

หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์
(หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2563)

ภาควิชาคณิตศาสตร์

ชื่อหลักสูตร

ภาษาไทย หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์
ภาษาอังกฤษ Master of Science Program in Mathematics

ชื่อปริญญาและสาขาวิชา

ภาษาไทย วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (คณิตศาสตร์)
วท.ม. (คณิตศาสตร์)
ภาษาอังกฤษ Master of Science (Mathematics)
M.Sc. (Mathematics)

สถานที่จัดการเรียนการสอน

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร พระราชวังสนามจันทร์ นครปฐม

วัตถุประสงค์ของหลักสูตร

1. เพื่อผลิตมหาบัณฑิตทางคณิตศาสตร์ที่มีคุณภาพ มีความรู้ ความเข้าใจ และสามารถถ่ายทอดองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างดี
2. เพื่อผลิตมหาบัณฑิตทางคณิตศาสตร์ที่มีศักยภาพในการทำงานวิจัยเพื่อเผยแพร่ทั้งในระดับชาติหรือระดับนานาชาติ
3. เพื่อผลิตมหาบัณฑิตทางคณิตศาสตร์ที่มีคุณธรรม จริยธรรมในการทำวิจัยและการเผยแพร่ผลงานวิจัย
4. เพื่อผลิตมหาบัณฑิตที่มีความรับผิดชอบ ซื่อสัตย์ มีวินัย และสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คุณสมบัติของผู้เข้าศึกษา

1. ต้องสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีสาขาวิชาคณิตศาสตร์ หรือสาขาวิชาที่เกี่ยวข้องโดยต้องสอบผ่านรายวิชาคณิตศาสตร์ระดับปริญญาตรีหรือเทียบเท่าไม่น้อยกว่า 12 หน่วยกิต
2. มีคุณสมบัติครบถ้วนตามข้อบังคับมหาวิทยาลัยศิลปากรว่าด้วยการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา พ.ศ. 2561 ข้อ 6 และ/หรือที่มีการเปลี่ยนแปลงภายหลัง
3. มีคุณสมบัติอื่น ๆ ตามที่บัณฑิตวิทยาลัยกำหนด

โครงสร้างหลักสูตร

แผน ก แบบ ก 2 ประกอบด้วย

วิชาบังคับ จำนวน	10	หน่วยกิต
วิชาบังคับเลือก จำนวน	9	หน่วยกิต
วิชาเลือก จำนวนไม่น้อยกว่า	9	หน่วยกิต
วิทยานิพนธ์ (มีค่าเทียบเท่า)	12	หน่วยกิต
จำนวนหน่วยกิตตลอดหลักสูตรไม่น้อยกว่า	40	หน่วยกิต

รายวิชา

1. วิชาบังคับ จำนวน 10 หน่วยกิต

511 511	รากฐานคณิตศาสตร์ (Foundations of Mathematics)	3(3-0-6)
511 521	คณิตวิเคราะห์ (Mathematical Analysis)	3(3-0-6)
511 585	เครื่องมือทางคอมพิวเตอร์สำหรับนักศึกษาคณิตศาสตร์ (Computer Tools for Mathematics Students)	1(0-2-1)
511 591	การศึกษาวิจัยทางคณิตศาสตร์ (Research Study in Mathematics)	1(0-2-1)
511 594	สัมมนาทางคณิตศาสตร์ 1 (Seminar in Mathematics I)	1(0-2-1)
511 595	สัมมนาทางคณิตศาสตร์ 2 (Seminar in Mathematics II)	1(0-2-1)

2. วิชาบังคับเลือก จำนวน 9 หน่วยกิต โดยนักศึกษาต้องลงทะเบียนรายวิชาอย่างน้อย 2 กลุ่มวิชา จาก 3 กลุ่มวิชาต่อไปนี้

2.1 กลุ่มวิชาพีชคณิต

511 512	พีชคณิตนามธรรม 1 (Abstract Algebra I)	3(3-0-6)
511 513	พีชคณิตนามธรรม 2 (Abstract Algebra II)	3(3-0-6)
511 514	พีชคณิตเชิงเส้นกับการประยุกต์ (Linear Algebra with Applications)	3(3-0-6)

2.2 กลุ่มวิชาการวิเคราะห์

511 522	การวิเคราะห์เชิงจริง 1 (Real Analysis I)	3(3-0-6)
511 524	การวิเคราะห์เชิงฟังก์ชัน (Functional Analysis)	3(3-0-6)
511 525	การวิเคราะห์เชิงซ้อน (Complex Analysis)	3(3-0-6)

2.3 กลุ่มวิชาคณิตศาสตร์ประยุกต์

511 561	ทฤษฎีของสมการเชิงอนุพันธ์สามัญ (Theory of Ordinary Differential Equations)	3(3-0-6)
511 562	สมการเชิงอนุพันธ์ย่อย (Partial Differential Equations)	3(3-0-6)
511 572	การวิเคราะห์เชิงตัวเลข (Numerical Analysis)	3(3-0-6)

3. วิชาเลือก จำนวนไม่น้อยกว่า 9 หน่วยกิต โดยนักศึกษาสามารถเลือกจากรายวิชาต่อไปนี้ หรือ รายวิชาในวิชาบังคับเลือก หรือรายวิชาในหลักสูตรอื่นในระดับบัณฑิตศึกษาของภาควิชาฯ ภายใต้การยินยอมของ ภาควิชาฯ

511 515	พีชคณิตเชิงเส้นขั้นสูง (Advanced Linear Algebra)	3(3-0-6)
511 516	พีชคณิตเอกภาพ (Universal Algebra)	3(3-0-6)
511 517	ทฤษฎีรหัสเชิงพีชคณิต (Algebraic Coding Theory)	3(3-0-6)
511 523	การวิเคราะห์เชิงจริง 2 (Real Analysis II)	3(3-0-6)
511 531	ทอพอโลยี (Topology)	3(3-0-6)
511 532	แมนิโฟลด์หาอนุพันธ์ได้ (Differentiable Manifolds)	3(3-0-6)
511 533	ลี้กรุปและลี้พีชคณิต (Lie Groups and Lie Algebras)	3(3-0-6)
511 534	เรขาคณิตเชิงพีชคณิต (Algebraic Geometry)	3(3-0-6)
511 541	ทฤษฎีจำนวนเชิงวิเคราะห์ (Analytic Number Theory)	3(3-0-6)
511 551	คณิตศาสตร์เชิงการจัด (Combinatorics)	3(3-0-6)
511 552	ทฤษฎีกราฟ (Graph Theory)	3(3-0-6)
511 553	คณิตศาสตร์เชิงการจัดขั้นสูง (Advanced Combinatorics)	3(3-0-6)
511 571	การสร้างแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical Modeling)	3(3-0-6)
511 573	ทฤษฎีเชิงคณิตศาสตร์ของปัญหาผกผัน (Mathematical Theory of Inverse Problems)	3(3-0-6)
511 574	วิธีเชิงตัวเลขสำหรับสมการเชิงอนุพันธ์ย่อย (Numerical Methods for Partial Differential Equations)	3(3-0-6)
511 575	คณิตศาสตร์การเงิน (Financial Mathematics)	3(3-0-6)
511 576	ทฤษฎีความน่าจะเป็น (Probability Theory)	3(3-0-6)
511 577	กระบวนการสโตแคสติก (Stochastic Processes)	3(3-0-6)
511 581	เทคนิคมัลติกริดสำหรับสมการเชิงอนุพันธ์ (Multigrid Techniques for Differential Equations)	3(3-0-6)

511 582	วิธีการเชิงตัวเลขสำหรับการลงทะเบียนภาพ (Numerical Methods for Image Registration)	3(3-0-6)
511 583	เทคนิคแปรผันและสมการเชิงอนุพันธ์ย่อยในการประมวลผลภาพ (Variational Techniques and Partial Differential Equations in Image Processing)	3(3-0-6)
511 584	การหาค่าเหมาะสมที่สุด (Optimization)	3(3-0-6)
511 701	เรื่องคัดเฉพาะทางคณิตศาสตร์ 1 (Selected Topics in Mathematics I)	3(3-0-6)
511 702	เรื่องคัดเฉพาะทางคณิตศาสตร์ 2 (Selected Topics in Mathematics II)	3(3-0-6)
511 711	เรื่องคัดเฉพาะทางพีชคณิต (Selected Topics in Algebra)	3(3-0-6)
511 712	เรื่องคัดเฉพาะทางทฤษฎีรหัส (Selected Topics in Coding Theory)	3(3-0-6)
511 721	เรื่องคัดเฉพาะทางการวิเคราะห์ (Selected Topics in Analysis)	3(3-0-6)
511 731	เรื่องคัดเฉพาะทางเรขาคณิต (Selected Topics in Geometry)	3(3-0-6)
511 741	เรื่องคัดเฉพาะทางทฤษฎีจำนวน (Selected Topics in Number Theory)	3(3-0-6)
511 751	เรื่องคัดเฉพาะทางคณิตศาสตร์เชิงการจัด (Selected Topics in Combinatorics)	3(3-0-6)
511 752	เรื่องคัดเฉพาะทางทฤษฎีกราฟ (Selected Topics in Graph Theory)	3(3-0-6)
511 761	เรื่องคัดเฉพาะทางสมการเชิงอนุพันธ์ (Selected Topics in Differential Equations)	3(3-0-6)
511 771	เรื่องคัดเฉพาะทางคณิตศาสตร์ประยุกต์ (Selected Topics in Applied Mathematics)	3(3-0-6)
511 781	เรื่องคัดเฉพาะทางวิทยาการคอมพิวเตอร์ (Selected Topics in Computational Science)	3(3-0-6)
511 782	เรื่องคัดเฉพาะทางการหาค่าเหมาะสมที่สุด (Selected Topics in Optimization)	3(3-0-6)

4. วิทยานิพนธ์ (มีค่าเทียบเท่า) 12 หน่วยกิต

511 691	วิทยานิพนธ์ (Thesis)	มีค่าเทียบเท่า 12 หน่วยกิต
---------	-------------------------	----------------------------

คำอธิบายรายวิชา

- 511 511 รากฐานคณิตศาสตร์ 3(3-0-6)**
(Foundations of Mathematics)
ตรรกศาสตร์และการพิสูจน์ ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน จำนวนเชิงการนับของเซต การดำเนินการ ผล
แบ่งกันและความสัมพันธ์สมมูล ทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น
Logic and proofs. Relations. Functions. Cardinal numbers of sets. Operations.
Partitions and equivalence relations. Introduction to number theory.
- 511 512 พีชคณิตนามธรรม 1 3(3-0-6)**
(Abstract Algebra I)
เงื่อนไข: โดยความยินยอมของภาควิชาคณิตศาสตร์
กรุป กรุปแอคชัน ทฤษฎีบทซิลโลและการประยุกต์ กรุปอาบีเลียนจำกัด สมบัติพื้นฐานของริง โดเมน
ของการแยกตัวประกอบได้อย่างเดียว ริงพหุนาม พิลด์และภาคขยายพิลด์
Groups. Group actions. Sylow theorems and applications. Finite abelian groups.
Basic properties of rings. Unique factorization domains. Polynomial rings. Fields and field
extensions.
- 511 513 พีชคณิตนามธรรม 2 3(3-0-6)**
(Abstract Algebra II)
วิชาบังคับก่อน: 511 512 พีชคณิตนามธรรม 1
หรือโดยความยินยอมของภาควิชาคณิตศาสตร์
ทฤษฎีบทจอร์แดน-โฮลเดอร์ โซลเวเบิลกรุป การจำแนกภาคขยายพิลด์ ภาคขยายเชิงพีชคณิต
ภาคขยายเชิงอดิศัย ภาคขยายแบบปรกติและภาคขยายแบบแยกกันได้ ทฤษฎีกาลัว มอดูล
Jordan-Hölder theorem. Solvable groups. Classification of field extensions: algebraic,
transcendental, normal, and separable extensions. Galois theory. Modules.
- 511 514 พีชคณิตเชิงเส้นกับการประยุกต์ 3(3-0-6)**
(Linear Algebra with Applications)
ปริภูมิเวกเตอร์ การแปลงเชิงเส้น ฟังก์ชันนัลเชิงเส้น วิธีการแนวทแยง รูปแบบบัญญัติจอร์แดน
ปริภูมิผลคูณภายใน ฐานหลักเชิงตั้งฉากปรกติ การแยกเชิงสเปกตรัม การประยุกต์
Vector spaces. Linear transformations. Linear functionals. Diagonalization. Jordan
canonical forms. Inner product spaces. Orthonormal bases. Spectral decompositions. Applications.
- 511 515 พีชคณิตเชิงเส้นขั้นสูง 3(3-0-6)**
(Advanced Linear Algebra)
วิชาบังคับก่อน: 511 514 พีชคณิตเชิงเส้นกับการประยุกต์
หรือโดยความยินยอมของภาควิชาคณิตศาสตร์
การศึกษาพีชคณิตเชิงเส้นอย่างเคร่งครัด ปริภูมิผลหาร ปริภูมิคู่กัน ทฤษฎีบทเคย์เลย์-แฮมิลตันและ
พหุนามต่ำสุด รูปแบบบัญญัติ รูปแบบเชิงเส้นคู่ รูปแบบกำลังสองและรูปแบบเฮอร์มิเทียน ฟังก์ชันเชิงหลายเส้นและ
ผลคูณเทนเซอร์

Rigorous treatment of linear algebra. Quotient spaces. Dual spaces. Cayley-Hamilton theorem and minimal polynomials. Canonical forms. Bilinear, quadratic, and Hermitian forms. Multilinear functions and tensor products.

511 516 พีชคณิตเอกภพ 3(3-0-6)

(Universal Algebra)

วิชาบังคับก่อน: 511 512 พีชคณิตนามธรรม 1

หรือโดยความยินยอมของภาควิชาคณิตศาสตร์

แลตทิซและอันดับ มูลฐานของพีชคณิตเอกภพ ทฤษฎีบทการแทนด้วยผลคูณย่อยของเบอร์กอฟฟ์ พีชคณิตอิสระ คลาสของไอเควชันและทฤษฎีบทวาไรตี้ของเบอร์กอฟฟ์ เงื่อนไขแบบมัลเซฟ หัวข้อคัดเฉพาะที่อยู่ในความสนใจ

Lattices and orders. Elements of universal algebra. Birkhoff's subdirect representation theorem. Free algebras. Equational classes and Birkhoff's variety theorem. Mal'cev-type conditions. Selected topics of interest.

511 517 ทฤษฎีรหัสเชิงพีชคณิต 3(3-0-6)

(Algebraic Coding Theory)

วิชาบังคับก่อน: 511 512 พีชคณิตนามธรรม 1

หรือโดยความยินยอมของภาควิชาคณิตศาสตร์

การตรวจพบและการแก้ไขข้อผิดพลาด การเข้ารหัสและการถอดรหัสฟิลด์จำกัด รหัสเชิงเส้น รหัสวัฏจักรและรหัสปีซีเอช การแจกแจงน้ำหนัก ขอบเขตในทางทฤษฎีรหัสและการสร้างรหัส รหัสตั้งฉากในตัวเอง รหัสคู่กันในตัวเอง รหัสคู่กันแบบเติมเต็มและการประยุกต์

Error detection and correction. Encoding and decoding. Finite fields. Linear codes. Cyclic and BCH codes. Weight distributions. Bounds in coding theory and constructions of codes. Self-orthogonal codes, self-dual codes, complementary dual codes, and applications.

511 521 คณิตวิเคราะห์ 3(3-0-6)

(Mathematical Analysis)

ระบบจำนวนจริง ปริภูมิอิงระยะทางและปริภูมิโทพอโลยี ลำดับ อนุกรม ฟังก์ชันต่อเนื่อง อนุพันธ์ ปริพันธ์แบบรีมันน์ ลำดับและอนุกรมของฟังก์ชัน

Real number system. Metric and topological spaces. Sequences. Series. Continuous functions. Derivatives. Riemann integrals. Sequences and series of functions.

511 522 การวิเคราะห์เชิงจริง 1 3(3-0-6)

(Real Analysis I)

พีชคณิตของเซต เมเชอร์ภายนอก เมเชอร์เลอเบก ฟังก์ชันหาเลอเบกเมเชอร์ได้ ปริพันธ์แบบรีมันน์ และปริพันธ์แบบเลอเบก การหาอนุพันธ์และการหาปริพันธ์ ปริภูมิ L^p

Algebras of sets. Outer measure. Lebesgue measure. Lebesgue measurable functions. Riemann and Lebesgue integrals. Differentiation and integration. L^p spaces.

511 523	การวิเคราะห์เชิงจริง 2 (Real Analysis II) วิชาบังคับก่อน: 511 522 การวิเคราะห์เชิงจริง 1 หรือโดยความยินยอมของภาควิชาคณิตศาสตร์ ปริภูมิเมเชอร์นามธรรม ฟังก์ชันหาเมเชอร์ได้ การหาปริพันธ์ ภาวะการลู่เข้า เมเชอร์ผลคูณ ปริภูมิ L^p นามธรรม Abstract measure spaces. Measurable functions. Integration. Modes of convergence. Product measures. Abstract L^p spaces.	3(3-0-6)
511 524	การวิเคราะห์เชิงฟังก์ชัน (Functional Analysis) ปริภูมินอร์ม ปริภูมิบานาค ตัวดำเนินการเชิงเส้นและฟังก์ชันนัลมีขอบเขต ทฤษฎีบทการส่งเปิด ทฤษฎีบทการปิด หลักความมีขอบเขตเอกรูป ทฤษฎีบทภาคขยายของฮาห์น-บานาค ปริภูมิผลคูณภายใน ปริภูมิฮิลเบิร์ต ภาวะเชิงตั้งฉาก ทฤษฎีบทตัวแทนรีซซ์ ตัวดำเนินการผูกพัน ตัวดำเนินการกระชับ Normed spaces. Banach spaces. Bounded linear operators and functionals. Open mapping theorem. Closed graph theorem. Uniform boundedness principle. Hahn-Banach extension theorem. Inner product spaces. Hilbert spaces. Orthogonality. Riesz representation theorem. Adjoint operators. Compact operators.	3(3-0-6)
511 525	การวิเคราะห์เชิงซ้อน (Complex Analysis) ฟังก์ชันวิเคราะห์ การหาปริพันธ์เชิงซ้อน ทฤษฎีบทของโคชีและการประยุกต์ ภาวะเอกฐาน ส่วนตกค้างและการประยุกต์ หลักการสูงสุด วงศ์ปรกติและทฤษฎีบทของมอนเทล ทฤษฎีบทการส่งของรีมันน์ ฟังก์ชันฮาร์มอนิก Analytic functions. Complex integration. Cauchy's theorem and applications. Singularities. Residues and applications. Maximum principles. Normal families and Montel's theorem. Riemann's mapping theorem. Harmonic functions.	3(3-0-6)
511 531	ทอพอโลยี (Topology) ปริภูมิทอพอโลยี ปริภูมิกระชับและปริภูมิกระชับเฉพาะที่ ปริภูมิเชื่อมโยงและปริภูมิเชื่อมโยงเฉพาะที่ สัจพจน์การนับได้ สัจพจน์การแยกได้ ปริภูมิผลคูณ ทอพอโลยีของระนาบ ปริภูมิแบบยุคลิด Topological spaces. Compact and locally compact spaces. Connected and locally connected spaces. Countability axioms. Separability axioms. Product spaces. Topology of the plane. Euclidean spaces.	3(3-0-6)
511 532	แมนิโฟลด์หาอนุพันธ์ได้ (Differentiable Manifolds) แมนิโฟลด์และแมนิโฟลด์ย่อย อิมเมอร์ชัน การฝัง และซับเมอร์ชัน บันเดิลสัมผัส และการส่งสัมผัส เวกเตอร์ฟิลด์ ดีริเวชัน ทฤษฎีบทของสาร์ต เทนเซอร์ รูปแบบเชิงอนุพันธ์	3(3-0-6)

Manifolds and submanifolds. Immersions, embeddings, and submersions. Tangent bundles and tangent maps. Vector fields. Derivations. Sard's theorem. Tensors. Differential forms.

511 533 **ลึกรูปและลีพีชคณิต** 3(3-0-6)
(Lie Groups and Lie Algebras)
วิชาบังคับก่อน: 511 532 แมนิโฟลด์หาอนุพันธ์ได้
หรือโดยความยินยอมของภาควิชาคณิตศาสตร์
ลึกรูป ลีพีชคณิต ลีพีชคณิตของลึกรูป ความสัมพันธ์ระหว่างลึกรูปและลีพีชคณิต ทฤษฎีตัวแทนเบื้องต้น

Lie groups. Lie algebras. Lie algebra of a Lie group. Relationships between Lie groups and Lie algebras. Introduction to representation theory.

511 534 **เรขาคณิตเชิงพีชคณิต** 3(3-0-6)
(Algebraic Geometry)
วิชาบังคับก่อน: 511 513 พีชคณิตนามธรรม 2
หรือโดยความยินยอมของภาควิชาคณิตศาสตร์
วาไรตี้เชิงพีชคณิต ชีฟ วาไรตี้เชิงภาพฉาย กฎของกลุ่มบนเส้นโค้งแนวระนาบตึกสาม ปริภูมิสัมผัสของวาไรตี้เชิงพีชคณิตและวาไรตี้เชิงภาพฉาย การฝังเชิงภาพฉาย ทฤษฎีบทรีมันน์-รอค

Algebraic varieties. Sheaves. Projective varieties. Group law on a plane cubic curve. Tangent spaces of algebraic and projective varieties. Projective embeddings. Riemann-Roch theorem.

511 541 **ทฤษฎีจำนวนเชิงวิเคราะห์** 3(3-0-6)
(Analytic Number Theory)
ฟังก์ชันเลขคณิต อนุกรมดีริคเล่ ฟังก์ชันซีตาแบบรีมันน์ ฟังก์ชันแอล ทฤษฎีบทของดีริคเล่ ทฤษฎีบทจำนวนเฉพาะ

Arithmetic functions. Dirichlet series. Riemann zeta function. L-functions. Dirichlet's theorem. The prime number theorem.

511 551 **คณิตศาสตร์เชิงการจัด** 3(3-0-6)
(Combinatorics)
หลักการช่อนกพิราบและทฤษฎีบทของแรมเซย์ ฟังก์ชันก่อกำเนิด ความสัมพันธ์เวียนเกิด หลักการเพิ่มเข้า-ตัดออก ทฤษฎีบทของโพลยา แผนแบบบล็อก

The pigeonhole principle and Ramsey's theorem. Generating functions. Recurrence relations. The inclusion-exclusion principle. Pólya's theorem. Block designs.

511 552 **ทฤษฎีกราฟ** 3(3-0-6)
(Graph Theory)
กราฟและกราฟย่อย ต้นไม้ สภาพเชื่อมโยง การจับคู่และการแยกตัวประกอบของกราฟ กราฟแบบออยเลอร์ กราฟแบบแฮมิลตัน กราฟเชิงระนาบ การระบายสีกราฟและทฤษฎีบทสี่สี

Graphs and subgraphs. Trees. Connectivity. Matchings and factorization of graph. Eulerian graphs. Hamiltonian graphs. Planar graphs. Colorings and the four-color theorem.

511 553 คณิตศาสตร์เชิงการจัดขั้นสูง 3(3-0-6)
(Advanced Combinatorics)
วิชาบังคับก่อน: 511 551 คณิตศาสตร์เชิงการจัด
หรือโดยความยินยอมของภาควิชาคณิตศาสตร์
(0,1)-เมทริกซ์ จัดรัสสะติน เมทริกซ์อาดามาร์ แผนภาพยัง กราฟปรกติอย่างเข้ม แผนแบบ เกมเชิงการจัด

(0,1)-matrices. Latin squares. Hadamard matrices. Young tableaux. Strongly regular graphs. Designs. Combinatorial games.

511 561 ทฤษฎีของสมการเชิงอนุพันธ์สามัญ 3(3-0-6)
(Theory of Ordinary Differential Equations)
ระบบเชิงเส้นของสมการเชิงอนุพันธ์สามัญอันดับหนึ่ง แผนภาพเส้นเฟส ระบบสมการเชิงเส้น สมการเวกเตอร์และสมการเมทริกซ์ เสถียรภาพของระบบเชิงเส้น ทฤษฎีโฟลเคว ระบบอิสระ แผนภาพระนาบเฟส แผนภาพระนาบเฟสสำหรับระบบเชิงเส้น เสถียรภาพสำหรับระบบอิสระที่ไม่เชิงเส้น ฟังก์ชันลีโอพูนอฟ ทฤษฎีบทเสถียรภาพ

Linear systems of first order ordinary differential equations. Phase line diagram. Linear systems. Vector and matrix equations. Stability of linear systems. Floquet theory. Autonomous systems. Phase plane diagrams. Phase plane diagram for linear systems. Stability for nonlinear autonomous systems. Lyapunov functions. Stability theorem.

511 562 สมการเชิงอนุพันธ์ย่อย 3(3-0-6)
(Partial Differential Equations)
วิชาบังคับก่อน: 511 522 การวิเคราะห์เชิงจริง 1
หรือโดยความยินยอมของภาควิชาคณิตศาสตร์
สมการเชิงอนุพันธ์ย่อยอันดับหนึ่งและอันดับสอง สมการเชิงวงรี สมการเชิงไฮเพอร์โบลลา สมการเชิงพาราโบลลา การมีผลเฉลยและการมีเพียงผลเฉลยเดียว หลักการค่าสูงสุดและวิธีพลังงาน วิธีหาผลเฉลยของสมการเชิงอนุพันธ์ย่อยบนโดเมนที่มีขอบเขตและไม่มีขอบเขต ผลเฉลยแบบอ่อน ปริภูมิโซโบลอฟ

First and second order partial differential equations. Elliptic, hyperbolic and parabolic equations. Existence and uniqueness of solutions. Maximum principles and energy methods. Methods of solving partial differential equations on bounded and unbounded domains. Weak solutions. Sobolev spaces.

511 571 การสร้างแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ 3(3-0-6)
(Mathematical Modeling)
กรอบแนวคิดเชิงคณิตศาสตร์ในการสร้างแบบจำลอง ปัญหาในการฝึกปฏิบัติเลือกจากประสบการณ์ในวิทยาการหลายสาขา การนำการวิเคราะห์เชิงคณิตศาสตร์และการวิเคราะห์เชิงตัวเลขไปปฏิบัติด้วยเครื่องมือเชิงคณิตศาสตร์ การประเมินแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์กับข้อมูลจริง

Mathematical concept in modeling framework. Practical problems chosen from common experiences encompassing many academic disciplines. Implementations of analytical and numerical analysis with the use of mathematical tools. Evaluation of mathematical model or real data.

511 572 การวิเคราะห์เชิงตัวเลข 3(3-0-6)
(Numerical Analysis)

ความแม่นยำของการคำนวณค่าประมาณ การประมาณค่าในช่วง การวิเคราะห์ระบบสมการเชิงเส้นและไม่เชิงเส้น การวิเคราะห์การหาอนุพันธ์และการหาปริพันธ์เชิงตัวเลข การวิเคราะห์ผลเฉลยเชิงตัวเลขของสมการเชิงอนุพันธ์สามัญและสมการเชิงอนุพันธ์ย่อย

Accuracy of approximations. Interpolations. Analysis of linear and nonlinear systems. Analysis of numerical differentiations and integrations. Analysis of numerical solutions of ordinary differential equations and partial differential equations.

511 573 ทฤษฎีเชิงคณิตศาสตร์ของปัญหาผกผัน 3(3-0-6)
(Mathematical Theory of Inverse Problems)

สมบัติหลักมูลของปัญหาผกผันแบบอิลล์โพส ทฤษฎีบทพื้นฐานสำหรับการสร้างและการวิเคราะห์วิธีเร็กคิวลาร์ไรซ์เซชัน ทฤษฎีทั่วไปของเร็กคิวลาร์ไรซ์เซชัน วิธีเร็กคิวลาร์ไรซ์เซชันแบบดั้งเดิม การแยกค่าเอกฐานแบบตัดปลาย วิธีเร็กคิวลาร์ไรซ์เซชันของทิกฮอนอฟและแบบการทำซ้ำ วิธีโพรเจกชัน

Fundamental properties of an ill-posed inverse problem. Basic theorems for the construction and analysis of regularization methods. General theory of regularization. Classical regularization methods. Truncated singular value decomposition. Tikhonov and iterative regularization methods. Projection methods.

511 574 วิธีเชิงตัวเลขสำหรับสมการเชิงอนุพันธ์ย่อย 3(3-0-6)
(Numerical Methods for Partial Differential Equations)

เงื่อนไข: โดยความยินยอมของภาควิชาคณิตศาสตร์

แนวคิดพื้นฐานของเทคนิคเชิงคณิตศาสตร์สำหรับปัญหาค่าเริ่มต้นและปัญหาค่าขอบในสมการเชิงอนุพันธ์ย่อย เทคนิคการดิสครีตไรซ์ของผลต่างอันดับสองและสมาชิกจำกัดสำหรับปัญหาเชิงพาราโบลา ปัญหาเชิงไฮเพอร์โบลาและปัญหาเชิงวงรี วิธีโดยตรงและการทำซ้ำสำหรับปัญหาดิสครีต กรณศึกษา

Basic concept of mathematical techniques for initial and boundary value problems in partial differential equations. Finite difference and finite element discretization techniques for parabolic, hyperbolic and elliptic problems. Direct and iterative methods for discrete problems. Case studies.

511 575 คณิตศาสตร์การเงิน 3(3-0-6)
(Financial Mathematics)

อัตราดอกเบี้ย มูลค่าเงินตามเวลา หุ้นและพันธบัตร หลักทรัพย์อื่น ๆ ตัวแบบตลาดการเงินอย่างง่าย ทรัพย์สินที่ไม่มีความเสี่ยง ทรัพย์สินเสี่ยง ตัวแบบการตลาดแบบเวลาไม่ต่อเนื่อง การจัดการพอร์ตการลงทุน ตราสารอนุพันธ์ การประยุกต์

Interest rates. Time value of money. Stocks and bonds. Other securities. Simple financial market models. Risk-free assets. Risky assets. Discrete time market models. Portfolio management. Derivatives. Applications.

511 576 ทฤษฎีความน่าจะเป็น 3(3-0-6)

(Probability Theory)

เงื่อนไข: โดยความยินยอมของภาควิชาคณิตศาสตร์

ปริภูมิความน่าจะเป็น ทฤษฎีเชิงสัจพจน์ของความน่าจะเป็น ตัวแปรสุ่ม ความเป็นอิสระของตัวแปรสุ่ม ฟังก์ชันการแจกแจง ค่าคาดหวัง ฟังก์ชันก่อกำเนิดโมเมนต์ ฟังก์ชันลักษณะเฉพาะ การลู่อเข้าของตัวแปรสุ่ม กฎของเลขจำนวนมากแบบอ่อนและแบบเข้ม ทฤษฎีบทลิมิตสู่ส่วนกลาง

Probability space. Axiomatic theory of probability. Random variables. Independence of random variables. Distribution functions. Expectations. Moment generating functions. Characteristic functions. Convergence of random variables. Weak and strong laws of large numbers. Central limit theorem.

511 577 กระบวนการสโตแคสติก 3(3-0-6)

(Stochastic Processes)

เงื่อนไข: โดยความยินยอมของภาควิชาคณิตศาสตร์

ตัวแปรสุ่มและฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็น ค่าคาดหวังแบบมีเงื่อนไข มาร์ติงเกล ลูกโซ่มาร์คอฟ กระบวนการปัวซอง ทฤษฎีรีนิวอล แนวเดินเชิงสุ่ม การเคลื่อนที่แบบบราวเนียน การประยุกต์ของกระบวนการสโตแคสติก

Random variables and probability distribution functions. Conditional Expectation. Martingales. Markov chains. Poisson processes. Renewal theory. Random walks. Brownian motion. Applications of stochastic process.

511 581 เทคนิคมัลติกริดสำหรับสมการเชิงอนุพันธ์ 3(3-0-6)

(Multigrid Techniques for Differential Equations)

วิธีผลต่างอันตะสำหรับสมการเชิงอนุพันธ์สามัญและสมการเชิงอนุพันธ์ย่อย วิธีทำซ้ำแบบพื้นฐานสำหรับสมการผลต่างอันตะ แนวคิดพื้นฐานและทฤษฎีของวิธีมัลติกริด วิธีมัลติกริดแบบไม่เชิงเส้น การประยุกต์ที่ได้รับการคัดเลือก

Finite difference methods for ordinary and partial differential equations. Basic iterative methods for finite difference equations. Basic ideas and theory of multigrid methods. Nonlinear multigrid method. Selected applications.

511 582 วิธีการเชิงตัวเลขสำหรับการลงทะเบียนภาพ 3(3-0-6)

(Numerical Methods for Image Registration)

แนวคิดพื้นฐานของการลงทะเบียนภาพ การสร้างแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ของการลงทะเบียนภาพ เมเชอร์ความคล้ายคลึง การลงทะเบียนภาพแบบใช้พารามิเตอร์ และแบบไม่ใช้พารามิเตอร์ เทคนิคแปรผัน เทคนิคเร็กคิวลาร์ไรซ์เชนสำหรับการลงทะเบียนภาพ วิธีการเชิงตัวเลขสำหรับการลงทะเบียนภาพแบบยืดหยุ่น แบบแพร่กระจาย และแบบเคอร์เนล

Basic concepts of image registration. Mathematical modeling of image registration. Similarity measures. Parametric and non-parametric image registration. Variational techniques. Regularization techniques for image registration. Numerical methods for elastic-based, diffusion-based and curvature-based image registration.

511 583 เทคนิคแปรผันและสมการเชิงอนุพันธ์ย่อยในการประมวลผลภาพ 3(3-0-6)
(Variational Techniques and Partial Differential Equations in Image Processing)

แนวคิดพื้นฐานของการประมวลผลภาพเชิงคณิตศาสตร์ เทคนิคแปรผันสำหรับการประมวลผลภาพ ปริภูมิโซโบเลฟและปริภูมิของฟังก์ชันของการแปรผันแบบมีขอบเขต การนำสัญญาณรบกวนออกจากภาพ การนำความเบลออกจากภาพ การต่อเติมภาพ การแบ่งส่วนภาพ การคำนวณการไหลเชิงแสง การลงทะเบียนภาพ

Basic concepts of mathematical image processing. Variational techniques for image processing. Sobolev space and the space of functions of bounded variation. Image denoising. Image deblurring. Image inpainting. Image segmentation. Optical flow computation. Image registration.

511 584 การหาค่าเหมาะสมที่สุด 3(3-0-6)
(Optimization)

แนวคิดพื้นฐานของการหาค่าเหมาะสมที่สุด วิธีค้นหาแบบหนึ่งมิติ วิธีอ้างอิงความชัน วิธีของนิวตัน วิธีทิศทางสังยุค วิธีควอไซนิวตัน ขั้นตอนวิธีค้นหาแบบวงกว้าง ทฤษฎีของการหาค่าเหมาะสมที่สุดแบบมีเงื่อนไข ขั้นตอนวิธีสำหรับการหาค่าเหมาะสมที่สุดแบบมีเงื่อนไข การประยุกต์ที่ได้รับการคัดเลือก

Basic concepts of optimization. One-dimensional search methods. Gradient methods. Newton's method. Conjugate direction methods. Quasi-Newton methods. Global search algorithms. Theory of constrained optimization. Algorithms for constrained optimizations. Selected applications.

511 585 เครื่องมือทางคอมพิวเตอร์สำหรับนักศึกษาคณิตศาสตร์ 1(0-2-1)
(Computer Tools for Mathematics Students)

เงื่อนไข: วิชานี้วัดผลเป็น S หรือ U

การสร้างเอกสารทางคณิตศาสตร์ แนวคิดและเทคนิคในการนำเสนอผลงาน เครื่องมือสำหรับแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

Mathematical document creation. Concepts and techniques of presentation. Tools for solving mathematical problems.

511 591 การศึกษาวิจัยทางคณิตศาสตร์ 1(0-2-1)
(Research Study in Mathematics)

เงื่อนไข: วิชานี้วัดผลเป็น S หรือ U

จริยธรรมการวิจัย การจำแนกสาขาวิชาคณิตศาสตร์ ฐานข้อมูลงานวิจัยทางคณิตศาสตร์ การสืบค้นนำเสนอและอภิปรายหัวข้อทางคณิตศาสตร์

Research ethics. Mathematics subject classification. Research databases in mathematics. Search, presentation, and discussion of topics in mathematics.

- 511 594 **สัมมนาทางคณิตศาสตร์ 1** 1(0-2-1)
 (Seminar in Mathematics I)
เงื่อนไข: โดยความยินยอมของภาควิชาคณิตศาสตร์
วิชานี้วัดผลเป็น S หรือ U
 การศึกษาและอภิปรายในหัวข้อที่น่าสนใจทางคณิตศาสตร์ การนำเสนออย่างเป็นทางการ
 จริยธรรมและความถูกต้องของการอ้างอิงทางคณิตศาสตร์
 Study and discussion on topics of interest in mathematics. Formal presentations.
 Ethics and accuracy of mathematical citations.
- 511 595 **สัมมนาทางคณิตศาสตร์ 2** 1(0-2-1)
 (Seminar in Mathematics II)
เงื่อนไข: โดยความยินยอมของภาควิชาคณิตศาสตร์
วิชานี้วัดผลเป็น S หรือ U
 การศึกษาและอภิปรายในหัวข้อที่น่าสนใจทางคณิตศาสตร์ การเขียนรายงานและการนำเสนออย่าง
 เป็นทางการ จริยธรรมและความถูกต้องของการอ้างอิงทางคณิตศาสตร์
 Study and discussion on topics of interest in mathematics. Report writing and
 formal presentations. Ethics and accuracy of mathematical citations.
- 511 691 **วิทยานิพนธ์** **มีค่าเทียบเท่า 12 หน่วยกิต**
 (Thesis)
 วิจัยในหัวข้อทางคณิตศาสตร์โดยอยู่ในความดูแลของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
 Research topics in mathematics under the supervision of thesis advisor(s).
- 511 701 **เรื่องคัดเฉพาะทางคณิตศาสตร์ 1** 3(3-0-6)
 (Selected Topics in Mathematics I)
เงื่อนไข: โดยความยินยอมของภาควิชาคณิตศาสตร์
 เรื่องคัดเฉพาะทางคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องและเสริมกับการทำวิจัย และหัวข้อที่อยู่ในความสนใจใน
 ปัจจุบัน
 Selected topics in mathematics relevant and complementary to research and
 topics of current interest.
- 511 702 **เรื่องคัดเฉพาะทางคณิตศาสตร์ 2** 3(3-0-6)
 (Selected Topics in Mathematics II)
เงื่อนไข: โดยความยินยอมของภาควิชาคณิตศาสตร์
 เรื่องคัดเฉพาะทางคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องและเสริมกับการทำวิจัย และหัวข้อที่อยู่ในความสนใจใน
 ปัจจุบัน
 Selected topics in mathematics relevant and complementary to research and
 topics of current interest.

511 711	เรื่องคัดเฉพาะทางพีชคณิต (Selected Topics in Algebra) <i>เงื่อนไข: โดยความยินยอมของภาควิชาคณิตศาสตร์</i> เรื่องคัดเฉพาะทางพีชคณิตที่สอดคล้องและเสริมกับการทำวิจัย และหัวข้อที่อยู่ในความสนใจในปัจจุบัน	3(3-0-6)
	Selected topics in algebra relevant and complementary to research and topics of current interest.	
511 712	เรื่องคัดเฉพาะทางทฤษฎีรหัส (Selected Topics in Coding Theory) <i>เงื่อนไข: โดยความยินยอมของภาควิชาคณิตศาสตร์</i> เรื่องคัดเฉพาะทางทฤษฎีรหัสที่สอดคล้องและเสริมกับการทำวิจัย และหัวข้อที่อยู่ในความสนใจในปัจจุบัน	3(3-0-6)
	Selected topics in coding theory relevant and complementary to research and topics of current interest.	
511 721	เรื่องคัดเฉพาะทางการวิเคราะห์ (Selected Topics in Analysis) <i>เงื่อนไข: โดยความยินยอมของภาควิชาคณิตศาสตร์</i> เรื่องคัดเฉพาะทางการวิเคราะห์ที่สอดคล้องและเสริมกับการทำวิจัย และหัวข้อที่อยู่ในความสนใจในปัจจุบัน	3(3-0-6)
	Selected topics in analysis relevant and complementary to research and topics of current interest.	
511 731	เรื่องคัดเฉพาะทางเรขาคณิต (Selected Topics in Geometry) <i>เงื่อนไข: โดยความยินยอมของภาควิชาคณิตศาสตร์</i> เรื่องคัดเฉพาะทางเรขาคณิตที่สอดคล้องและเสริมกับการทำวิจัย และหัวข้อที่อยู่ในความสนใจในปัจจุบัน	3(3-0-6)
	Selected topics in geometry relevant and complementary to research and topics of current interest.	
511 741	เรื่องคัดเฉพาะทางทฤษฎีจำนวน (Selected Topics in Number Theory) <i>เงื่อนไข: โดยความยินยอมของภาควิชาคณิตศาสตร์</i> เรื่องคัดเฉพาะทางทฤษฎีจำนวนที่สอดคล้องและเสริมกับการทำวิจัย และหัวข้อที่อยู่ในความสนใจในปัจจุบัน	3(3-0-6)
	Selected topics in number theory relevant and complementary to research and topics of current interest.	

- 511 751 เรื่องคัดเฉพาะทางคณิตศาสตร์เชิงการจัด 3(3-0-6)
 (Selected Topics in Combinatorics)
เงื่อนไข: โดยความยินยอมของภาควิชาคณิตศาสตร์
 เรื่องคัดเฉพาะทางคณิตศาสตร์เชิงการจัดที่สอดคล้องและเสริมกับการทำวิจัย และหัวข้อที่อยู่ใน
 ความสนใจในปัจจุบัน
 Selected topics in combinatorics relevant and complementary to research and
 topics of current interest.
- 511 752 เรื่องคัดเฉพาะทางทฤษฎีกราฟ 3(3-0-6)
 (Selected Topics in Graph Theory)
เงื่อนไข: โดยความยินยอมของภาควิชาคณิตศาสตร์
 เรื่องคัดเฉพาะทางทฤษฎีกราฟที่สอดคล้องและเสริมกับการทำวิจัย และหัวข้อที่อยู่ในความสนใจใน
 ปัจจุบัน
 Selected topics in graph theory relevant and complementary to research and topics
 of current interest.
- 511 761 เรื่องคัดเฉพาะทางสมการเชิงอนุพันธ์ 3(3-0-6)
 (Selected Topics in Differential Equations)
เงื่อนไข: โดยความยินยอมของภาควิชาคณิตศาสตร์
 เรื่องคัดเฉพาะทางสมการเชิงอนุพันธ์ที่สอดคล้องและเสริมกับการทำวิจัย และหัวข้อที่อยู่ในความ
 สนใจในปัจจุบัน
 Selected topics in differential equations relevant and complementary to research
 and topics of current interest.
- 511 771 เรื่องคัดเฉพาะทางคณิตศาสตร์ประยุกต์ 3(3-0-6)
 (Selected Topics in Applied Mathematics)
เงื่อนไข: โดยความยินยอมของภาควิชาคณิตศาสตร์
 เรื่องคัดเฉพาะทางคณิตศาสตร์ประยุกต์ที่สอดคล้องและเสริมกับการทำวิจัย และหัวข้อที่อยู่ในความ
 สนใจในปัจจุบัน
 Selected topics in applied mathematics relevant and complementary to research
 and topics of current interest.
- 511 781 เรื่องคัดเฉพาะทางวิทยาการคอมพิวเตอร์ 3(3-0-6)
 (Selected Topics in Computational Science)
เงื่อนไข: โดยความยินยอมของภาควิชาคณิตศาสตร์
 เรื่องคัดเฉพาะทางวิทยาการคอมพิวเตอร์ที่สอดคล้องและเสริมกับการทำวิจัย และหัวข้อที่อยู่ในความ
 สนใจในปัจจุบัน
 Selected topics in computational science relevant and complementary to research
 and topics of current interest.

511 782	เรื่องคัดเฉพาะทางการหาค่าเหมาะที่สุด (Selected Topics in Optimization) <i>เงื่อนไข: โดยความยินยอมของภาควิชาคณิตศาสตร์</i> เรื่องคัดเฉพาะทางการหาค่าเหมาะที่สุดที่สอดคล้องและเสริมกับการทำวิจัย และหัวข้อที่อยู่ในความสนใจในปัจจุบัน	3(3-0-6)
	Selected topics in optimization relevant and complementary to research and topics of current interest.	