที่เหมาะสม และเป็นผู้ริเริ่มแสดงประเด็นใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อตนเองและส่วนรวม
- (3) มีความรับผิดชอบในการกระทำของตนเองและรับผิดชอบงานในกลุ่ม
- (4) สามารถจัดการกับความคิดเห็นที่ขัดแย้งของตนเองกับผู้อื่นได้อย่างเหมาะสม
- (5) สามารถแสดงภาวะผู้นำหรือผู้ตามในการทำงานกลุ่ม ได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ
- (6) มีความรับผิดชอบการพัฒนาการเรียนรู้ทั้งของตนเองและทางวิชาชีพอย่างต่อเนื่อง

2) กลยุทธ์การสอนที่ใช้ในการพัฒนาการเรียนรู้ด้านทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ

- (1) มีการจัดการเรียนการสอนที่มีการมอบหมายงานให้นักศึกษาไปค้นคว้า ทำรายงานเป็นกลุ่ม และมีกระบวนการรายงานความก้าวหน้า เพื่อประเมินตนเองและเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไข
- (2) มีการรายงานความก้าวหน้า และการนำเสนอผลการวิจัยต่อที่ประชุมวิชาการทางคณิตศาสตร์
- (3) มีกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่เป็นผู้ทรงคุณวุฒิจากภายนอก

3) กลยุทธ์การประเมินผลการเรียนรู้ด้านทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ

- (1) ประเมินจากพฤติกรรมและการแสดงออกของนักศึกษาในกิจกรรมต่าง ๆ ที่ทำร่วมกัน
- (2) ประเมินจากการนำเสนอผลงานและการเขียนรายงาน
- (3) ประเมินจากผลการสอบวิทยานิพนธ์และข้อเสนอแนะจากคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทั้งภายในและภายนอกมหาวิทยาลัย

2.5 ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

1) ผลลัพธ์การเรียนรู้ด้านทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

- (1) สามารถคัดสรรและวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้เทคโนโลยี เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหาและศึกษาค้นคว้า ทำการวิจัย ได้อย่างเหมาะสม
- (2) สามารถใช้คอมพิวเตอร์ เทคโนโลยีสารสนเทศและโปรแกรมทางคณิตศาสตร์ได้ อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ

- (3) มีทักษะการพูด การเขียน และสามารถเลือกรูปแบบการนำเสนอและรายงานผลโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศได้อย่างเหมาะสม
- (4) สามารถเผยแพร่ผลงาน และสื่อสารกับบุคคลกลุ่มต่าง ๆ ทั้งในวงการศึกษาการและวิชาชีพได้อย่างเหมาะสม และมีประสิทธิภาพ

2) กลยุทธ์การสอนที่ใช้ในการพัฒนาการเรียนรู้ด้านทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

- (1) มีการสื่อสารระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารหลากหลายรูปแบบ เช่น การส่งและมอบหมายงานผ่านทางจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ ให้เอกสารประกอบการสอนและสื่อการสอนต่าง ๆ ผ่านทางระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เป็นต้น
- (2) ให้นักศึกษารายงานความก้าวหน้าของการทำวิทยานิพนธ์อย่างสม่ำเสมอ เพื่อเป็นการฝึกฝน และพัฒนาความสามารถในการสื่อสาร
- (3) ให้นักศึกษา ศึกษา ค้นคว้าและนำเสนอผลงานวิชาการในรายวิชาสัมมนาหรือรายวิชาที่เกี่ยวข้องและส่งเสริมให้นักศึกษานำเสนอผลงานวิจัยต่อสาธารณชนในที่ประชุมวิชาการหรือวารสารวิชาการ

3) กลยุทธ์การประเมินผลลัพธ์การเรียนรู้ด้านทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

- (1) ประเมินจากงานที่นำเสนอที่มีการใช้คณิตศาสตร์ในการทำวิจัย
- (2) ประเมินจากกิจกรรมต่าง ๆ ที่มีการนำเสนอโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ
- (3) ประเมินจากรูปแบบวิธีการและการใช้เทคโนโลยีในการนำเสนองานที่ได้รับมอบหมาย และการรายงานความก้าวหน้าของการทำวิทยานิพนธ์

3. แผนที่แสดงการกระจายความรับผิดชอบมาตรฐานผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา (Curriculum Mapping)

ผลการเรียนรู้ในตารางมีความหมายดังนี้

3.1 คุณธรรม จริยธรรม

- 1) มีความซื่อสัตย์สุจริตและมีจรรยาบรรณทางวิชาการและวิชาชีพ
- 2) สามารถจัดการกับปัญหาทางคุณธรรม จริยธรรมที่ซับซ้อนที่เกี่ยวข้องกับวิชาการและวิชาชีพ
- 3) มีภาวะผู้นำในการส่งเสริมให้มีการประพฤติตามหลักคุณธรรมและจริยธรรมในที่ทำงานและชุมชน

3.2 ความรู้

- 1) มีความรู้ ความเข้าใจอย่างถ่องแท้และลึกซึ้งในทฤษฎี หลักการและแนวคิดที่เป็นรากฐานของคณิตศาสตร์
- 2) สามารถนำความรู้มาประยุกต์ใช้ในการศึกษาค้นคว้าทางวิชาการหรือการปฏิบัติในวิชาชีพ
- 3) สามารถพัฒนาและต่อยอดองค์ความรู้ในสาขาวิชาที่ศึกษาได้
- 4) สามารถบูรณาการความรู้ในสาขาวิชาคณิตศาสตร์กับความรู้ในศาสตร์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

3.3 ทักษะทางปัญญา

- 1) คิดอย่างมีวิจารณญาณและสมเหตุสมผล
- 2) มีความคิดริเริ่มอย่างสร้างสรรค์ และมีความคิดในเชิงบวก
- 3) มีความใฝ่รู้ ติดตามการเปลี่ยนแปลงเพื่อพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่อง
- 4) สามารถนำความรู้ทางภาคทฤษฎีมาประยุกต์ใช้กับปัญหาที่เกี่ยวข้องทางวิชาการและวิชาชีพได้
- 5) สามารถสังเคราะห์ผลงานวิจัยหรือผลงานทางวิชาการอื่น ๆ เพื่อพัฒนางานวิจัย

3.4 ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ

- 1) สามารถแก้ไขปัญหามีความยุ่งยาก ซับซ้อน ทางวิชาการได้ด้วยตนเอง
- 2) สามารถแสดงความคิดเห็นและจุดยืนทางวิชาการ/วิชาชีพ เพื่อชี้แนะสังคมในประเด็นที่เหมาะสม และเป็นผู้ริเริ่มแสดงประเด็นใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อตนเองและส่วนรวม
- 3) มีความรับผิดชอบในการกระทำของตนเองและรับผิดชอบต่องานในกลุ่ม
- 4) สามารถจัดการกับความขัดแย้งของตนเองกับผู้อื่นได้อย่างเหมาะสม
- 5) สามารถแสดงภาวะผู้นำหรือผู้ตามในการทำงานกลุ่ม ได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ
- 6) มีความรับผิดชอบการพัฒนาการเรียนรู้ทั้งของตนเองและทางวิชาชีพอย่างต่อเนื่อง

3.5 ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

- 1) สามารถคัดสรรและวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้เทคโนโลยี เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหาและศึกษาค้นคว้า ทำการวิจัย ได้อย่างเหมาะสม
- 2) สามารถใช้คอมพิวเตอร์ เทคโนโลยีสารสนเทศและโปรแกรมทางคณิตศาสตร์ได้ อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ
- 3) มีทักษะการพูด การเขียน และสามารถเลือกรูปแบบการนำเสนอและรายงานผลโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศได้อย่างเหมาะสม
- 4) สามารถเผยแพร่ผลงาน และสื่อสารกับบุคคลกลุ่มต่าง ๆ ทั้งในวงการศึกษาและวิชาชีพได้อย่างเหมาะสม และมีประสิทธิภาพ

แผนที่แสดงการกระจายความรับผิดชอบมาตรฐานผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา (Curriculum Mapping)

● ความรับผิดชอบหลัก ○ ความรับผิดชอบรอง

รายวิชา	1. คุณธรรม จริยธรรม			2. ความรู้				3. ทักษะทางปัญญา					4. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่าง บุคคลและความรับผิดชอบ						5. ทักษะการ วิเคราะห์เชิง ตัวเลขการสื่อสาร และเทคโนโลยี สารสนเทศ				
	1	2	3	1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	
วิชาบังคับ																							
ค.811 การวิเคราะห์ขั้นสูง	○	●		●		○		●		○				○				●	○				
ค.812 พีชคณิตขั้นสูง	○	●		●		○		●		○				○				●	○				
ค.891 สัมมนา 1	○	○	●	○	○	●	○	●	●	●	○	●	○	○	○	●	●	○	●	●	●	●	●
ค.892 สัมมนา 2	○	○	●	○	○	●	○	●	●	●	○	●	○	○	○	●	●	○	●	●	●	●	●
ค.893 สัมมนา 3	○	○	●	○	○	●	○	●	●	●	○	●	○	○	○	●	●	○	●	●	●	●	●
วิชาเลือก																							
ค.806 ตรรกศาสตร์วิภาษและเซตวิภาษขั้นสูง	○	●		●				●			○		○					●	○				
ค.807 รากฐานคณิตศาสตร์	○	●		●				●			○		○					●	○				
ค.816 พีชคณิตนามธรรมขั้นสูง	○	●		●				●			○		○					●	○				
ค.817 ทฤษฎีแคตาคอรี	○	●		●				●			○		○					●	○				
ค.818 พีชคณิตลี	○	●		●				●			○		○					●	○				
ค.819 ทฤษฎีตัวแทนของพีชคณิตลี	○	●		●				●			○		○					●	○				

รายวิชา	1. คุณธรรม จริยธรรม			2. ความรู้				3. ทักษะทางปัญญา					4. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่าง บุคคลและความรับผิดชอบ						5. ทักษะการ วิเคราะห์เชิง ตัวเลขการสื่อสาร และเทคโนโลยี สารสนเทศ				
	1	2	3	1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	
ค.826 ทฤษฎีเมเชอร์	○	●		●				●			○		○					●	○				
ค.827 สมการเชิงฟังก์ชันและการประยุกต์	○	●		●				●			○		○					●	○				
ค.828 ทฤษฎีจุดตรึงเชิงระยะทางสมัยใหม่และการประยุกต์	○	●		●	○			●			○		○					●	○				
ค.829 การวิเคราะห์ฟังก์ชันขั้นสูงและการประยุกต์	○	●		●	○			●			○		○					●	○				
ค.836 ทอพอโลยีขั้นสูง	○	●		●				●			○		○					●	○				
ค.837 เรขาคณิตเชิงอนุพันธ์	○	●		●				●			○		○					●	○				
ค.838 เรขาคณิตไม่สลับที่	○	●		●				●			○		○					●	○				
ค.846 การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์และการประยุกต์	○	●		●	○			●			○		○					●	○				
ค.847 สมการเชิงอนุพันธ์สามัญ	○	●		●				●			○		○					●	○				
ค.848 สมการเชิงอนุพันธ์ย่อย	○	●		●				●			○		○					●	○				
ค.856 ทฤษฎีการหาค่าเหมาะสมที่สุดและการประยุกต์	○	●		●	○			●			○		○					●	○				
ค.857 ทฤษฎีกำหนดการเชิงเส้นและการคำนวณ	○	●		●				●			○		○					●	○				
ค.858 ทฤษฎีกราฟและการประยุกต์	○	●		●	○			●			○		○					●	○				
ค.866 การวิเคราะห์เชิงตัวเลขและการประยุกต์	○	●		●	○			●			○		○					●	○				
ค.867 ระเบียบวิธีสมาชิกจำกัดและการประยุกต์	○	●		●	○			●			○		○					●	○				
ค.868 ขั้นตอนวิธีจุดตรึงและการประยุกต์	○	●		●	○			●			○		○					●	○				
ค.876 คณิตศาสตร์สำหรับฟิสิกส์ควอนตัม	○	●		●				●			○		○					●	○				

รายวิชา	1. คุณธรรม จริยธรรม			2. ความรู้				3. ทักษะทางปัญญา					4. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่าง บุคคลและความรับผิดชอบ						5. ทักษะการ วิเคราะห์เชิง ตัวเลขการสื่อสาร และเทคโนโลยี สารสนเทศ			
	1	2	3	1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4
ค.886 หัวข้อพิเศษทางคณิตศาสตร์ชั้นสูง 1	●	○	○	●	●	○	●	●	○	○	●	○	○	○	○	○	○	●	○	○	○	○
ค.887 หัวข้อพิเศษทางคณิตศาสตร์ชั้นสูง 2	●	○	○	●	●	○	●	●	○	○	●	○	○	○	○	○	○	●	○	○	○	○
วิทยานิพนธ์																						
ค.900 วิทยานิพนธ์	●	○	○	●	●	○	●	●	○	○	●	○	●	●	●	○	○	●	○	●	●	●

4. ความคาดหวังของผลลัพธ์การเรียนรู้เมื่อสิ้นปีการศึกษา

ชั้นปี	ความรู้ ทักษะ ทศนคติ หรืออื่นๆ ที่นักศึกษาจะได้รับเมื่อเรียนจบแต่ละชั้นปี
1	นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต่อการวิจัย
2	นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการวิจัยขั้นพื้นฐาน และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ถูกต้อง
3	นักศึกษาสามารถสร้างองค์ความรู้ใหม่ทางคณิตศาสตร์ ตลอดจนสร้างงานวิจัยขั้นสูง ซึ่งสามารถตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสารวิชาการระดับนานาชาติที่มีคุณภาพ

หลักเกณฑ์ในการประเมินผลนักศึกษา

1. กฎระเบียบหรือหลักเกณฑ์ในการให้ระดับคะแนน (เกรด)

1.1 การวัดผลให้เป็นไปตามข้อบังคับมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ว่าด้วยการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา พ.ศ.2561 ข้อ 34, 47-48, 55, 69-76, 80, 81

1.2 การวัดผลการศึกษาแบ่งเป็น 9 ระดับ มีชื่อและค่าระดับต่อหนึ่งหน่วยกิตดังต่อไปนี้

ระดับ	A	A ⁻	B ⁺	B	B ⁻	C ⁺	C	D	F
ค่าระดับ	4.00	3.67	3.33	3.00	2.67	2.33	2.00	1.00	0.00

2. กระบวนการทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษา

2.1 การทวนสอบมาตรฐานผลการเรียนรู้ขณะนักศึกษายังไม่สำเร็จการศึกษา

กำหนดระบบการทวนสอบผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ของนักศึกษา เป็นส่วนหนึ่งของระบบการประกันคุณภาพภายในของสถาบันอุดมศึกษาที่จะต้องทำความเข้าใจตรงกันทั้งมหาวิทยาลัย และนำไปดำเนินการจนบรรลุผลสัมฤทธิ์ ซึ่งผู้ประเมินภายนอกจะต้องสามารถตรวจสอบได้

2.1.1 การทวนสอบในระดับรายวิชาทำโดยให้นักศึกษาประเมินการเรียนการสอนในระดับรายวิชาแล้วอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรและคณะกรรมการบริหารหลักสูตร จะทำการพิจารณาผลการประเมินและผลการเรียนในแต่ละรายวิชา เพื่อที่จะทำการปรับปรุงและพัฒนาการเรียนการสอนต่อไป ซึ่งการทวนสอบในแต่ละรายวิชานั้นใช้การทวนสอบจากคะแนนข้อสอบ งานที่มอบหมาย รายงาน การค้นคว้า และกรณีศึกษา สำหรับรายวิชาสัมมนาและวิทยานิพนธ์ ใช้การทวนสอบจากรายงานความก้าวหน้า รายงานฉบับสมบูรณ์ รายงานผลการสอบวิชาสัมมนา รายงานผลการสอบเค้าโครงวิทยานิพนธ์ และผลการสอบวิทยานิพนธ์

2.1.2 การทวนสอบในระดับหลักสูตรทำโดยมีระบบประกันคุณภาพภายในสถาบันการศึกษา ดำเนินการสอบมาตรฐานผลการเรียนรู้และรายงานผล

2.2 การทวนสอบมาตรฐานผลการเรียนรู้หลังจากนักศึกษาสำเร็จการศึกษา

สามารถทำได้โดยมีการดำเนินการทวนสอบมาตรฐาน ดังนี้

2.2.1 สํารวจข้อมูลความพึงพอใจต่อคุณภาพของหลักสูตรจากศิษย์บัณฑิต

2.2.2 สํารวจข้อมูลจำนวนศิษย์บัณฑิตที่ได้งานทำ

2.2.3 สํารวจข้อมูลความพึงพอใจต่อความสามารถของศิษย์บัณฑิตจากผู้ใช้ศิษย์บัณฑิต และนำผลจากการสำรวจที่ได้มาพัฒนาปรับปรุงกระบวนการเรียนการสอนและหลักสูตร

3. เกณฑ์การสำเร็จการศึกษาตามหลักสูตร

3.1 ได้ศึกษาลักษณะวิชาต่าง ๆ ครบตามโครงสร้างหลักสูตร และมีหน่วยกิตสะสมไม่น้อยกว่า 51 หน่วยกิต

3.2 ได้ค่าระดับเฉลี่ยสะสมไม่ต่ำกว่า 3.00 (จากระบบ 4 ระดับคะแนน)

3.3 ได้ค่าระดับ P (ผ่าน) ในการสอบภาษาต่างประเทศ ตามเกณฑ์ที่มหาวิทยาลัยกำหนด

3.4 ได้ระดับ P (ผ่าน) ในการสอบวัดคุณสมบัติ

3.5 ได้ระดับ P (ผ่าน) ในวิชาสัมมนา

3.6 ได้ระดับ S (ใช้ได้) ในการสอบวิทยานิพนธ์ โดยการสอบปากเปล่าขั้นสุดท้ายโดยคณะกรรมการที่ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แต่งตั้ง ซึ่งต้องประกอบด้วยผู้ทรงคุณวุฒิจากภายในและภายนอกสถาบัน โดยต้องเป็นระบบเปิดให้ผู้สนใจเข้ารับฟังได้ และนำส่งวิทยานิพนธ์ฉบับสมบูรณ์ตามประกาศมหาวิทยาลัยว่าด้วยวิทยานิพนธ์ สารนิพนธ์ และการค้นคว้าอิสระ

3.7 ผลงานวิทยานิพนธ์หรือส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ต้องได้รับการตีพิมพ์หรืออย่างน้อยได้รับการยอมรับให้ตีพิมพ์ในวารสารระดับนานาชาติที่มีคุณภาพตามประกาศคณะกรรมการการอุดมศึกษา เรื่อง หลักเกณฑ์การพิจารณาวารสารทางวิชาการสำหรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ อย่างน้อย 1 เรื่อง โดยผลงานทุกชิ้นต้องอยู่ในฐานข้อมูล scopus หรือ ISI เท่านั้น

3.8 ต้องมีการนำเสนอผลงานในที่ประชุมวิชาการระดับนานาชาติอย่างน้อย 1 ครั้ง

3.9 ต้องปฏิบัติตามเงื่อนไขอื่น ๆ ที่คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ กำหนด