



جمهوری اسلامی ایران
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
شورای عالی برنامه ریزی آموزشی



برنامه درسی رشته

ریاضیات و کاربردها

Mathematics and Applications

مقطع کارشناسی ارشد ناپیوسته



گروه علوم پایه
پیشهادی دانشگاه صنعتی شریف



بیت

عنوان گرایش: -

نام رشته: ریاضیات و کاربردها

دوره تحصیلی: کارشناسی ارشد ناپیوسته

گروه تحصیلی: علوم پایه

نوع مصوبه: بازنگری

زیرگروه تحصیلی: علوم ریاضی

تاریخ تصویب: ۱۴۰۱/۱۰/۱۱

پیشنهادی: دانشگاه صنعتی شریف

برنامه درسی بازنگری شده دوره کارشناسی ارشد ناپیوسته رشته ریاضیات و کاربردها، در جلسه شماره ۱۷۰ تاریخ ۱۴۰۰/۱۰/۱۱ کمیسیون برنامه‌ریزی درسی، محتوا و سرفصل رشته‌های تحصیلی به شرح زیر تصویب شد:

ماده یک- این برنامه درسی برای دانشجویانی که پس از تصویب این برنامه درسی در دانشگاه‌ها و موسسات آموزش عالی پذیرفته می‌شوند، قابل اجرا است.

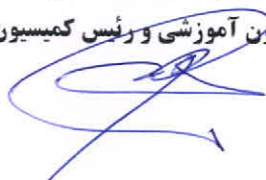
ماده دو- این برنامه درسی، جایگزین برنامه درسی رشته ریاضیات و کاربردها مصوب جلسه ۸۸۲ تاریخ ۱۳۹۵/۱۱/۲۳ شورای عالی برنامه‌ریزی می‌شود.

ماده سه- این برنامه درسی نمی‌تواند به صورت همزمان با برنامه درسی ریاضیات و کاربردها دارای گرایش در یک دانشگاه یا موسسه آموزش عالی پذیرش دانشجو داشته باشد.

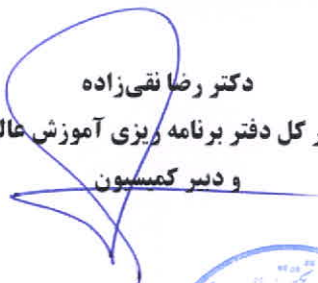
ماده چهار- این برنامه درسی در سه فصل: مشخصات کلی، جدول‌های واحدهای درسی و سرفصل دروس تنظیم شده است و برای اجرا در دانشگاه‌ها و موسسات آموزش عالی پس از اخذ مجوز پذیرش دانشجو از شورای گسترش آموزش عالی و سایر ضوابط و مقررات مصوب وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، ابلاغ می‌شود.

ماده پنج- این برنامه درسی از شروع سال تحصیلی ۱۴۰۲-۱۴۰۳ به مدت ۵ سال قابل اجرا است و پس از آن، در صورت تشخیص کارگروه تخصصی مربوطه، نیاز به بازنگری دارد.

دکتر قاسم عموعابدینی
معاون آموزشی و رئیس کمیسیون



دکتر رضا نقی‌زاده
مدیر کل دفتر برنامه‌ریزی آموزش عالی
و دبیر کمیسیون





جمهوری اسلامی ایران
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
شورای گسترش و برنامه ریزی آموزش عالی



برنامه درسی رشته

ریاضیات و کاربردها

MATHEMATICS AND APPLICATIONS

مقطع کارشناسی ارشد

تهیه کننده:

دانشکده علوم ریاضی، دانشگاه صنعتی شریف



فصل اول

مشخصات کلی برنامه درسی



الف) مقدمه

دوره کارشناسی ارشد (ناپیوسته) رشته «ریاضیات و کاربردها» دوره‌ای برای تحصیلات پس از دوره کارشناسی است که مجموعه‌ای هماهنگ از فعالیت‌های آموزشی همراه با فعالیت‌های مقدماتی پژوهشی را در بر دارد. این دوره در دانشکده علوم ریاضی دانشگاه صنعتی شریف دوره‌ای تخصصی و بدون گرایش است و زمینه تخصصی دانش‌آموختگان این دوره بر اساس دروس اخذ شده و موضوع پایان‌نامه ایشان در پایان دوره تحصیلی مشخص می‌شود. بدین ترتیب فارغ‌التحصیلان قابلیت‌های لازم را خواهند داشت تا به تعلیم در شاخه‌های متناظر در مقطع کارشناسی بپردازند یا در سطحی بالاتر از کارشناسی قادر به کاربرد ریاضیات در بخش‌های متنوع سازمانی، صنعتی، اجتماعی و اداری باشند، یا به ادامه تحصیل در مقطع بالاتر (دکتری) بپردازند.

ب) ضرورت و اهمیت

با توجه به گسترش کاربردهای ریاضیات به عنوان یک علم مادر و پایه در جنبه‌های گوناگون علمی، صنعتی، اجتماعی و اداری، جوامع امروزی ضرورت تربیت افراد متخصص در همه سطوح آموزش عالی بی‌تردید وجود دارد. با ایجاد این دوره کارشناسی ارشد، امکان استفاده موثر از نیروهای متخصص موجود در دانشگاه‌های کشور در جهت تربیت نیروی مورد نیاز در زمینه‌های آموزشی، تحقیقاتی و کاربردی فراهم می‌آید و قدم‌های موثری در راستای تحقق آرمان‌های استقلال و خودکفایی جامعه برداشته می‌شود.

ج) تعداد و نوع واحدهای درسی

تعداد کل واحدهای درسی دوره شامل ۳۲ واحد و به شرح زیر است.

(الف) دروس جبرانی بنا بر تشخیص استاد راهنما و تایید شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده

(ب) دروس الزامی مشترک: گذراندن دروس «آنالیز حقیقی» و «جبر پیشرفته»

(پ) دروس الزامی - انتخابی: یکی از دروس «هندسه خمینه‌ها» یا «توپولوژی جبری ۱»

(ت) دروس اختیاری: گذراندن ۱۲ واحد از هر کدام از دروس تحصیلات تکمیلی دانشکده علوم ریاضی با نظر استاد راهنما

(ث) سمینار: ۲ واحد

(ج) پایان‌نامه کارشناسی ارشد: ۶ واحد



توضیحات:

(۱) در صورتی که دانشجو در مقطع قبلی یکی از دروس الزامی را گذرانده باشد، با درخواست دانشجو درس یا درس‌های جایگزین با موافقت شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده تعیین و به وی اعلام می‌شود.

(۲) در صورت تحصیل دانشجو در شیوه آموزشی-پژوهشی، تعیین استاد راهنمای پایان‌نامه کارشناسی ارشد تا پایان نیمسال دوم تحصیلی الزامی است.

(۳) در صورت تقاضای دانشجو و تصویب شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده و رعایت سایر مقررات، دانشجو می‌تواند در شیوه آموزش-محور و با گذراندن ۶ واحد درسی به‌جای پایان‌نامه کارشناسی ارشد، ادامه تحصیل داده و در صورت احراز شرایط دانش‌آموخته شود.

جدول (الف) - توزیع واحدها

تعداد واحد	نوع دروس
۸	دروس الزامی مشترک
۴	دروس الزامی - انتخابی
۱۲	دروس اختیاری
۲	دروس سمینار
۶	رساله / پایان‌نامه
۳۲	جمع

(د) شرایط و ضوابط ورود به دوره

در دوره تحصیلی «کارشناسی ارشد ریاضیات و کاربردها»، مطابق این برنامه، امکان پذیرش دانشجو فقط با یک کدرشته‌محل در دفترچه انتخاب رشته سازمان سنجش آموزش کشور، به صورت تجمعی و بدون قید گرایش یا زمینه تخصصی، برای دانشگاه صنعتی شریف وجود دارد. دانش‌آموختگان این دوره در نهایت، با توجه به انتخاب مسیر تحصیلی خود مطابق ضوابط این برنامه آموزشی، با مدرک «کارشناسی ارشد ریاضیات و کاربردها» بدون قید گرایش در دانشنامه خود دانش‌آموخته می‌شوند. مقررات تحصیل در این دوره مطابق با آیین‌نامه‌ها و ضوابط وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، مقررات تحصیل در دوره‌های کارشناسی ارشد دانشگاه صنعتی شریف و مقررات تحصیل در دوره‌های کارشناسی ارشد در دانشکده علوم ریاضی است.



فصل دوم

جدول عناوین و مشخصات دروس



جدول شماره ۱: آنالیز

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی	نظری	عملی		
۱	آنالیز حقیقی Real Analysis	۴				۶۴			
۲	آنالیز تابعی Functional Analysis	۴				۶۴	آنالیز حقیقی		
۳	آنالیز تابعی کاربردی Applied Functional Analysis	۴				۶۴	آنالیز حقیقی		
۴	آنالیز هارمونیک Harmonic Analysis	۴				۶۴	آنالیز حقیقی		
۵	آنالیز مختلط Complex Analysis	۴				۶۴			
۶	جبرهای باناخ Banach Algebras	۴				۶۴	آنالیز حقیقی		



جدول شماره ۲: ترکیبیات، نظریه گراف و ساختارهای گسسته

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی	نظری	عملی		
۱	نظریه گراف Graph Theory	۴				۶۴			
۲	آنالیز ترکیبیاتی Combinatorial Analysis	۴				۶۴			
۳	ترکیبیات جبری Algebraic Combinatorics	۴				۶۴			
۴	نظریه جبری گراف‌ها Algebraic Graph Theory	۴				۶۴			
۵	نظریه ماتروید Matroid Theory	۴				۶۴	نظریه گراف		
۶	روشهای احتمالاتی در ترکیبیات Probabilistic Methods in Combinatorics	۴				۶۴			
۷	بهینه‌سازی ترکیبیاتی Combinatorial Optimization	۴				۶۴			
۸	الگوریتم‌های ترکیبیاتی Combinatorial Algorithms	۴				۶۴			
۹	گرافهای تصادفی Random Graphs	۴				۶۴			
۱۰	ترکیبیات تحلیلی Analytic Combinatorics	۴				۶۴			



جدول شماره ۳: جبر، نظریه اعداد و هندسه جبری

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی	نظری	عملی		
۱	جبر پیشرفته Advanced Algebra	۴				۶۴			
۲	جبر جابجایی Commutative Algebra	۴				۶۴	جبر پیشرفته		
۳	گروه‌های خطی Linear Groups	۴				۶۴			
۴	گروه‌های جایگشتی Permutation Groups	۴				۶۴	جبر پیشرفته		
۵	نظریه سرشت و نمایش گروه‌های منتهای Character and Representation Theory of Finite Groups	۴				۶۴	جبر پیشرفته		
۶	حلقه‌های ناجابجایی Noncommutative Rings	۴				۶۴	جبر پیشرفته		
۷	حلقه‌های تقسیم Division Rings	۴				۶۴	جبر پیشرفته		
۸	روش‌های همولوژیکی در جبر جابجایی Homological Methods in Commutative Algebra	۴				۶۴	جبر پیشرفته		
۹	کوهمولوژی موضعی Local cohomology	۴				۶۴	جبر پیشرفته		
	هندسه جبری ۱ Algebraic Geometry ۱	۴				۶۴	جبر پیشرفته، جبر جابجایی		



کارشناسی ارشد ریاضیات و کاربردها / ۹

هم نیاز	پیش نیاز	تعداد ساعات		نوع واحد			تعداد واحد	عنوان درس	ردیف
		عملی	نظری	نظری - عملی	عملی	نظری			
	هندسه جبری ۱		۶۴				۴	Algebraic Geometry ۲ هندسه جبری ۲	۱۱
	جبر پیشرفته		۶۴				۴	Category Theory نظریه رسته‌ها	۱۲
			۶۴				۴	Analytic Number Theory نظریه تحلیلی اعداد	۱۳
			۶۴				۴	Algebraic Number Theory نظریه جبری اعداد	۱۴
			۶۴				۴	Quadratic Forms فرم‌های درجه دوم	۱۵
			۶۴				۴	Advanced Linear Algebra جبر خطی پیشرفته	۱۶



جدول شماره ۴: ریاضیات تصادفی

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی	نظری	عملی		
۱	آنالیز تصادفی Stochastic Analysis	۴				۶۴	آنالیز حقیقی		
۲	نظریه معادلات دیفرانسیل تصادفی Theory of Stochastic Differential Equations	۴				۶۴	آنالیز تصادفی		
۳	نظریه معادلات دیفرانسیل پاره ای تصادفی Theory of Stochastic Partial Differential Equations	۴				۶۴	آنالیز تصادفی		



جدول شماره ۵: معادلات دیفرانسیل و سیستم‌های دینامیکی

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی	نظری	عملی		
۱	نظریه معادلات دیفرانسیل عادی Theory of Ordinary Differential Equations	۴				۶۴	نظریه مقدماتی معادلات دیفرانسیل (کارشناسی)		
۲	نظریه معادلات دیفرانسیل پاره‌ای Theory of Partial Differential Equations	۴				۶۴	آنالیز حقیقی		
۳	روش‌های تغییراتی در معادلات دیفرانسیل Variational Methods in Differential Equations	۴				۶۴	نظریه معادلات دیفرانسیل پاره‌ای		
۴	نظریه کنترل Control Theory	۴				۶۴			
۵	معادلات تحولی و نیم گروه‌ها Evolution Equations and Semigroups	۴				۶۴	معادلات دیفرانسیل پاره‌ای		
۶	سیستم‌های دینامیکی Dynamical systems	۴				۶۴	آنالیز ریاضی		
۷	نظریه ارگودیک Ergodic Theory	۴				۶۴	آشنایی با نظریه اندازه		



جدول شماره ۶: منطق، مبانی و فلسفه ریاضی

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی	نظری	عملی		
۱	حساب شهود گرایانه Heyting Arithmetic	۴				۶۴	جبر خطی ۱		
۲	نظریه مدل Model Theory	۴				۶۴			
۳	نظریه برهان Proof Theory	۴				۶۴			
۴	نظریه محاسبه پذیری Computability Theory	۴				۶۴			
۵	منطق وجهی Modal Logic	۴				۶۴			
۶	فلسفه ریاضی Philosophy of Mathematics	۴				۶۴			
۷	نظریه مجموعه‌ها Set Theory	۴				۶۴			
۸	ریاضیات ساختی Constructive Mathematics	۴				۶۴			
۹	منطق برای علوم کامپیوتر Logic for Computer Science	۴				۶۴			



جدول شماره ۷: هندسه و توپولوژی

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی	نظری	عملی		
۱	هندسه خمینه‌ها Geometry of Manifolds	۴				۶۴		آنالیز ۱، توپولوژی، جبر خطی	
۲	توپولوژی جبری ۱ Algebraic Topology ۱	۴				۶۴			
۳	توپولوژی جبری ۲ Algebraic Topology ۲	۴				۶۴		توپولوژی جبری ۱، هندسه خمینه‌ها	
۴	هندسه همناخته Symplectic Geometry	۴				۶۴		هندسه خمینه‌ها	
۵	هندسه ریمانی Riemannian Geometry	۴				۶۴		هندسه خمینه‌ها	
۶	گروه لی و جبر لی Lie Groups and Lie Algebras	۴				۶۴		جبر ۱، هندسه خمینه‌ها	
۷	توپولوژی دیفرانسیل Differential Topology	۴				۶۴		جبر خطی ۱	
۸	هندسه مختلط Complex Geometry	۴				۶۴		هندسه خمینه‌ها، آنالیز مختلط	



فصل سوم

ویژگی‌های دروس

این بخش شامل سرفصل و اطلاعات دروس اصلی، دروس انتخابی و برخی دروس اختیاری مرتبط با برنامه است. دروس اختیاری برنامه محدود به دروس ارائه شده در این بخش نیستند و همه دروسی که توسط دانشکده علوم ریاضی ارائه شده و به عنوان درس اختیاری برای این برنامه مجاز تعیین شوند می‌توانند توسط دانشجو گذرانده شده و در تطبیق نهایی دروس دانشجو مورد تایید قرار گیرند.



عنوان درس به فارسی:		آنالیز حقیقی	
عنوان درس به انگلیسی:		Real Analysis	
نوع درس و واحد			
نظری <input checked="" type="checkbox"/>	پایه <input type="checkbox"/>		
عملی <input type="checkbox"/>	تخصصی <input checked="" type="checkbox"/>		
نظری-عملی <input type="checkbox"/>	اختیاری <input type="checkbox"/>		۴
	رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>		۶۴
			تعداد واحد:
			تعداد ساعت:

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

هدف

آشنایی دانشجویان با مفاهیم بنیادین نظریه اندازه، نظریه انتگرال لبگ، فضاهای باناخ - هیلبرت و فضاهای L^p .

سرفصل درس

۱- نظریه اندازه و انتگرال با تاکید روی اندازه لبگ R^n و R :

اندازه بیرونی، کامل و منظم-اندازه پذیری، توابع اندازه پذیر، قضایای آگوروف و لوزین، لم فاتو و قضیه تسلطی لبگ، مقایسه انتگرال پذیری ریمان و لبگ، اندازه علامت دار (مختلط، برداری) و به طور مطلق پیوسته، همگرایی در اندازه، اندازه حاصلضرب، قضایای فوبینی و تونلی

۲- قضایای پوششی:

لم ویتالی و کاربردهای آن در مشتق پذیری توابع، توابع با تغییرات کراندار و به طور مطلق پیوسته

۳- نظریه اندازه و انتگرال مجرد:

فضاهای اندازه مجرد، سیگما جبر، اندازه های بیرونی و قضیه کاراتئودری، اندازه های بیرونی متریک، اندازه برل، قضیه توسعه یک اندازه پیشین، انتگرال روی فضاهای متریک.

۴- مقدماتی از آنالیز تابعی:

فضاهای باناخ و مثال های مهم آن مانند L^p و L^p و بررسی دوگان آن ها و خواص مهم آن ها، قضیه ریس، قضیه هان- باناخ، قضیه کراندار یکنواخت، قضایای نگاهت باز و گراف بسته.

۵- فضاهای هیلبرت و کاربردهای آن:

ضریب داخلی و قضایای مربوطه مانند نامساوی کوشی شوارتز، پایه متعامد یکه، اتحاد پارسوال، کمترین فاصله تا مجموعه محدب، تصویر متعامد، قضیه نمایش ریس، قضیه رادون- نیکودیم

مراجع

[۱] Stein, E. M., and R. Shakarchi, Real Analysis: Measure Theory, Integration, and Hilbert Spaces, Princeton University Press, ۲۰۰۵.

[۲] Stein, E. M., and R. Shakarchi, Functional analysis. Princeton University Press, ۲۰۰۵.

[۳] Bruckner, A. M., J. B. Bruckner, and B. S. Thomson, Real analysis, ۲۰۰۸.



عنوان درس به فارسی:		جبر پیشرفته	
عنوان درس به انگلیسی:		Advanced Algebra	
نوع درس و واحد	پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>		
دروس پیش نیاز:	تخصصی <input checked="" type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>		
دروس هم نیاز:	اختیاری <input type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/>		
تعداد واحد:	رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>	۴	
تعداد ساعت:		۶۴	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

هدف

آشنایی دانشجویان با ساختارهای مهم جبری

سرفصل درس

مفاهیمی از نظریه رسته‌ها: تعریف رسته و تابعگون (functor)، ضرب و هم ضرب، شئی آزاد به همراه مثال در هر قسمت، ضرب و جمع مستقیم در رسته گروه‌ها، گروه‌های آزاد و مفاهیم ضرب آزاد و مولد و رابطه در آنها، گروه‌های آبدلی آزاد

مفاهیمی از نظریه مدول‌ها: تعریف مدول و مثال‌های متنوع از آن، جمع و ضرب خانواده مدول‌ها، همریختی و خواص مرتبط در مدول‌ها، دنباله‌های دقیق و دنباله‌های دقیق شکافته شده و خواص آنها، مدول‌های آزاد، مدول‌های تصویری و خواص آنها و بررسی وجود آنها، مدول‌های انژکتیو و بررسی خواص آنها (قضایای وجود مدول‌های انژکتیو به صورت مختصر ارائه شود)، ضرب تانسوری مدول‌ها، تابعگون hom و تانسور و اثر آنها روی دنباله‌های دقیق، مدول‌های یکدست (flat)، مدول‌های ساده و لم شور، مدول‌های نیمه ساده

مفاهیمی از نظری حلقه‌های جابجایی: شرط‌های زنجیری، حلقه و مدول‌های نوتری و آرتینی و قضایای اصلی آنها، قضیه کرول، لم ناکایاما، قضیه پایه هیلبرت

مفاهیمی از حلقه‌های ناجابجایی: رادیکال جیکوبسون، قضیه چگالی، رده‌بندی حلقه‌های نیمه ساده و قضیه ودرین-آرتین، حلقه‌های گروهی و قضیه مشکه

مراجع

[۱] Hungerford, Thomas W. Algebra. Graduate Texts in Mathematics, ۷۳. Springer-Verlag, New York-Berlin, ۲۰۰۳.

[۲] Joseph J. Rotman, Advanced Modern Algebra, Third Edition, Parts ۱&۲, "Graduate Studies in Mathematics, American Mathematical Society, ۲۰۱۵.



هندسه خمینه ها		عنوان درس به فارسی:
Geometry of Manifolds		عنوان درس به انگلیسی:
نوع درس و واحد	پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>	دروس پیش نیاز: آنالیز ۱، توپولوژی، جبر خطی
	تخصصی <input checked="" type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>	دروس هم نیاز:
	اختیاری <input type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/>	تعداد واحد: ۴
	رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>	تعداد ساعت: ۶۴

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

هدف

آشنایی با خمینه‌ها و زیرخمینه‌ها و نگاشت‌های بین آنها و مفاهیم مرتبط

سرفصل درس

مفاهیم و قضایای اساسی در زمینه خمینه‌های دیفرانسیل پذیر مانند استغراق و غوطه‌ور سازی و زیرخمینه - کلاف مماس - خمینه‌های خارج قسمت - میدان‌های برداری - میدان‌های تانسوری - قضیه استوکس - کوه‌مولوژی دورام - کمی‌آشنایی با گروه و جبر لی - در صورت داشتن وقت مطالبی از قبیل قضیه فروبنیوس یا مفهوم التصاق و متر ریمانی یا مفهوم درجه و کاربردهای آن می‌تواند گفته شود.

مراجع

- [۱] Abraham, R., Marsden, J. E., Ratiu, T., Manifolds, tensor analysis and applications, Springer, ۲۰۰۲.
 [۲] Barden, D., Thomas, Ch., An introduction to differential manifolds, Imperial College Press, ۲۰۰۳.
 [۳] Lee, John M., Introduction to smooth manifolds, Springer, ۲۰۱۳.
 [۴] Tu, Loring W., An introduction to manifolds, Springer, ۲۰۱۱.
 [۵] Warner, Frank W., Foundations of differentiable manifolds and Lie groups, Springer, ۱۹۸۳.



عنوان درس به فارسی: توپولوژی جبری ۱		عنوان درس به انگلیسی: Algebraic Topology ۱	
نوع درس و واحد	پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>	تخصصی <input checked="" type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>	دروس پیش نیاز:
اختیاری <input type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/>	رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>	تعداد واحد:	۴
		تعداد ساعت:	۶۴

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

هدف

انتظار می رود دانشجو بعد از گذراندن این درس بتواند گروههای بنیادی گرافها، رویه ها و فضاهای سادگی و CW را محاسبه کند. بتواند با استفاده از زیرگروههای گروه بنیادی فضاهای پوششی بسازد. با فضای پوششی جهانی و روش ساخت آن آشنا باشد. تعاریف گروههای همولوژی تکین، سادگی و CW را بداند و بتواند آنها را در مثالهای ساده محاسبه کند. با قضیه نقطه ثابت براور و قضیه بورساک اولام آشنا باشد.

سرفصل درس

این درس در مورد کاربرد های جبر در توپولوژی است. دانشجو با مفاهیم اولیه هموتوبی، گروه بنیادی، فضاهای پوششی و همولوژی آشنا خواهد شد.

۱. ساختن فضای توپولوژیک از روی فضاهای داده شده، مثلاً فضای حاصلضرب، فضای خارج قسمت، فضای تابعی $\text{Hom}(X, Y)$ و فضای لوب، فضای Suspension آویز

۲. فضاهای خاص: موضعا فشرده، پیرا فشرده، موضعا همبند مسیری، فضاهای بطور فشرده تولید شده، فضاهای سادگی، دلتایی و CW، خمینه ها (در حد یک مقدمه)

۳. انواع هموتوبی بین توابع: هموتوبی معمولی، نسبی، با حفظ نقطه پایه‌ای، هموتوبی ساده، هموتوبی سادگی، هموتوبی هموار، ایزوتوبی

۴. هم ارزی هموتوبی فضاها، توکش، دگرذیسی توکشی، فضاهای انقباض پذیر، هم ارزی هموتوبی ضعیف

۵. تعریف و خواص فانکتوریال گروه بنیادی، معرفی گروههای هموتوبی مراتب بالاتر

۶. محاسبه گروه بنیادی دایره و ارایه کاربردهای آن از قبیل قضیه اساسی جبر، نقطه ثابت براور در بعد دو.

۷. گروه بنیادی فضای حاصلضرب

۸. قضیه ون کمپن و کاربردهای آن: محاسبه گروه بنیادی جمع گوه ای، گروه بنیادی رویه ها، فضاهای CW، ساختن فضایی با گروه بنیادی یک گروه دلخواه داده شده.

۹. نظریه نگاشتهای پوششی و ارتباط آن با زیرگروههای گروه بنیادی

۱۰. وجود و یگانگی فضای پوششی جهانی برای فضاهای موضعا همبند مسیری و شبه موضعا همبند ساده.

۱۱. قضایای ترفیع برای نگاشتهای پوششی

۱۲. مثالهای فضاهای پوششی برای رویه ها، ارتباط فضاهای پوششی با شاخص اویلر، اثبات قضیه بورساک اولام در بعد ۲

۱۳. نظریه همولوژی تکین، خواص فانکتوریال، هموتوبی همولوژی تکین

۱۴. همولوژی نسبی، دنباله دقیق وابسته، محاسبه گروه همولوژی کره n بعدی، قضیه Excision

۱۵. همولوژی سادگی، همولوژی CW و اثبات معادل بودن آنها با همولوژی تکین.

۱۶. محاسبه همولوژی فضاهای افکنشی روی اعداد حقیقی، مختلط، کوآترنیونی و احتمالاً اکتونیونی

۱۷. محاسبه همولوژی رویه ها با ضرایب در اعداد صحیح و \mathbb{Z}_2 در حالت جهت پذیر و جهت ناپذیر

۱۸. اثبات قضایای بورساک اولام و نقطه ثابت براور

۱۹. ارتباط بین گروه بنیادی و گروه همولوژی اول



[۱] Hatcher, Algebraic topology, Cambridge University Press, ۲۰۰۲.

[۲] Massey, A basic course in Algebraic topology, Springer, ۲۰۱۹.

[۳] May, A concise course in algebraic topology, Chicago University publication, ۱۹۹۹.

عنوان درس به فارسی:		آنالیز تابعی	
عنوان درس به انگلیسی:		Functional Analysis	
دروس پیش نیاز:		آنالیز حقیقی	
دروس هم نیاز:			
تعداد واحد:		۴	
تعداد ساعت:		۶۴	
نوع درس و واحد			
<input type="checkbox"/> پایه <input checked="" type="checkbox"/> نظری			
<input type="checkbox"/> عملی <input checked="" type="checkbox"/> تخصصی			
<input type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/> اختیاری			
<input type="checkbox"/> رساله / پایان نامه			

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

هدف

آشنایی با آنالیز تابعی با تأکید بر استفاده‌های متنوع آن در سایر موضوعات ریاضی

سرفصل درس

فضاهای خطی و نگاشت‌های خطی - قضیه هان-باناخ و تعمیم‌ها و کاربردهای آن - فضاهای نرم‌دار - لم ریس - تحذب یکنواخت - ایزومتري‌های فضاهای نرم‌دار - قضیه اولام-مازور - فضاهای هیلبرت - پایه متعامد یکه - لم لکس-میلگرام - ارائه برخی از کاربردهای فضاهای هیلبرت - فضاهای دوگان - فضاهای انعکاسی و برخی از مثال‌های آن - کاربرد فضاهای دوگان - اصل کرانداری یکنواخت - همگرایی‌های ضعیف و ضعیف* - فشردگی ضعیف دنباله‌ای - کاربردهای همگرایی ضعیف - توپولوژی‌های ضعیف و ضعیف* - قضیه باناخ-آلافلو - توپولوژی‌های موضعاً محدب - قضیه کرین - میلمن و کاربردهای آن - مقدمات جبرهای باناخ و نظریه طیفی - شعاع طیفی - عملگرهای فشرده و نظریه طیفی آنها - برخی مثال‌های مهم عملگرهای فشرده

مراجع

[۱] P. Lax: Functional Analysis, Wiley-Interscience (۲۰۰۲).

[۲] L. A. Lusternik & V. S. Sobolev: Elements of functional Analysis, John Wiley & Sons (۱۹۹۴).



عنوان درس به فارسی: آنالیز تابعی کاربردی			
نوع درس و واحد	Applied Functional Analysis	عنوان درس به انگلیسی:	
<input type="checkbox"/> پایه <input checked="" type="checkbox"/> نظری	آنالیز حقیقی	درس پیش نیاز:	
<input type="checkbox"/> عملی <input checked="" type="checkbox"/> تخصصی		درس هم نیاز:	
<input type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/> اختیاری		۴	تعداد واحد:
<input type="checkbox"/> رساله / پایان نامه		۶۴	تعداد ساعت:

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

هدف

آشنایی با فضاهای تابعی سوبولف و تعمیم‌های آن و استفاده از تکنیک‌های آنالیز حقیقی جهت بررسی خواص و کاربردهای فضاهای سوبولوف

سرفصل درس

پیچش - نامساوی یانگ - کاربردهای پیچش در تقریب توابع - محک زیرمجموعه‌های فشرده فضای $L^p(\mathbb{R}^n)$ - مختصری از انتگرال فوریه روی \mathbb{R}^n و خواص مهم آن - توزیع‌ها و مثال‌های مهم آنها - مشتق ضعیف - فضای سوبولف روی زیرمجموعه‌های باز \mathbb{R}^n - قضایای تقریب توابع سوبولف با توابع هموار - قضایای توسیع و اثر - نامساوی‌های پوانکاره - سوبولف - موری - فضای BMO - فرمول‌های مساحت و هم مساحت - نامساوی هم پیرامونی - قضیه فشرده‌گی رلیچ - کوندراچف - ارائه تعاریف معادل برای فضای سوبولف (با استفاده از تفاضل متناهی) - استفاده از انتگرال فوریه در فضاهای سوبولف - ارائه برخی مثال‌ها از کاربردهای فضاهای سوبولف در معادلات دیفرانسیل و هندسه

مراجع

[۱] V. G. Mazja: Sobolev Spaces, Springer-Verlag (۱۹۸۵)

[۲] W. P. Ziemer: Weakly Differentiable Functions, Springer-Verlag (۱۹۸۹)



عنوان درس به فارسی:		آنالیز هارمونیک	
عنوان درس به انگلیسی:		Harmonic Analysis	
نوع درس و واحد		آنالیز حقیقی	
<input type="checkbox"/> نظری <input type="checkbox"/> عملی	<input type="checkbox"/> پایه <input checked="" type="checkbox"/> تخصصی	دروس پیش نیاز: دروس هم نیاز:	
<input type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/> رساله / پایان نامه	<input type="checkbox"/> اختیاری	۴	تعداد واحد:
		۶۴	تعداد ساعت:

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

هدف

آشنایی با سری و انتگرال فوریه با تأکید بر استفاده‌های متنوع آن در سایر موضوعات ریاضی

سرفصل درس

سری فوریه و قضایای مرتبط با رفتار سری فوریه و خواص توابع - هسته دیریشله - هسته فیه‌یر - پیچش - قضیه دینی - کاربردهای متنوع سری فوریه مانند: قضیه تقریب وایرستراس، نامساوی هم‌پیرامونی در صفحه، اتحاد ژاکوبی برای تابع تتا، قضیه ویل، بررسی خواص تابع گرین و هسته حرارت برای دایره واحد یا یک فاصله، پیدا کردن جواب و تجزیه و تحلیل جواب معادله موج یک بعدی - سری فوریه روی چنبره.

انتگرال فوریه - بررسی خواص انتگرال فوریه روی کلاس توابع شوارتز، L^1 و L^2 - تبدیل هیلبرت - ارائه کاربردهای متنوع انتگرال فوریه مانند: پیدا کردن جواب و تجزیه و تحلیل جواب معادله حرارت و معادله موج روی خط حقیقی، فرمول مجموع پواسن - قضیه حد مرکزی - نامساوی هایزنبرگ - انتگرال فوریه روی R^n - حل معادله موج روی R^3 - تبدیل رادن - قضیه پالی-وینر - فضای هاردی - شرح مختصری در مورد آنالیز فوریه روی گروه‌ها

مراجع

- [۱] H. Dym & H. P. McKean: Fourier Series and Integrals, A. P. (۱۹۹۲).
 [۲] Y. Katznelson: An Introduction to Harmonic Analysis, Dover (۲۰۰۴).



عنوان درس به فارسی: آنالیز مختلط			
عنوان درس به انگلیسی: Complex Analysis			
نوع درس و واحد			
نظری <input checked="" type="checkbox"/> پایه <input type="checkbox"/>		درس پیش نیاز:	
عملی <input type="checkbox"/> تخصصی <input checked="" type="checkbox"/>		درس هم نیاز:	
نظری-عملی <input type="checkbox"/> اختیاری <input type="checkbox"/>		۴	تعداد واحد:
رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>		۶۴	تعداد ساعت:

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

هدف

مطالعه و تحلیل عمیق تر در مورد مفاهیم و قضایایی که دانشجوی در دوره کارشناسی در این زمینه آموخته و سپس مطرح نمودن قضایای بنیادی مربوط به نظریه توابع مختلط.

سرفصل درس

توابع تحلیلی و سری های توانی، قضیه کوشی در حالت کلی، فرمول انتگرال کوشی، توابع تام و برخه ریخت، قضیه آدامار، آشنایی با رویه های ریمانی، نگاشت های همدیس، قضیه نگاشت باز، مانده و کاربردهای آن، اصل ماکزیمم قدر مطلق، قضیه نگاشت ریمان، توابع وایراشتراس، قضایای پیکار، قضیه بلوش، قضیه رونگه، قضیه میتاگ لفلر، آشنایی با توابع همساز، اصل بازتابی شوارتس، قضیه روشه، لم شوارتس، کریستوفل، خانواده های نرمال و فشردگی، قضیه مانتل، قضیه حاصل ضرب وایراشتراس، تابع زتای ریمان

مراجع

- [۱] J. B. Conway, Functions of one Complex Variable, Second Edition, Springer – Verlag, ۱۹۷۸.
- [۲] R. Narasimhan, Y. Niecergelt, Complex Analysis in One Variable, Second Edition, Brikhäurer, ۲۰۰۱.
- [۳] W. Rudin, Real and Complex Analysis, Mc Graw-Hill, ۱۹۷۴.
- [۴] S. G. Krantz., A Guide to Complex Variables, MAA, ۲۰۰۸.
- [۵] T. W. Gamelin, Complex Analysis, Springer, ۲۰۰۰.



عنوان درس به فارسی: جبرهای باناخ			
عنوان درس به انگلیسی: Banach Algebras			
نوع درس و واحد		آنالیز حقیقی	
<input type="checkbox"/> پایه <input checked="" type="checkbox"/> نظری		دروس پیش نیاز:	
<input type="checkbox"/> عملی <input checked="" type="checkbox"/> تخصصی		دروس هم نیاز:	
<input type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/> اختیاری		۴	تعداد واحد:
<input type="checkbox"/> رساله / پایان نامه		۶۴	تعداد ساعت:

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

هدف

آشنایی با جبرهای باناخ

سرفصل درس

مثال های مهم جبرهای باناخ - قضیه مازور - گلفاند - تقریب یکه - قضیه تجزیه کوهن - شبه وارون پذیری - ایده آل های مدولار - قضیه لورچ - نگاشت های خطی ضربی - تبدیل گلفاند - توپولوژی گلفاند - توپولوژی ساختاری - فرم طیفی - شعاع طیفی - رادیکال جبرها - جبرهای نیم ساده - مقسوم علیه صفر توپولوژیک - مرز شیلوف - توابع تحلیلی در جبرهای باناخ - B^* - جبرها - قضیه گلفاند - نیمارک - جبرهای تابعی (یکنواخت) - مرز بیشاپ - مرز شوکه - قضیه ناگاساوا - جبر دیریشله

مراجع

[۱] W. Zelatko: Banach Algebras, Elsevier Pub, ۱۹۷۳.

[۲] T. W. Gamelin: Uniform Algebras, Prentice - Hall, ۱۹۶۹.



عنوان درس به فارسی: نظریه گراف		عنوان درس به انگلیسی: Graph Theory	
نوع درس و واحد	پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>		
	تخصصی <input checked="" type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>		
	اختیاری <input type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/>	۴	تعداد واحد:
	رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>	۶۴	تعداد ساعت:

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

هدف

در این درس خواص اساسی و مفاهیم بنیادی در نظریه گراف مطالعه می‌شوند.

سرفصل درس

سیستم‌های نمایندگی متمایز و تعمیم قضیه هال، 2 -عامل‌ها، $\{a, b\}$ عامل‌ها، قضیه تات در مورد شرط لازم و کافی برای وجود $\{1, 2\}$ عامل‌ها، گراف‌های 2 -گسترش‌پذیر، شرط لازم و کافی برای 1 -گسترش‌پذیری گراف‌ها، وجود تطابق‌های کامل در گراف‌های 2 -منظم، $(2-1)$ -همبند یالی از مرتبه زوج، گراف‌های عامل بحرانی، 2 -عامل‌ها در گراف‌های مکعبی، تطابق‌های کامل در گراف‌های پنجه-آزاد، قضیه تات-برژه در مورد سائز تطابق ماکزیمم، 1 -تجزیه‌پذیری و 2 -تجزیه‌پذیری گراف‌های کامل، تجزیه یالی گراف‌های کامل به دورهای همیلتونی، برچسب‌گذاری دلپذیر و تجزیه یالی گراف‌های کامل به درخت‌های یک‌ریخت، عدد همبندی رأسی و یالی، لم انبساط، قضیه ویتنی، تعریف گوش، تجزیه گوش باز و بسته، انقباض در یک یال، ارتباط انقباض در یک یال و عدد همبندی رأسی، گراف‌های جهت‌دار، گراف‌های جهت‌دار قویاً همبند، تجزی یکتای گراف‌های جهت‌دار به مولفه‌های قوی، جداسازی از مرتبه $\{k\}$ ، قضیه منگر، پوشش‌های مسیری در گراف‌ها، قضیه گالای-میلگرام در مورد پوشش مسیری گراف‌های جهت‌دار، قضیه دیلورس، لم اسپرنر، تورنمنت‌ها، دنباله‌های امتیازی در تورنمنت‌ها، شرط لازم و کافی برای دنباله امتیازی بودن یک دنباله، گراف‌های همه-دوری و نتایج مربوطه، هسته یک گراف جهت‌دار، رنگ آمیزی رأسی لیستی گراف‌ها، رنگ آمیزی یالی لیستی گراف‌ها، قضیه اردوش-رابین-تیلور در مورد عدد رنگی لیستی گراف‌ها، 5 -رنگ آمیزی لیستی رأسی گراف‌های مسطح، گراف‌های بی نقص و شرط لازم و کافی برای گراف‌های بی نقص، گراف‌های وتری، گراف‌های مسطح بیرونی و قضایای مربوطه، قضیه گلوین در مورد رنگ آمیزی یالی لیستی گراف‌های دو بخشی، رنگ آمیزی تام، رنگ آمیزی تام گراف‌های کامل، شبکه‌های جریان و شبکه‌های حمل و نقل، قضیه ماکزیمم جریان و مینیمم برش و کاربردهای آن.

مراجع

- [۱] Douglas Brent West, *Introduction to Graph Theory*, ۲nd Edition, Prentice Hall, ۲۰۰۱.
 [۲] Adrian J. Bondy and U. S. R. Murty, *Graph Theory*, Graduate Texts in Mathematics, Springer, ۲۰۰۸.



عنوان درس به فارسی: ترکیبیات جبری		عنوان درس به انگلیسی: Algebraic Combinatorics	
نوع درس و واحد	پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>		
	تخصصی <input checked="" type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>		
	اختیاری <input type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/>	تعداد واحد: ۴	
	رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>	تعداد ساعت: ۶۴	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

هدف

استفاده از قضایا و ابزارهای جبری و جبرخطی بویژه خواص چندجمله‌ای‌ها و ریشه‌های آنها برای بدست آوردن نتایجی در نظریه گرافها و ترکیبیات

سرفصل درس

چندجمله‌ای‌های تطابقی، روابط بازگشتی برای چندجمله‌ایهای تطابقی گرافها، درخت‌های مسیری و قضیه مربوط به حقیقی بودن ریشه‌های چندجمله‌ای تطابقی، فافین یک ماتریس پاد متقارن، قضیه ال-تارسی، f-انتخاب پذیری و رابطه آن با قضیه ال-تارسی، ۳-انتخاب پذیری گرافهای مسطح دوبخشی، قضیه شوالی وارنینگ در مورد تعداد صفرهای مشترک یک خانواده از چندجمله‌ایها و کاربردهای آن، برآیند دو چندجمله‌ای و کاربردهای آن، قضایای مربوط به خانواده‌های اشتراکی، کاربردهایی از جبرخطی در ترکیبیات، خانواده‌های L-اشتراکی k-یکنواخت، قضیه فرنکل-ویلسون در مورد کران بالای خانواده‌های L-اشتراکی، پرمنت، لم پرمنت و کاربردهای آن، مجموعه‌های بلوکی در صفحه‌های آفین، کرانهای مجموعه‌های بلوکی، قضیه کوشی-دونپرت.

مراجع

- [۱] C. Godsil, Algebraic Combinatorics. CRC Press; ۱۹۹۳.
 [۲] S. Jukna, Extremal Combinatorics: with Applications in Computer Science. Springer Science & Business Media; ۲۰۱۱.



عنوان درس به فارسی: آنالیز ترکیباتی		عنوان درس به انگلیسی: Combinatorial Analysis	
نوع درس و واحد	پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>		
دروس پیش نیاز:	تخصصی <input checked="" type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>		
دروس هم نیاز:	اختیاری <input type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/>		
تعداد واحد:	رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>	۴	
تعداد ساعت:		۶۴	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

هدف

با توجه به تنوع مباحث، تاکید درس از یک سو تسلط دانشجو بر مفاهیم اصلی و از طرف دیگر تاکید بر ارتباط مفاهیم است به نحوی که دانشجو آمادگی مطالعه متون تخصصی در این حوزه را پیدا کند. پس از مرور مقدماتی بر نظریه گراف و ریاضیات گسسته سرفصل‌های زیر با نظر استاد درس می‌توانند مورد بحث قرار گیرند.

سرفصل درس

- سیستم‌های نمایندگی متمایز: قضیه هال و بیان آن در شکل‌های مختلف و کاربردها
- نظریه اکسترمال مجموعه‌ها: مجموعه‌های مرتب جزئی، قضیه دیلورث، قضیه اسپرنر، قضیه اردوش-کو-رادو
- نظریه اکسترمال گراف‌ها: قضیه توران و مباحث مربوطه و نظریه رمزی
- جریان در شبکه‌ها: پوشش مفاهیم اصلی و برخی قضایا با نظر استاد و تاکید بر ارتباط مفاهیم
- اصل رد و شمول، شبکه‌ها و وارون مویوس: جبر وقوعی مجموعه‌های مرتب جزئی، تابع مویوس
- پرمننت‌ها و مربع‌های لاتین: پوشش مفاهیم اصلی و برخی قضایا با نظر استاد
- کدها و طرح‌ها و هندسه‌های تصویری: تعاریف اولیه، طرح‌ها و قضایای اصلی، کدها و انواع کران‌ها
- ماتریس‌های آدامار: پوشش مفاهیم اصلی و برخی قضایا با نظر استاد و تاکید بر ارتباط مفاهیم
- گراف‌های قویاً منتظم و هندسه‌های جزئی و association schemes: با نظر استاد
- افرازاها: دیاگرام‌های فررز و یانگ و فرمول هوک
- توابع مولد: انواع توابع مولد، قضایای ترکیب توابع مولد، کاربردها
- نظریه شمارش: شمارش انواع توابع، اعداد استرلینگ، اعداد بل، نظریه شمارش پولیا
- مباحث منتخب: به تشخیص استاد

مراجع

- [۱] Van Lint, J.H. and Wilson, R.M., *A Course in Combinatorics*, Cambridge University Press, ۲۰۰۳.
- [۲] Cameron, Peter J., *Combinatorics; topics, techniques, algorithms*. Cambridge University Press, ۱۹۹۴.



عنوان درس به فارسی: نظریه جبری گراف ها		عنوان درس به انگلیسی: Algebraic Graph Theory	
نوع درس و واحد	پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>		
	تخصصی <input checked="" type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>		
	اختیاری <input type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/>	۴	تعداد واحد:
	رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>	۶۴	تعداد ساعت:

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

هدف

استفاده از قضایا و ابزارهای جبرخطی مانند مقادیر ویژه ماتریس اتصال برای بدست آوردن نتایج در نظریه گراف

سرفصل درس

چندجمله‌ای ویژه گرافها، طیف یک گراف، محاسبه طیف برخی از گرافها، طیف ماتریسهای دوری، نسبت ریلی، محاسبه مکمل چندجمله‌ای ویژه یک گراف منظم، ارتباط ضرایب چندجمله‌ای ویژه و خواص هندسی گراف مانند تعداد یالها و مثلثها، جبر اتصال یک گراف، تعداد گشت های بین دو راس با طول مفروض با استفاده از توان ماتریس اتصال، نامساوی بین تعداد مقادیر ویژه متمایز و قطر گراف، مقادیر ویژه گرافهای منظم، قضیه هافمن در مورد وجود k در جبر اتصال، قضیه در هم بافنده، طیف گرافهای خطی، چند جمله ای ویژه گرافهای خطی گرافهای منظم، رتبه ماتریس وقوع یک گراف، رابطه طیف و عدد استقلال در یک گراف، قضیه پرون-فروبنیوس، کران‌های عدد رنگی راسی یک گراف بر حسب طیف مانند قضیه ویلف، طیف حاصلضرب دکارتی و حاصلضرب تانسوری دو گراف، دورها و برشها در گرافها، رتبه ماتریس وقوع یک گراف جهتدار، قضیه پوانکاره در مورد ماتریس وقوع، رتبه یک گراف، رتبه دوگان یک گراف، زیرفضای دوری، زیرفضای برشی، قضیه ی هرری در مورد محاسبه ضرایب چند جمله ای ویژه، محاسبه طول کوتاهاترین دور فرد با استفاده از طیف، مشخص کردن منظم بودن یک گراف با استفاده از طیف، خواص طیف گرافهای دوبخشی و قضایای مربوطه، روابط بازگشتی برای چندجمله‌ای ویژه گرافها، افزایهای متعادل راس در گرافها، ماتریس های مقسوم علیه، طیف گرافهای چند بخشی کامل، ماتریس لاپلاسنین و عدد درختی، محاسبه مکمل طیف ماتریس لاپلاسنین با استفاده از طیف گراف، نامساوی سائیز برشی یالی و عدد همبندی جبری، قضایای مربوط به بالندگی، قضیه تمپرلی، محاسبه عدد درختی گرافهای خاص، کران‌های مربوط به طیف ماتریس لاپلاسنین، نامساوی کورانت-ویل، محاسبه ضرایب چندجمله‌ای ویژه ماتریس لاپلاسنین با استفاده از خواص هندسی گراف، گرافهای جهتدار و رتبه ماتریس اتصال آنها، تجزیه یالی گرافها به زیرگرافهای دو بخشی کامل، خودریختی ها و گرافهای انتقالی راسی و انتقالی یالی، مقادیر ویژه ساده گرافهای انتقالی راسی، گرافهای کیلی، شرط لازم و کافی برای کیلی بودن یک گراف، طیف گرافهای قویا منظم، گرافهای فاصله انتقالی و فاصله منظم، آرایه اشتراکی گرافهای فاصله منظم، گرافهای کنزر، گرافهای جانسن.

- مراجع: تحقیقات و فناوری
- [۱] N. Biggs, N.L. Biggs, B. Norman, Algebraic Graph Theory, Cambridge University Press; ۱۹۹۳.
 [۲] DM. Cvetković, P. Rowlinson, S. Simić, An Introduction to the Theory of Graph Spectra, Cambridge University Press; ۲۰۱۰.



عنوان درس به فارسی:		نظریه ماتروید	
عنوان درس به انگلیسی:		Matroid Theory	
نوع درس و واحد			
نظری <input checked="" type="checkbox"/>	پایه <input type="checkbox"/>		نظریه گراف
عملی <input type="checkbox"/>	تخصصی <input checked="" type="checkbox"/>		دروس هم‌نیاز:
نظری-عملی <input type="checkbox"/>	اختیاری <input type="checkbox"/>	۴	تعداد واحد:
	رساله / پایان‌نامه <input type="checkbox"/>	۶۴	تعداد ساعت:

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

هدف

هدف از این درس آشنایی با مفاهیم پایه ای و کاربردی نظریه ماتروید هاست به گونه ای که علاوه بر درک این مفاهیم، بتواند با طریقه به کار گیری نتایج این مبحث در سایر مباحث مربوط همچون نظریه اطلاعات و مخابرات، نظریه رمز گذاری، بهینه سازی ترکیباتی، نظریه ی یادگیری ماشین، نظریه ی الگوریتم و نظریه گراف آشنایی اجمالی بدست آورد.

سرفصل درس

معرفی مفاهیم ابتدایی در نظریه ماتروید همچون مفهوم استقلال، پایه، مدار، تابع رتبه، بستار، فلت و ارتباط بین این مفاهیم، بررسی تعاریف معادل ماتروید ها.

معرفی رده هایی از ماتروید ها با ذکر خواص آنها و به طور خاص معرفی ماتروید های یکنواخت، گرافی، ماتروید های خطی و نمایش پذیر، ماتروید های ترنسورسال، ماتروید های گاموید و ماتروید های منظم.

نمایش هندسی ماتروید ها

تعمیم قضیه فیلیپ هال در مورد ماتروید ها و قضیه رادو.

معرفی مفاهیم دوگان و ماینور ماتروید و نحوه بررسی پایه ها و تابع رتبه ماتروید دوگان. بررسی این عملگر ها در حالت های خاص مانند ماتروید های خطی یا گرافی.

همبندی ماتروید ها

ماتروید ها و تعمیم الگوریتم زیر درخت فراگیر مینیمم،

قضایای اجتماع و اشتراک ماتروید ها، الگوریتم های مرتبط و نتایج ترکیباتی و الگوریتمی آن

معرفی توابع زیر پیمانه ای و پلی ماتروید ها. اشتراک پلی ماتروید ها

مراجع

[۱] J. G. Oxley, Matroid Theory, Oxford University Press

[۲] Alexander Schrijver, Combinatorial Optimization: Polyhedra and Efficiency, Springer



عنوان درس به فارسی: روش های احتمالاتی در ترکیبیات			
عنوان درس به انگلیسی:	Probabilistic Methods in Combinatorics	نوع درس و واحد	
دروس پیش نیاز:		پایه <input type="checkbox"/>	نظری <input checked="" type="checkbox"/>
دروس هم نیاز:		تخصصی <input checked="" type="checkbox"/>	عملی <input type="checkbox"/>
تعداد واحد:	۴	اختیاری <input type="checkbox"/>	نظری-عملی <input type="checkbox"/>
تعداد ساعت:	۶۴	رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

هدف

معرفی روشهای احتمالاتی و کاربردهای نظریه احتمال در ریاضیات ترکیبی و شاخه های مرتبط مانند نظریه گراف، هندسه محاسباتی و نظریه علوم کامپیوتر.

سرفصل درس

معرفی روش احتمالاتی مقدماتی در مسائل ترکیبیات و گراف، عدد رمزی، زیر مجموعه های خالی از جمع، قضیه اردوش-کو-رادو خطی بودن امید ریاضی و کاربردهایی در مساله چراغهای نامتعادل و بردارهای متعادل
 ترفند دگرگونی و کاربردهایی در هندسه محاسباتی و نظریه گراف
 نامساوی های تجمعی، نامساوی مارکوف، نامساوی چیشوف و نامساوی چرنوف
 روش دومین گشتاور و کاربردها
 لم موضعی لواژ و کاربردهای آن، نسخه الگوریتمی لم موضعی در مساله صدق پذیری بولی
 نامساوی های همبستگی، قضیه چهار تابع دایکین و آلسویدی، نامساوی FKG
 مارتینگیل ها، نامساوی آزوما، نامساوی تالاگراند و کاربردها
 بعد VC و اپسیلون-تورها، دوگان دستگانه مجموعه ای و اختلاف دستگانه های مجموعه ای

مراجع

[۱] Noga Alon and Joel H. Spencer. *The probabilistic method*. Wiley Series in Discrete Mathematics and Optimization. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ, fourth edition, ۲۰۱۶.



عنوان درس به فارسی:		بهینه سازی ترکیبیاتی	
عنوان درس به انگلیسی:		Combinatorial Optimization	
دروس پیش نیاز:		نوع درس و واحد	پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>
دروس هم نیاز:			تخصصی <input checked="" type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>
تعداد واحد:	۴		نظری-عملی <input type="checkbox"/>
تعداد ساعت:	۶۴		رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

هدف

بهینه سازی ترکیبیاتی مخلوطی از ترکیبیات، نظریه گراف و آنالیز برای حل بهینه مسائلی در علوم کامپیوتر، تحقیق در عملیات و مسائل روزمره مهندسی و صنعتی است.

این درس از ابزارهایی از جبر خطی (برنامه ریزی خطی)، نظریه جریان در گراف، برنامه ریزی صحیح بهره می برد. همچنین درس به بررسی الگوریتمهایی در علوم کامپیوتر می پردازد که برای حل کارا و تقریبی مسائل NP کامل یا سخت وجود دارند. انتظار می رود که دانشجو بعد از گذراندن این درس بتواند از روشهای جبر خطی یا گرافی از قبیل برنامه ریزی خطی یا صحیح یا نظریه جریان برای حل تقریبی مسائل سخت استفاده کند.

سرفصل درس

۱. درختها و مسیرهای بهینه
۲. برنامه ریزی خطی
۳. مساله جریان ماکزیمال
۴. تطابق بهینه
۵. مساله فروشنده دوره گرد
۶. ماترویدها
۷. برنامه ریزی صحیح
۸. الگوریتمهای تقریبی

مراجع

- [۱] W.J. Cook, W.H. Cunningham, W.R. Pulleyblank, A.Schrijver, Combinatorial Optimization, Wiley, ۱۹۹۸.
- [۲] C.H. Papadimitriou, K. Steiglitz, Combinatorial Optimization: Algorithms and Complexity, Dover Publications, ۱۹۹۸.



عنوان درس به فارسی:		الگوریتم های ترکیبیاتی	
عنوان درس به انگلیسی:		Combinatorial Algorithms	
نوع درس و واحد			
نظری	<input checked="" type="checkbox"/>	پایه	<input type="checkbox"/>
عملی	<input type="checkbox"/>	تخصصی	<input checked="" type="checkbox"/>
نظری-عملی	<input type="checkbox"/>	اختیاری	<input type="checkbox"/>
		رساله / پایان نامه	<input type="checkbox"/>
تعداد واحد:		۴	
تعداد ساعت:		۶۴	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

هدف

انتظار می رود که دانشجو بعد از گذراندن این درس با الگوریتم های معروف ترکیبیاتی از قبیل پیدا کردن درختهای فراگیر مینیمال، الگوریتم های جستجو، الگوریتم های اکتشافی Heuristic الگوریتم های احتمالاتی، تقریبی و همچنین بررسی پیچیدگی آنها آشنا باشد.

سرفصل درس

آشنایی با روش های محاسبه و آنالیز و طراحی الگوریتم های مربوط به مسائل ترکیبیاتی.

۱. الگوریتم های پرمایش و جستجو در گرافها BFS و DFS

۲. مرتب سازی توپولوژیک

۳. تورهای اوپلری

۴. درختهای فراگیر مینیمم

۵. الگوریتم های پیدا کردن مسیر مینیمال

۶. الگوریتم های احتمالاتی در گراف

۷. الگوریتم های تقریبی، اکتشافی و ژنتیکی در ترکیبیات

۸. الگوریتم های مربوط به رنگ آمیزی و مجموعه غالب

۹. الگوریتم های برخط

۱۰. سیستم های distributed و الگوریتم های distributed

۱۱. مسائل NP کامل و NP سخت در ترکیبیات

مراجع

[۱] D.L. Kreher and D.R. Stinson, *Combinatorial Algorithms: Generation, Enumeration and Search*. CRC press, ۱۹۹۸.



عنوان درس به فارسی:		گراف های تصادفی	
عنوان درس به انگلیسی:		Random Graphs	
دروس پیش نیاز:	پایه <input type="checkbox"/>	نظری <input checked="" type="checkbox"/>	نوع درس و واحد
دروس هم نیاز:	تخصصی <input checked="" type="checkbox"/>	عملی <input type="checkbox"/>	
تعداد واحد:	۴	اختیاری <input type="checkbox"/>	نظری-عملی <input type="checkbox"/>
تعداد ساعت:	۶۴	رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

هدف

آشنایی با نظریه گراف های تصادفی و کاربردهای آن

سرفصل درس

- مروری بر مقدمات لازم از نظریه گراف و نظریه فرآیندهای تصادفی
- **معرفی مدل های گراف های تصادفی:** مدل اردیش-رینی، مدل های مختلف گراف های منتظم بالاخص مدل کانفیگوریشن
- **معرفی مسایل اصلی در مدل های تصادفی:** بررسی رفتار پارامترهای ترکیباتی نظیر درجه، کوتاهترین دور و نظایر آن، بررسی زیرساختارهای ترکیباتی نظیر بزرگترین مولفه همبندی، درخت فراگیر، بزرگترین خوشه و نظایر آن
- **معرفی مفهوم انتقال فاز:** تحلیل برخی از مسایل مطرح شده در بخش قبل و معرفی مفهوم انتقال فاز با توجه به مثال های مطرح شده
- **مدل های گراف های تصادفی محدود شده:** معرفی چگونگی تعریف مدل های گراف تصادفی که با شرایط خاصی محدود شده اند و اهمیت آن ها با تاکید بر مدل گراف های تصادفی منتظم که قبلا بحث شده، گراف های تصادفی مرتبط با شبکه های اجتماعی با محدودیت های قانون توانی، و چند مثال دیگر با نظر استاد.
- **مباحث تکمیلی:** با نظر استاد درس (نظیر گراف های تصادفی و expansion و گراف های رامنوجان و ساختارهای مرتبط با گراف های تصادفی، بحث های تکمیلی در مورد مدل های پیشرفته تر گراف های تصادفی و نمونه برداری از آن ها و کاربردهای آن)

مراجع

- [۱] Alan Frieze, Michał Karoński, *Random Graphs*, Cambridge University Press, ۲۰۱۵.
 [۲] Remco van der Hofstad, *Random Graphs and Complex Networks*, Cambridge University Press, ۲۰۱۷.
 [۳] Svante Janson, Tomasz Luczak, Andrzej Rucinski, *Random Graphs*, John Wiley & Sons, ۲۰۰۰.
 [۴] Béla Bollobás, *Random Graphs*, Cambridge University Press, ۱۹۸۵.



عنوان درس به فارسی:		ترکیبیات تحلیلی	
عنوان درس به انگلیسی:		Analytic Combinatorics	
دروس پیش نیاز:			
دروس هم نیاز:			
تعداد واحد:		۴	
تعداد ساعت:		۶۴	
نوع درس و واحد			
<input type="checkbox"/> پایه <input checked="" type="checkbox"/> نظری			
<input type="checkbox"/> عملی <input checked="" type="checkbox"/> تخصصی			
<input type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/> اختیاری			
<input type="checkbox"/> رساله / پایان نامه			

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

هدف

آشنایی با روش های تحلیلی برای مطالعه ساختارهای ترکیبیاتی.

سرفصل درس

ساختارهای ترکیبیاتی و توابع مولد عادی: روش های شمارش صوری، ترکیبات و افرازاها، کلمات و زبان های منظم، ساختارهای درختی.

- **ساختارهای برچسب دار و توابع مولد نمایی:** ساختارهای برچسب دار، توابع پوشا، افرازاها، کلمات، جایگشت ها، درخت های برچسب دار و گراف های برچسب دار.
- **پارامترهای ترکیبیاتی و توابع مولد چند متغیره:** توابع مولد دو متغیره و توزیع های احتمال، پارامترهای موروثی و توابع مولد، پارامترهای بازگشتی.
- **آنالیز مختلط و آنالیز مجانبی:** توابع مولد و توابع تحلیلی مختلط، نقاط تکین و رشد نمایی ضرایب، طرح کلی آنالیز مجانبی با ارائه مثال از دنباله های تودرتو، کسرهای مسلسل و مسیرها در گراف ها.
- **آنالیز تکینگی توابع مولد و کاربردها:** ارائه اصول نظریه تکینگی و رفتار مجانبی ضرایب با ارائه مثال های مناسب ترکیبیاتی به عنوان مثال از ساختارهای درختی یا ساختارهای مستقل از متن و نظایر آن.

مراجع

- [۱] Philippe Flajolet and Robert Sedgewick, *Analytic Combinatorics*, Cambridge University Press, ۲۰۰۹.
- [۲] Stephen Melczer, *An Invitation to Analytic Combinatorics*, Springer, ۲۰۲۱.



عنوان درس به فارسی:		جبر جابجایی	
عنوان درس به انگلیسی:		Commutative Algebra	
نوع درس و واحد	پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>	جبر پیشرفته	
تخصصی <input checked="" type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>	اختیاری <input type="checkbox"/> رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>	دروس هم نیاز:	
تعداد واحد:		۴	
تعداد ساعت:		۶۴	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

هدف

آشنایی دانشجویان با مفاهیم و قضایای کلاسیک جبر جابجایی

سرفصل درس

مجموعه‌های بسته ضربی، مدول کسرها، A -مدول یکدست، انقباض یک ایده‌آل، انبساط یک ایده‌آل، ایده‌آل اولیه، قضیه تجزیه اولیه، قضایای مربوط به یکتایی قضیه تجزیه اولیه، ایده‌آل اول منفرد، ایده‌آل اول نامنفرد، وابستگی صحیح، ارزیابی‌ها، اعداد صحیح جبری، حلقه بودن اعداد صحیح جبری، بستار صحیح، صحیح بودن یک حلقه روی زیرحلقه آن، بسته صحیح، قضیه بالارونده، قضیه پائین‌رونده، حلقه ارزیابی، قضیه اساسی هیلبرت، قضیه ساختاری حلقه‌های آرتینی، قضیه اشتراک کرول، بعد یک حلقه جابجایی، ارتفاع یک ایده‌آل اول، سری ترکیبی برای مدولها، طول یک مدول، قضیه ایده‌آل اصلی کرول، قضیه ایده‌آل اصلی کرول تعمیم یافته، مجموعه‌های مستقل جبری در توسیع میدانها، پایه متعالی، دستگاہ پارامتری، ایده‌آل پارامتری، حلقه‌های منظم و خواص آنها، M -رشته‌ها، طول یک M -رشته، درجه یک ایده‌آل، ارتفاع یک ایده‌آل، حلقه کوهن مکولی، حلقه نوتری خالص، حلقه کاتنری، حلقه گورنشتاین، قضیه سیزیجی هیلبرت، حلقه‌های مدرج و قضایای مربوطه، سری پوانکاره یک مدول، قضیه هیلبرت-سر

مراجع

- [۱] M. F. Atiyah, I. G. Macdonald, Introduction to Commutative Algebra. CRC Press, ۲۰۱۸.
 [۲] R. Y. Sharp, Steps in Commutative Algebra. No. ۵۱. Cambridge University Press, ۲۰۰۰.
 [۳] I. Kaplansky, Commutative rings. In Conference on Commutative Algebra, pp. ۱۵۳-۱۶۶. Springer, Berlin, Heidelberg, ۱۹۷۳.



عنوان درس به فارسی:		نظریه سرشت و نمایش گروه های متناهی	
عنوان درس به انگلیسی:		Character and representation theory of finite groups	
دروس پیش نیاز:	جبر پیشرفته	پایه <input type="checkbox"/>	نظری <input checked="" type="checkbox"/>
دروس هم نیاز:		تخصصی <input checked="" type="checkbox"/>	عملی <input type="checkbox"/>
تعداد واحد:	۴	اختیاری <input type="checkbox"/>	نظری-عملی <input type="checkbox"/>
تعداد ساعت:	۶۴	رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

هدف

هر همریختی از گروه متناهی G به گروه خطی عام یک نمایش برای گروه G نامیده می شود. اگر این همریختی یک به یک باشد آنگاه به این نتیجه می رسیم که G با زیرگروهی از گروه خطی عام یکریخت است. به این ترتیب گروه G از حالت مجرد خارج شده و به گروهی ماتریسی تبدیل می شود. هدف اصلی این نظریه همین مطلب است و در این درس قضایای اساسی این نظریه به اثبات خواهد رسید.

سرفصل درس

نظریه حلقه های نیم ساده، جبرهای نیم ساده، قضیه $p^a q^b$ برنساید، سرشت های تعمیم یافته و درجه تکرار، جدول سرشت، نمایش گروه های آبلی، سرشت القائی، نمایش حاصل ضرب مستقیم گروه ها، مجموعه های $T.A$ ، سرشت گروه های فروینوس، قضیه کلیفورد، M -گروه ها.

مراجع

۱. محمدرضا درفشه. جبر، جلد سوم. انتشارات دانشگاه تهران، چاپ دوم ۱۳۸۹.

[۲] L. Dornhoff, Group Representation Theory, Part A, Marcel Dekker, Inc., ۱۹۷۱.

[۳] G. James, M. Liebeck, Representations and Characters of Groups, Cambridge Mathematical Textbooks, ۱۹۹۳.

[۴] K. Lux and H-Pahlings, Representation of Groups, Cambridge University Press, ۲۰۱۰.



عنوان درس به فارسی:		گروه‌های جایگشتی	
عنوان درس به انگلیسی:		Permutation Groups	
نوع درس و واحد	پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>	جبر پیشرفته	
دروس پیش نیاز:	تخصصی <input checked="" type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>		
دروس هم نیاز:	اختیاری <input type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/>		
تعداد واحد:	رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>	۴	
تعداد ساعت:		۶۴	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

هدف

عمل یک گروه بر یک مجموعه منجر به مفهوم گروه جایگشتی می‌شود. با استفاده از این نظریه ساختار برخی از گروه‌های ساده در ابتدا پیدا شد. خانواده‌ای از این گروه‌ها به گروه‌های ماتریس معروف اند که در این درس سعی می‌شود به معرفی آن‌ها پردازیم. گروه‌های فروبنیوس و آفین از نقطه نظر جایگشتی نیز مطالعه خواهند شد.

سرفصل درس

عمل یک گروه بر یک مجموعه، گروه متقارن و متناوب، مدار و پایدار ساز، بلوک و گروه‌های اولیه و غیراولیه، گروه‌های K -انتقالی و K -همگن، گروه خودریختی ساختارهای جبری، ارتباط با نظریه گراف، حاصل ضرب نیم مستقیم، حاصل ضرب حلقوی، گروه‌های آفین تصویری، گروه‌های انتقالی درجه حداکثر ۷، گروه فروبنیوس، ساختار گروه‌های ماتریس.

مراجع

۱. علی رضا جمالی، مقدمه‌ای بر گروه‌های جایگشتی و گروه‌های خطی، دانشگاه خوارزمی ۱۳۹۴.

[۲] J. D. Dixon and B. Mortimer, Permutation Groups, Springer-Verlag, ۱۹۹۶.

[۳] D. S. Passman, Permutation Groups, W. A. Benjamin Inc., ۱۹۶۸.

[۴] P. Cameron, Permutation Groups, London Mathematical Society, ۱۹۹۹.



عنوان درس به فارسی:		روش‌های همولوژیکی در جبر جابجایی	
عنوان درس به انگلیسی:		Homological methods in commutative algebra	
دروس پیش‌نیاز:	جبر پیشرفته	پایه <input type="checkbox"/>	نظری <input checked="" type="checkbox"/>
دروس هم‌نیاز:		تخصصی <input checked="" type="checkbox"/>	عملی <input type="checkbox"/>
تعداد واحد:	۴	اختیاری <input type="checkbox"/>	نظری-عملی <input type="checkbox"/>
تعداد ساعت:	۶۴	رساله / پایان‌نامه <input type="checkbox"/>	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

هدف

مسائل باز مطرح شده توسط کرول در جبر جابه‌جایی (دهه ۱۹۲۰)، توسط آوسلندر، بوکسبام و سر در دهه ۱۹۵۰ و با استفاده از روش‌های همولوژیکی به اثبات رسید. از آن زمان تا کنون، استفاده از روش‌های همولوژیکی به عنوان یکی از ابزارهای مهم در رشته‌های جبری از جمله جبر جابه‌جایی، هندسه جبری، توپولوژی جبری و نظریه نمایش جبرها مورد استفاده قرار گرفته است.

سرفصل درس

مقدمه‌ای بر جبر جابه‌جایی: حلقه و مدول کسرها، ایده‌آل‌های اول وابسته و تجزیه اولیه، بعد کرول، دستگاه‌های پارامتری و حلقه‌های موضعی منظم.

مقدمه‌ای بر جبر همولوژیکی: معرفی تحلیل‌ها، تابع‌گون‌های مشتق شده، Ext و Tor، بعدها‌های همولوژیکی.

کاربردها: فرمول آوسلندر-بوکسبام، قضیه سر و آوسلندر-بوکسبام (منظور رده‌بندی همولوژیکی حلقه‌های موضعی منظم است)، قضیه باس.

مراجع

۱. محمدرضا پورنکی، سیامک یاسمی. روش‌های همولوژیکی در جبر جابه‌جایی، موسسه انتشارات علمی دانشگاه صنعتی شریف و انتشارات فاطمی.

[۲] H. B. Foxby, Homological Algebra, Copenhagen University, ۲۰۰۶.

[۳] S. Raghavan, S. Balwant and R. Sridharan, Homological Methods in Commutative Algebra, Oxford University Press, ۱۹۷۵.

[۴] A. V. Geramita, C. Small, Introduction to Homological Methods in Commutative Algebra, Queen's University, ۱۹۷۶.



عنوان درس به فارسی:		کوهمولوژی موضعی	
عنوان درس به انگلیسی:		Local cohomology	
نوع درس و واحد	پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>	جبر پیشرفته	
	تخصصی <input checked="" type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>	دروس پیش نیاز:	
	اختیاری <input type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/>	دروس هم نیاز:	
	رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>	۴	تعداد واحد:
		۶۴	تعداد ساعت:

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

هدف

کوهمولوژی موضعی یکی از موضوع‌هایی است که نخست در هندسه جبری به عنوان ابزاری محاسباتی در کنار کوهمولوژی بافه‌ها معرفی شد. اولین کتاب در این زمینه با عنوان «کوهمولوژی موضعی» براساس سمینارهایی که الکساندر گروتندیک در سال ۱۹۶۱ میلادی در دانشگاه هاروارد ارائه کرد، به چاپ رسیده است. به دلیل هم‌ارزی‌ای که میان طرح‌های آفین و حلقه‌های جابه‌جایی وجود دارد، نظریه کوهمولوژی موضعی را در حالت آفین می‌توان به طور کامل به زبان جبری ترجمه کرد. این رویکرد کاملاً جبری به کوهمولوژی موضعی، به‌ویژه پس از انتشار مرجع [۱]، توجه عده‌ی بسیاری از پژوهشگران را در جبر جابه‌جایی و شاخه‌های مرتبط با آن، به خود جلب کرده است و نتایج ارزشمند بسیاری نیز از این طریق به دست آمده است که نمونه‌هایی از آن‌ها در مرجع [۲] آمده است.

سرفصل درس

تابع‌گون کوهمولوژی موضعی، مدول‌های تابدار، دنباله‌های مایر-ویتوریس، رتبه حسابی، قضیه استقلال، قضیه تبدیل پایه یک‌دست، استفاده از همبافت‌های چک و کزول، قضیه صفر گروتندیک، مدول‌های کوهمولوژی موضعی آرتینی، نمایش ثانویه، قضیه لیختنبام-هارتسورن، قضایای پوچ‌سازی و تناهی، قضیه دوگانی موضعی.

مراجع

- [۱] M. P. Brodmann and R. Y. Sharp, Local Cohomology: An Algebraic Introduction with Geometric Applications, Cambridge Univ. Press, Sec. Ed., ۲۰۱۳.
- [۲] S. B. Iyengar, G. J. Leuschke, E. Miller, A. Singh and U. Walther, Twenty-four Hours of Local Cohomology, GSM, Amer. Math. Soc., ۲۰۰۷.
- [۳] G. Lyubeznik, Local Cohomology and its Applications, Lecture Notes in Pure and Applied Mathematics, Marcel Dekker Inc., Vol ۲۲۶, ۲۰۰۱.



عنوان درس به فارسی: جبر خطی پیشرفته			
عنوان درس به انگلیسی: Advanced Linear Algebra	نوع درس و واحد		
دروس پیش نیاز:	پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>		
دروس هم نیاز:	تخصصی <input checked="" type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>		
تعداد واحد: ۴	اختیاری <input type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/>		
تعداد ساعت: ۶۴	رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>		

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

هدف

آشنایی دانشجویان با فضایی اساسی و کاربردی جبر خطی

سرفصل درس

قضیه‌ی تجزیه‌ی اولیه، فرم‌های گویا و ژوردان، قضیه‌ی تجزیه‌ی دوری، تعمیم قضیه کیلی-همیلتون، فضاهای ضرب داخلی، فرآیند گرام-اشمیت، قضیه هادامارد در مورد رابطه بین قدرمطلق دترمینان و حاصلضرب نرم سطرهای ماتریس، ماتریس هادامارد، تصویر متعامد، تابعک‌های خطی و الحاقی‌ها، عملگرها و ماتریس‌های یکانی، عملگرهای نرمال، قضیه تجزیه لانکزس، قضیه شور، ماتریس‌های مثبت و نامنفی، ماتریس‌های معین مثبت، ماتریس‌های نیمه معین مثبت، ماتریس هرمیتی، قضیه سیلوستر، قضیه‌ی تجزیه‌ی قطبی، قضیه‌ی تجزیه‌ی طیفی، تعمیم مقادیر ویژه برای ماتریس‌های مستطیل شکل، مقادیر منفرد ماتریس، تجزیه SVD، نامساوی هادامارد برای دترمینان یک ماتریس، نامساوی فیشر، مکمل شور ماتریس، دیسک گرشگرین، برد عددی، شعاع طیفی، نرم طیفی، قضیه کورانت-فیشر، نامساوی ویل، قانون اینرسی سیلوستر، قضیه درهم بافنده، تریس فون نویمان، معکوس تعمیم یافته یک ماتریس، قضیه پن رز در مورد معکوس تعمیم یافته یک ماتریس، روش ساختنی برای ماتریس‌های یکانی هرمیتی، تجزیه QR، قضیه تجزیه LU، قضیه چولسکی، تجزیه LDL^T، تجزیه LUP، حاصلضرب هادامارد دو ماتریس، قضیه پرون-فروبنیوس، قضیه گلفاند، گراف‌های جهتدار و ماتریس اتصال آنها، ماتریس‌های تحویل ناپذیر، نرم فروبنیوس، اندیس غیرابتدایی، عدد فروبنیوس، رتبه Page، گراف وب، ماتریس گوگل، فضایی مربوط به خواص مقادیر ویژه و بردارهای ویژه‌ی ماتریس‌های حقیقی با درایه‌های نامنفی که در شبکه‌های پیچیده و به ویژه شبکه‌های اجتماعی کاربرد فراوان دارند.

مراجع

- [۱] K. Hoffman, R. Kunze, Linear Algebra. Second edition Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N.J. ۱۹۷۱.
- [۲] R. A. Horn, C. R. Johnson, Matrix Analysis. Second edition. Cambridge University Press, Cambridge, ۲۰۱۳.
- [۳] F. Zhang, Matrix Theory. Basic Results and Techniques. Second edition. Universitext. Springer, New York, ۲۰۱۱.



عنوان درس به فارسی:		نظریه جبری اعداد	
عنوان درس به انگلیسی:		Algebraic Number Theory	
نوع درس و واحد			
نظری <input checked="" type="checkbox"/>	پایه <input type="checkbox"/>		دروس پیش نیاز:
عملی <input type="checkbox"/>	تخصصی <input checked="" type="checkbox"/>		دروس هم نیاز:
نظری-عملی <input type="checkbox"/>	اختیاری <input type="checkbox"/>	۴	تعداد واحد:
رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>		۶۴	تعداد ساعت:

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

هدف

مطالعه میدان‌های سرتاسری (میدان‌های عددی یا میدان‌های توابع) و بررسی حلقه اعداد صحیح آنها و نظریه میدان‌های موضعی و p -ادیک

سرفصل درس

مقدماتی از عناصر صحیح در توسیع‌های حلقه‌های جابجایی، میدان‌های عددی، حلقه اعداد صحیح یک میدان عددی، دامنه‌های ددکیند و نظریه ایده‌آل‌های آنها، ایده‌آل‌های کسری، نرم و اثر و مبین، عدد رده‌ای و گروه رده‌های ایده‌آلی، مشبکه‌ها در فضای اقلیدسی و قضایای مینکوفسکی، قضیه یک‌ه‌های دیریشله، تجزیه ایده‌آل‌ها، انشعاب ایده‌آل‌ها، شاخص انشعاب و درجه رده باقیمانده یک ایده‌آل اول نسبت به یک توسیع جبری، تجزیه در میدان‌های مربعی و دایره‌بری، گروه تجزیه، گروه اینرسی، توسیع‌های گالوایی میدان‌های عددی، خودریختی فروبنوس، اعداد اول منظم و نامنظم و اثبات کومر از قضیه آخر فرما برای اعداد اول منظم، ارزیابی‌ها و نرم‌ها، ارزیابی p -ادیک، میدان‌های موضعی، میدان‌های p -ادیک، ارزیابی‌های ارشمیدسی و غیر ارشمیدسی، قضیه تقریب ضعیف (Artin Whaples)، قضیه استروسکی، لم هنزل، ارزیابی‌های میدان‌های عددی، دستور حاصل ضرب. مباحث و کاربردهای انتخابی: سمبل هیلبرت، اصل موضعی سرتاسری و قضیه هسه-مینکوفسکی

مراجع

- [۱] P. Samuel, Algebraic theory of numbers. Houghton Mifflin Co., Boston, Mass. ۱۹۷۰.
 [۲] J. W. S. Cassels, Local fields. London Mathematical Society Student Texts, ۳. Cambridge University Press, Cambridge, ۱۹۸۶.
 [۳] J.-P. Serre, A course in Arithmetic. Springer Verlag, ۱۹۷۳.
 [۴] I. Stewart, D. Tall, Algebraic number theory and Fermat's last theorem. CRC Press, Boca Raton, FL, ۲۰۱۶.
 [۵] E. Hecke, Lectures on the theory of algebraic numbers. Graduate Texts in Mathematics, VII. Springer-Verlag, New York-Berlin, ۱۹۸۱.
 [۶] J. S. Milne, Algebraic Number Theory. Lecture notes. ۲۰۲۰.



عنوان درس به فارسی:		فرم‌های درجه دوم	
عنوان درس به انگلیسی:		Quadratic Forms	
دروس پیش‌نیاز:	پایه <input type="checkbox"/>	نظری <input checked="" type="checkbox"/>	نوع درس و واحد
دروس هم‌نیاز:	تخصصی <input checked="" type="checkbox"/>	عملی <input type="checkbox"/>	
تعداد واحد:	۴	اختیاری <input type="checkbox"/>	نظری-عملی <input type="checkbox"/>
تعداد ساعت:	۶۴	رساله / پایان‌نامه <input type="checkbox"/>	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

هدف

این درس که مقدمه‌ای بر نظریه جبری فرم‌های درجه دوم (فرم‌های مربعی) است به مطالعه فرم‌های درجه دوم روی میدانهای دلخواه و معرفی ناورداهای مختلف برای شناسایی آنها و کاربردهایی از آنها از جمله مسائل مرتبط با مجموع مربعات و نظریه میدانهای حقیقی (مرتب) می‌پردازد.

سرفصل درس

معرفی انواع فرم‌های درجه دوم (مربعی)، فرم‌های ناتبهگون (منظم)، فرم‌های ایزوتروپ، فرم‌های آنیزوتروپ، فرم‌های هذلولوی، قطری سازی فرم‌ها، زیرفرم، مجموع متعامد و ضرب کرونکر فرم‌ها، قضایای ویت، ناورداهای فرم‌های درجه دوم از جمله بعد، دترمینان و مین، علامت، رده‌بندی فرم‌های درجه دوم در ابعاد پایین، گروه گروتندیک، گروه و حلقه ویت، ایده‌آل بنیادی حلقه ویت، محاسبه گروه و حلقه ویت روی میدانهای متعارف، فرم‌های ضربی، فرم‌های فیستر، فرم نرم یک جبر کوآرتینون، قضایای کسلز و فیستر، قضیه زیرفرم، سطح (level) و ناوردای u یک میدان، رفتار فرم‌های درجه دوم تحت توسیع‌های میدانی، قضیه اشپرینگر، رفتار فرم‌ها تحت توسیع‌های میدانی، میدان توابع رویه‌های درجه دوم (function fields of quadrics)، میدانهای حقیقی (مرتب)، قضایای آرتین و شرایر، بستار حقیقی، گسترش ترتیب تحت توسیع‌های میدانی، عدد فیثاغورس یک میدان یا دامنه صحیح. مباحث و کاربردهای انتخابی: مسأله هفدهم هیلبرت، اصل موضعی سرتاسری فیستر، قسمت تاب گروه ویت، یکالها و عناصر پوچتون حلقه ویت، چشم‌اندازی به نظریه فرم‌های مربعی روی میدان‌های با مشخصه دو، ناوردای Arf ، اثبات قضیه Bruck-Ryser در صفحات تصویری متناهی.

مراجع

- [۱] T. Y. Lam, Introduction to quadratic forms over fields, American Mathematical Society, ۲۰۰۵.
- [۲] W. Scharlau, Quadratic and Hermitian forms, Springer-Verlag, ۱۹۸۵.
- [۳] A. Pfister, Quadratic forms with applications to algebraic geometry and topology, Cambridge University Press, ۱۹۹۵.
- [۴] R. Elman, N. Karpenko, A. Merkurjev, The algebraic and geometric theory of quadratic forms, American Mathematical Society, ۲۰۰۸.



عنوان درس به فارسی: گروه‌های خطی		عنوان درس به انگلیسی: Linear Groups	
نوع درس و واحد	پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>		
دروس پیش نیاز:	تخصصی <input checked="" type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>		
دروس هم نیاز:	اختیاری <input type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/>		
تعداد واحد:	رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>	۴	
تعداد ساعت:		۶۴	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

هدف

مطالعه ساختار و هندسه گروه‌های کلاسیک

سرفصل درس

گروه خطی عام و خاص: گروه‌های خطی عام و خاص و تصویری و مرتبه آنها روی میدان‌های متناهی، ترابرها (transvections)، تولید گروه خطی خاص بوسیله ترابرها، عملهای ابتدایی و لم ایوازوا، ساده بودن گروه تصویری خاص.

گروه سیمپلکتیک: مقدماتی از فرم‌های دوخطی و مفاهیم مرتبط با آنها، ترابرهای سیمپلکتیک، تولید گروه سیمپلکتیک توسط ترابرهای سیمپلکتیک، ساختار گروه سیمپلکتیک و ساده بودن گروه سیمپلکتیک تصویری، مرتبه گروه سیمپلکتیک روی میدان‌های متناهی.

گروه متعامد (مشخصه مخالف دو): انعکاس‌ها و قضیه کارتان-دیودونه، مرتبه گروه متعامد روی میدان‌های متناهی، قضایای ویت و قضیه پایه متقابل هذلولوی ساز، ساختار گروه متعامد، گروه متعامد خاص و گروه مشتق آنها، قضیه دیکسون-دیودونه، ساختار برگردان‌ها و نیمدورها در گروه متعامد، گروه متعامد در بعد سه و جبر کواترنیون‌ها، گروه دوران‌ها در بعد چهار، بررسی ساده بودن گروه‌های $PSO(n)$ ، گروه متعامد کاهش یافته
مباحث و کاربردهای انتخابی: ساختار گروه یکانی، ساختار گروه متعامد در حالت مشخصه دو.

مراجع

[۱] L. C. Grove, Classical Groups and Geometric Algebra, Graduate Studies in Mathematics, ۳۹, American Mathematical Society (۲۰۰۱).

[۲] D. E. Taylor, The Geometry of the Classical Groups, Heldermann Verlag (۱۹۹۲).

۳. محمد رضا درفشه، گروه‌های خطی، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۷۷.

۴. علیرضا جمالی، مقدمه‌ای بر گروه‌های جایگشتی و گروه‌های خطی، دانشگاه خوارزمی، ۱۳۹۴.



حلقه‌های ناجابجایی		عنوان درس به فارسی:	
Noncommutative Rings		عنوان درس به انگلیسی:	
نوع درس و واحد	پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>	جبر پیشرفته	درس پیش نیاز:
	تخصصی <input checked="" type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>		درس هم نیاز:
	اختیاری <input type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/>	۴	تعداد واحد:
	رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>	۶۴	تعداد ساعت:

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

هدف

مطالعه حلقه‌ها و جبرهای شرکتپذیر دلخواه

سرفصل درس

نظریه آرتین _ وردبرن، نظریه رادیکال حلقه‌ها و جبرها، حلقه‌های اول و اولیه، ساختارهای ترتیب در حلقه‌ها، حلقه‌های موضعی، نیمه‌موضعی و خودتوان‌ها، حلقه‌های کامل و نیمه‌کامل
مباحث و کاربردهای انتخابی: حلقه چندجمله‌ای‌های اریب (skew polynomial rings)، جبرهای ساده با برگردان، اتحادهای چندجمله‌ای.

مراجع

- [۱] T. Y. Lam, A first course in noncommutative rings. Second edition. Graduate Texts in Mathematics, Springer-Verlag, New York, ۲۰۰۱.
- [۲] R. S. Pierce, Associative algebras. Graduate Texts in Mathematics, ۸۸. Springer-Verlag, ۱۹۸۲.
- [۳] I. Reiner, Maximal orders. London Mathematical Society Monographs, No. ۵. Academic Press. London-New York, ۱۹۷۵.
- [۴] N. Jacobson, Finite-dimensional division algebras over fields. Springer-Verlag, Berlin, ۱۹۹۶.
- [۵] I. N. Herstein, Noncommutative rings. Carus Mathematical Monographs, ۱۵. Mathematical Association of America. ۱۹۹۴.



عنوان درس به فارسی:		حلقه‌های تقسیم	
عنوان درس به انگلیسی:		Division Rings	
نوع درس و واحد		جبر پیشرفته	
<input type="checkbox"/> نظری <input type="checkbox"/> پایه	<input type="checkbox"/> تخصصی <input type="checkbox"/> عملی		
<input type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/> رساله / پایان نامه	<input type="checkbox"/> اختیاری <input type="checkbox"/> کارگاه		
		۴	تعداد واحد:
		۶۴	تعداد ساعت:

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

هدف

مطالعه حلقه‌های تقسیم و جبرهای ساده مرکزی

سرفصل درس

قضیه کوچک وردبرن، روش‌های ساخت حلقه‌های تقسیم، چندجمله‌ای‌ها روی حلقه‌های تقسیم، قضیه تجزیه وردبرن، حلقه‌های ساده و قضیه وردبرن، قضیه اسکولم نوتر و مرکزساز، هم‌تحدید (corestriction) جبرها، میدان شکافنده، گروه براور یک میدان، جبرهای دوری، مقدمه‌ای بر کوهمولوژی گالوا، ضرب‌های صلیبی، جبرهای کواترنیون، P -جبرها، دترمینان دیودونه، نرم و اثر کاهش یافته

مباحث و کاربردهای انتخابی: مطالعه گروه ضربی حلقه‌های تقسیم، حلقه‌های تقسیم با برگردان، مقدمه‌ای بر نظریه K_2 میدان‌ها.

مراجع

- [۱] T. Y. Lam, A first course in noncommutative rings. Second edition. Graduate Texts in Mathematics, Springer-Verlag, New York, ۲۰۰۱.
- [۲] P. K. Draxl, Skew fields. London Mathematical Society Lecture Note Series, ۸۱. Cambridge University Press, Cambridge, ۱۹۸۳.
- [۳] Ph. Gille, T. Szamuely, Central simple algebras and Galois cohomology. Cambridge Studies in Advanced Mathematics, ۱۶۵. Cambridge University Press, Cambridge, ۲۰۱۷.
- [۴] R. S. Pierce, Associative algebras. Graduate Texts in Mathematics, ۸۸. Springer-Verlag, ۱۹۸۲.
- [۵] I. Reiner, Maximal orders. London Mathematical Society Monographs, No. ۵. Academic Press. London-New York, ۱۹۷۵.



عنوان درس به فارسی:		هندسه جبری ۱	
عنوان درس به انگلیسی:		Algebraic Geometry ۱	
نوع درس و واحد	پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>	جبر پیشرفته، جبر جابجایی	
تخصصی <input checked="" type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>	اختیاری <input type="checkbox"/> رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>	دروس هم‌نیاز:	
نظری-عملی <input type="checkbox"/>		۴	تعداد واحد:
		۶۴	تعداد ساعت:

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

هدف

انتظار می‌رود دانشجو بعد از گذراندن درس بتواند مثالهای زیادی از وارسته های آفین، تصویری ارائه دهد. بتواند بعد، نقاط تکین و مولفه های تحویل ناپذیر یک وارسته را تعیین کند. بتواند با مثالهایی دلیل تعمیم وارسته به اسکیم را توضیح دهد.

سرفصل درس

بررسی وارسته ها و اسکیمها، مورفیسهای بین آنها و روشهای ساخت آنها

۱. تعریف وارسته آفین، توپولوژی زاریسکی، فضای نوتری، بعد ترکیباتی، مولفه های تحویل ناپذیر

۲. حلقه توابع منظم روی یک وارسته آفین، قضیه پایه هیلبرت، قضیه نرمال سازی نوتر، لم زاریسکی، قضیه صفرهای هیلبرت

۳. وارسته کلی، تصویری، شبه تصویری، بافه ها، بافه ساختاری، مورفیسها

۴. حاصلضرب وارسته ها، قضیه نشانندن سرژ، وارسته های کامل، اثبات کامل بودن وارسته های تصویری

۵. بعد یک وارسته، بعد کرول، مورفیسهای آفین و سره

۶. بافه های سازگار و شبه سازگار

۷. بافه های نرم، flabby و خواص آنها

۸. نقاط تکین و هموار، حلقه های موضعی منظم، مورفیس هموار، غیر شاخه ای، اتال

۹. تعریف اسکیم آفین $\text{Spec}(R)$ و اسکیم تصویری $\text{Proj}(S)$

۱۰. حاصلضرب تارای اسکیم ها

۱۱. مقدمه بر خمهای جبری، ارتباط هندسه جبری با هندسه مختلط به ویژه رویه های ریمانی

مراجع

[۱] Hartshorne, Algebraic geometry, Springer, Graduate Texts in Mathematics, ۱۹۷۷

[۲] Kempf, Algebraic Varieties, Cambridge University Press, ۱۹۹۳

[۳] Shafarevich, Basic Algebraic geometry I, Springer, ۱۹۹۴

[۴] Dolgachev, Introduction to algebraic geometry, From the author's website

<http://www.math.lsa.umich.edu/~idolga/۶۳۱.pdf>



عنوان درس به فارسی:		هندسه جبری ۲	
عنوان درس به انگلیسی:		Algebraic Geometry ۲	
دروس پیش نیاز:		هندسه جبری ۱	
دروس هم نیاز:			
تعداد واحد:		۴	
تعداد ساعت:		۶۴	
نوع درس و واحد			
نظری <input checked="" type="checkbox"/>	پایه <input type="checkbox"/>		
عملی <input type="checkbox"/>	تخصصی <input checked="" type="checkbox"/>		
نظری-عملی <input type="checkbox"/>	اختیاری <input type="checkbox"/>		
	رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>		

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

هدف

انتظار می رود که دانشجو بعد از گذراندن این درس بتواند کوهومولوژی را بصورت فانکتور مشتق و با چک رزولوشن Cech Resolution تعریف و محاسبه کند، ارتباط بین بافه های سازگار جبری و تحلیلی را روی وارپته های تصویری مختلط بداند. با قضایای ریمان رخ و دوگانی سر آشنا باشد.

سرفصل درس

- مطالعه عمیق تر اسکیم ها از دیدگاه کوهومولوژی و ارتباط عمیق تر بین هندسه جبری و هندسه مختلط
۱. مقدمات جبر همولوژی، کنگوریهای آبلی، دلتا فانکتور، اشیا تصویری و انژکتیو، فانکتور مشتق، تحلیل های تصویری و انژکتیو، هموتوپی همبافتها، شبه یکرختی همبافتها
 ۲. تعریف کوهومولوژی بافه ای با تحلیل چک و با فانکتور مشتق مقطع سرتاسری و ارتباط بین آنها
 ۳. کوهومولوژی بافه های سازگار و شبه سازگار، قضیه صفر شدن سر برای اسکیم های آفین، محک آفین بودن
 ۴. قضیه گروتندیک برای سازگار بودن $R^i f_*$ وقتی f یک مورفیسم سره است و F یک بافه سازگار
 ۵. هندسه مختلط، قضایای دولبو، قضایای گاگای سر
 ۶. قضیه دوگانی سر، بافه دوگان ساز
 ۷. قضایای ریمان رخ با اشاره ای به تعمیم های آن

مراجع

- [۱] Hartshorne, Algebraic geometry, Springer, Graduate Texts in Mathematics, ۱۹۷۷.
 [۲] Serre, Algebraic Coherent sheaves, Annals of Math ۱۹۵۵.
 [۳] Serre, Géométrie algébrique et géométrie analytique, ۱۹۵۶.



عنوان درس به فارسی:		نظریه رسته‌ها	
عنوان درس به انگلیسی:		Category Theory	
نوع درس و واحد		جبر پیشرفته	
<input type="checkbox"/> نظری <input type="checkbox"/> پایه	<input type="checkbox"/> تخصصی <input type="checkbox"/> عملی		
<input type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/> رساله / پایان‌نامه	<input type="checkbox"/> اختیاری <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input type="checkbox"/> آزمایشگاه	۴	تعداد واحد:
		۶۴	تعداد ساعت:

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

هدف

انتظار می‌رود دانشجو بعد از گذراندن درس مثالهای زیادی از انواع کتگوریها، مورفیسها و ساختارهایی از قبیل حد و پادحد در ذهن داشته باشد.

سرفصل درس

آشنایی با کتگوریها، فانکتورها، تبدیلهای طبیعی، کتگوریهای خاص از قبیل جمعی، آبلی، مدرج، دیفرانسیل مدرج، آشنایی با مورفیسهای خاص از قبیل مونو، اپی، شکافته شده،

۱. تعاریف و مثالهایی از گراف، کتگوری، فانکتور و تبدیلهای طبیعی

۲. مورفیسهای یکریختی، مونو، اپی، مونوشکافته و اپی شکافته

۳. اشیای ابتدا و پایانی

۴. قضیه نشانیدن یوندا، فانکتورهای وفادار و کامل

۵. دوگانگی در کتگوریها

۶. ساختارهای جهانی، حاصل ضرب و حاصل جمع، ضرب و پادضرب فیبری

۷. حد و پادحد

۸. فانکتورهای الحاقی و قضیه فراید

۹. کتگوریهای جمعی و آبلی

۱۰. کتگوریهای دقیق

۱۱. قضایای نشانیدن فراید

۱۲. دنباله های دقیق، لم مار

۱۳. کتگوریهای مدرج و مدرج-دیفرانسیل

۱۴. کتگوریهای مونویدال

۱۵. مفهوم غنی سازی کتگوریها

مراجع

[۱] Saunders Mac Lane, Categories for working mathematicians, Springer Graduate Texts

[۲] Francis Borceux, Handbook of categorical algebra I, II, III, Encyclopedia of Mathematics and its Applications, vol. ۵۱, Cambridge University Press, ۱۹۹۴.



عنوان درس به فارسی:		نظریه تحلیلی اعداد	
عنوان درس به انگلیسی:		Analytic Number Theory	
نوع درس و واحد			
پایه <input type="checkbox"/>	نظری <input checked="" type="checkbox"/>		
تخصصی <input checked="" type="checkbox"/>	عملی <input type="checkbox"/>		
اختیاری <input type="checkbox"/>	نظری-عملی <input type="checkbox"/>		
رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>		۴	تعداد واحد:
		۶۴	تعداد ساعت:

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

هدف

بررسی ابزارها، مفاهیم و احکام بنیادی نظریه اعداد از چشم‌انداز آنالیز ریاضی و روش‌های تحلیلی.

سرفصل درس

استفاده از روش‌های آنالیزی در مسائل نظریه اعداد و بخصوص توزیع اعداد اول و توابع زتا و L

۱. تابع زتای ریمان، توسیع تحلیلی و معادله تابعی
۲. روش‌های جمع‌زنی آبل و اویلر-مک لوران
۳. توابع چیشف، منگولت، موبیوس و نامساویهای چیشف برای آنها
۴. جمع معکوسات اعداد اول و قضیه مرتنس
۵. قضایای تبری
۶. قضیه اعداد اول
۷. قضایای صریح ریمان-منگولت
۸. توابع L دیریکله و خواص کاراکترها
۹. گسترش تحلیلی و معادلات تابعی توابع L
۱۰. قضیه دریکله برای اعداد اول در تصاعدهای حسابی
۱۱. روش‌های غربالگری
۱۲. خطاها در قضایای اعداد اول در حالت کلی و در تصاعدها
۱۳. صفرهای زیگل
۱۴. روش دایره هاردی-لیتلوود و کاربردهای آن در حدس گلدباخ و وارینگ

مراجع

[۱] Harold Davenport, Multiplicative Number theory, Springer, GTM, ۲۰۰۰, ۳rd edition.

[۲] Iwaniec and Kowalski, Analytic Number theory, AMS publication, ۲۰۰۴.



عنوان درس به فارسی: آنالیز تصادفی		عنوان درس به انگلیسی: Stochastic Analysis	
نوع درس و واحد	پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>	آنالیز حقیقی	دروس پیش نیاز:
	تخصصی <input checked="" type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>		دروس هم نیاز:
	اختیاری <input type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/>	۴	تعداد واحد:
	رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>	۶۴	تعداد ساعت:

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

هدف

آشنایی با حرکت براونی، انتگرال تصادفی و حسابان تصادفی است که مبنایی برای تعریف معادلات دیفرانسیل با نویز تصادفی خواهد بود.

سرفصل درس

دوره ای از نظریه اندازه و انتگرال، اندازه‌های استوانه‌ای، تعمیم قضیه فویننی، قضیه توسعه کلموگروف، تعمیم توسعه کلموگروف برای فرآیندهای تصادفی پیوسته، انتگرال پذیری یکنواخت، قانون ۱-۰ کلموگروف، قانون ۱-۰ هویت ساواژ، قضیه رادن نیکودیم، احتمال و امید شرطی، فرآیندهای گوسی.

تعریف حرکت براونی، اثبات وجود، قضیه پیوستگی کلموگروف، خاصیت مارکف، قانون ۱-۰ بلومنتال، زمان توقف، خاصیت قوی مارکف، صفرهای حرکت براونی، اصل انعکاس، محاسبه اولین زمان برخورد، مارتینگل، حرکت براونی و مارتینگل. انتگرال تصادفی، انتگرال ایتو، ایزومتري ایتو، انتگرال تصادفی و فرمول ایتو.

معادلات دیفرانسیل تصادفی، قضیه وجود و یگانگی، جواب قوی و ضعیف، رفتار جواب، وابستگی به پارامتر و مقادیر اولیه، معادلات خطی، فرآیند اورشتاین اولنبرگ.

انتخاب مباحثی از مطالب زیر متناسب با زمان باقیمانده: جواب معادلات دیفرانسیل تصادفی به عنوان فرآیند مارکف و فرآیند پخش، احتمال انتقال، نیم گروه‌های مولد پخش، فرمول دینکین، رابطه بین معادلات دیفرانسیل تصادفی و معادلات دیفرانسیل پاره ای، مسأله دریشه، پایداری معادلات دیفرانسیل تصادفی، روش لیاپونف.

مراجع

- [۱] Kuo, Hui-Hsiung, Introduction to Stochastic Integration, Springer, Berlin, ۲۰۰۶.
- [۲] Le Gall, Jean-Francois, Brownian Motion, Martingales, and Stochastic Calculus, Springer ۲۰۱۶.
- [۳] Oksendal, B., Stochastic Differential Equations, An Introduction with Applications, ۱th. Ed., Springer-Verlag, ۲۰۰۳.
- [۴] Schilling, Rene and Partzsch, I., Brownian Motion, An Introduction to Stochastic Processes, ۲nd ed. Walter de Gruyter, ۲۰۱۴.



عنوان درس به فارسی: نظریه معادلات دیفرانسیل تصادفی		عنوان درس به انگلیسی: Theory of Stochastic Differential Equations	
نوع درس و واحد	پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>	آنالیز تصادفی	دروس پیش نیاز:
	تخصصی <input checked="" type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>		دروس هم نیاز:
	اختیاری <input type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/>	۴	تعداد واحد:
	رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>	۶۴	تعداد ساعت:

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

هدف

آشنایی دانشجویان با مفهوم معادله دیفرانسیل تصادفی شامل نوفه سفید، تبدیل آن به معادله انتگرال تصادفی ایتو، روش حل برخی از موارد خاص و قضیه وجود و یکتایی جواب و استفاده از نظریه معادلات دیفرانسیل تصادفی در مدل سازی پدیده های تصادفی است.

سرفصل درس

تعریف معادله دیفرانسیل تصادفی، مثال های معادلات دیفرانسیل تصادفی و روش های حل، قضیه وجود و یکتایی جواب، مفهوم جواب قوی و ضعیف، ویژگی های مارکوفی و مارکوفی قوی برای جواب معادلات دیفرانسیل تصادفی، مولد فرآیند پخش ایتو، فرمول دینکین، عملگر مشخصه، فرآیند پسر و کلموگرف، فرمول فاینمن - کتس، مساله مارتینگل، تعویض زمان تصادفی، قضیه گیرسانف، کاربرد معادلات دیفرانسیل تصادفی در نظریه مسائل مقدار مرزی. مساله دیریشله، مساله پواسون، کاربرد در توقف بهینه: حالت زمانی - همگن و حالت زمانی - ناهمگن، مسائل توقف بهینه شامل انتگرال، ارتباط با نامساوی های تغییراتی، کاربرد در کنترل تصادفی، معادله هامیلتن-ژاکوبی - بلمن.

مراجع

- [۱] Le Gall, Jean-Francois, Brownian Motion, Martingales, and Stochastic Calculus, Springer, ۲۰۱۶.
 [۲] Oksendal, B., Stochastic differential equations: an introduction with applications, ۶th ed., Springer Berlin, ۲۰۰۳.



عنوان درس به فارسی:		نظریه معادلات دیفرانسیل پاره‌ای تصادفی	
عنوان درس به انگلیسی:		Theory of Stochastic Partial Differential Equations	
نوع درس و واحد		آنالیز تصادفی	
<input checked="" type="checkbox"/> نظری <input type="checkbox"/> پایه	<input type="checkbox"/> عملی <input checked="" type="checkbox"/> تخصصی	دروس پیش‌نیاز:	
<input type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/> اختیاری	<input type="checkbox"/> رساله / پایان‌نامه	دروس هم‌نیاز:	
		۴	تعداد واحد:
		۶۴	تعداد ساعت:

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

هدف

آشنایی دانشجویان با انواع معادلات دیفرانسیل پاره‌ای تصادفی، مفهوم جواب قوی، معادلات تحولی تصادفی در فضاها و هیلبرت و مطالبی درباره نظریه کیفی معادلات دیفرانسیل پاره‌ای و برخی کاربردها.

سرفصل درس

یادآوری تعریف انتگرال تصادفی ایتو و ویژگی‌های اصلی آن، فرمول ایتو و کاربردهای آن، تعریف معادله دیفرانسیل پاره‌ای تصادفی، معادلات دیفرانسیل پاره‌ای تصادفی مرتبه اول، معادلات سهموی تصادفی از قبیل معادله انتقال حرارت تصادفی، معادله واکنش-پخش، معادلات سهموی با نوفه لوی معادلات هذلولوی تصادفی از قبیل معادله موج تصادفی، معادله موج نیمه‌خطی و معادله موج روی دامنه‌های بی‌کران، آشنایی با معادلات تحولی تصادفی روی فضاها و هیلبرت، مارتینگل‌های هیلبرت - مقدار، انتگرال تصادفی در فضاها و هیلبرت، فرمول ایتو، معادلات تحولی تصادفی، جواب ملایم و جواب قوی و رابطه آنها، رفتار مجانبی جواب‌ها و بررسی مطالبی مانند کرانداری و پایداری جواب‌ها، روش تابع لیاپانف، اندازه‌های ناورد، اختلال‌های تصادفی کوچک، انحراف‌های بزرگ، بیان برخی از کاربردهای مانند معادله برگر تصادفی، معادله شرودینگر تصادفی، معادله کان هیلارد و پایداری آن، معادله نویر - استوکس تصادفی.

مراجع

- [۱] Chow, P. I., Stochastic partial differential equations, 2nd Edition, CRC Press, ۲۰۱۵.
 [۲] Liu, W. and Rockner, M., Stochastic Partial Differential Equations: An Introduction. Springer Verlag, ۲۰۱۵.



عنوان درس به فارسی: نظریه معادلات دیفرانسیل پاره‌ای		عنوان درس به انگلیسی: Theory of Partial Differential Equations	
نوع درس و واحد	نظری <input checked="" type="checkbox"/> پایه <input type="checkbox"/>	تخصصی <input checked="" type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>	آنالیز حقیقی
	نظری-عملی <input type="checkbox"/>	اختیاری <input type="checkbox"/>	۴
	رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>		۶۴

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

سرفصل درس

معادلات مرتبه اول: معادله اصل بقا، معادلات خطی و غیر خطی مرتبه اول، روش خمهای مشخصه، جواب‌های ضعیف و امواج شوک، شرط انتروپی، فرمول لکس-اولینیک، مسأله ریمان.

معادلات هامیلتون-ژاکوبی: خاستگاه این معادلات و ارتباطشان با دستگاه‌های هامیلتونی، تبدیل لژاندر، فرمول هوپف-لکس، جواب‌های ویسکوزیتی، برنامه‌ریزی پویا برای حل مسائل کنترل بهینه و معادلات هامیلتون-ژاکوبی-بلمن.

معادله لاپلاس: حل مسأله پواسون، خاصیت مقدار میانگین برای توابع هارمونیک، اصل ماکسیمم، نامساوی هارناک، قضیه لیوویل، نظم توابع هارمونیک، تابع گرین، روشهای انرژی.

معادله گرما: هسته گرمایی و نمایش جواب، اصل دوهم، خاصیت مقدار میانگین، اصل ماکسیمم، روشهای انرژی، نظم توابع کارولیک.

معادله موج: فرمول دالامبر، فرمول کیرشهوف، فرمول پواسون، مسائل ناهمگن، سرعت انتشار متناهی، روشهای انرژی.

فضای سوبولف: توزیع، مشتق ضعیف، فضای سوبولف، تقریب هموار، عملگر توسعه، عملگر اثر، قضایای نشانندن، نامساویهای سوبولف، نشانندنهای فشرده.

معادله بیضوی مرتبه دو: جواب کلاسیک و جواب ضعیف، قضیه لکس-میلگرام، قضیه جایگزین فردهلم، نظم درونی جوابها، نظم جوابها روی مرز، اصول ماکسیمم، مقادیر ویژه عملگرهای بیضوی.

انتخاب از موضوعات زیر بسته به علایق مدرس و زمان باقیمانده:

روشهای اثبات وجود جواب: روش پرون، روش زیر-فرا جواب، روش پیوستگی، روش نقطه ثابت، روش عملگرهای یکنوا، روش پتانسیلهای لایه ای، روش گالرکین.

معادلات سهموی و هذلولوی مرتبه دوم: وجود جواب ضعیف معادلات سهموی، نظم جوابها، اصول ماکسیمم، وجود جواب ضعیف معادلات هذلولوی، نظم جوابها، انتشار اختلالها، آشنایی با نظریه نیم گروهها.

آشنایی با روشهای تغییراتی: وردش اول و دوم، معادلات اویلر-لاگرانژ، نیم پیوستگی ضعیف و تحذب، روش مستقیم برای اثبات وجود جواب، نظم جوابها، آشنایی با مسائل مقید.

[۱] L. C. Evans, Partial Differential Equations, Graduate Studies in Mathematics, 2nd ed., ۱۹۹۸, American Mathematical Society, ۲۰۱۰.

[۲] Q. Han, F. Lin, Elliptic Partial Diferential Equations, 2nd ed., ۲۰۱۱.



عنوان درس به فارسی: نظریه معادلات دیفرانسیل عادی		عنوان درس به انگلیسی: Theory of Ordinary Differential Equations	
نوع درس و واحد		نظریه مقدماتی معادلات دیفرانسیل (کارشناسی)	
<input type="checkbox"/> پایه	<input checked="" type="checkbox"/> نظری	دروس پیش نیاز:	
<input type="checkbox"/> عملی	<input checked="" type="checkbox"/> تخصصی	دروس هم نیاز:	
<input type="checkbox"/> نظری-عملی	<input type="checkbox"/> اختیاری	۴	تعداد واحد:
رساله / پایان نامه		۶۴	تعداد ساعت:

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

سرفصل درس

دستگاه‌های معادلات خطی با ضرایب ثابت: دستگاه‌های خطی جفت نشده، قطری سازی، توان‌های عملگر، قضیه اساسی حل دستگاه‌های خطی، دستگاه‌های خطی در صفحه، یادآوری فرم‌های ژردان، محاسبه نمای عملگری، پایداری دستگاه‌های خطی.
دستگاه‌های معادلات خطی با ضرایب متغیر: ماتریس اساسی، قضیه وجود و یکتایی، دستگاه معادلات همگن، الحاقی دستگاه معادلات خطی همگن، دستگاه معادلات خطی ناهمگن.

قضیه‌های وجود و یکتایی: وجود و یکتایی با شرط لیب شیتز، وجود با شرط پیوستگی و قضیه پئانو، ادامه جواب بازه ماکسیمال وجود، جواب‌های سرتاسری، جریان وابسته به یک معادله دیفرانسیل، وابستگی پیوسته نسبت به شرایط اولیه، وابستگی مشتق پذیر نسبت به شرایط اولیه، خطی سازی.

دستگاه‌های خودگردان: ویژگی‌های کلی جواب‌های دستگاه خودگردان، مجموعه مینیمال وابسته به یک معادله دیفرانسیل، جواب‌های تناوبی، سیکل‌های حدی، رفتار جواب‌ها نزدیک نقطه تعادل.

نظریه پایداری: پایداری، پایداری مجانبی، دامنه جذب، پایداری دستگاه‌های خطی، اختلال، و پایداری دستگاه‌های غیر خطی، پایداری و ناپایداری به روش تابع لیاپانف، کاربردهای روش لیاپانف.

مراجع

- [۱] Coddington, E. A., and Levinson. N., Theory of ordinary differential equations, McGraw Hill, ۱۹۵۵.
 [۲] Perko. L., Differential equations and dynamical system, ۳rd Ed., Springer- Verlag NewYork, ۲۰۰۶.



عنوان درس به فارسی: روش های تغییراتی در معادلات دیفرانسیل		عنوان درس به انگلیسی: Variational methods in differential equations	
نوع درس و واحد	پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>	نظریه معادلات دیفرانسیل پاره ای	دروس پیش نیاز:
	تخصصی <input checked="" type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>		دروس هم نیاز:
	اختیاری <input type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/>	۴	تعداد واحد:
	رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>	۶۴	تعداد ساعت:

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

هدف

آشنایی با روش های تغییراتی برای حل معادلات و سیستم های بیضوی غیرخطی و همچنین آشنایی با روش های اثبات انتظام (regularity) این معادلات، که یکی از زمینه های اصلی پژوهش در حوزه معادلات دیفرانسیل پاره ای است.

سرفصل درس

روش مستقیم در حساب تغییرات، نیم پیوستگی ضعیف و رابطه اش با تحدب، قضیه وجود و یکتایی، جواب ضعیف معادله اویلر - لاگرانژ، تخمین مشتق دوم جواب، انتظام از مراتب بالاتر، مسائل مقید، انتظام مسائل مقید، شبه تحدب در مسائل برداری و سیستم ها، انتظام پاره ای برای مسائل برداری و سیستم ها، شرط پالاس - اسمیل و لم گذر از کوه، کاربرد در حل معادلات بیضوی نیم خطی، روش های خاص برای اثبات وجود رویه های مینیمال.

مراجع

- [۱] L. C. Evans, Partial Differential Equation, AMS, ۲۰۱۰.
- [۲] D. Gilbarg, N. Trudinger, Elliptic Partial Differential Equations of Second Order, Springer, ۱۹۹۸.
- [۳] B. Dacorogna, Direct Methods in the Calculus of Variations, Springer, ۲۰۰۸.
- [۴] E. Giusti, Direct Methods in the Calculus of Variations, World Scientific, ۲۰۰۳.
- [۵] M. Struwe, Variational Methods Springer, ۲۰۰۸.
- [۶] M. Giaquinta, Multiple Integrals in the Calculus of Variations and Nonlinear Elliptic Systems, Princeton University Press, ۱۹۸۳.



عنوان درس به فارسی: نظریه کنترل			
عنوان درس به انگلیسی: Control Theory			
نوع درس و واحد			
نظری ■ <input type="checkbox"/> پایه		درس پیش نیاز:	
عملی <input type="checkbox"/> تخصصی ■		درس هم نیاز:	
نظری-عملی <input type="checkbox"/> اختیاری <input type="checkbox"/>		۴	تعداد واحد:
رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>		۶۴	تعداد ساعت:

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

سرفصل درس

سیستم های کنترل خطی متناهی البعد: تعریف کنترل پذیری، یک محک انتگرال برای کنترل پذیری، شرایط کالمن برای کنترل پذیری، روش یکتایی هیلبرت.

معادلات دیفرانسیل پاره ای خطی: معادله انتقال، معادله کورتوگ - دوریز

سیستم های کنترل خطی مجرد، معادله موج، معادله حرارت، معادله شرو دینگر یک بعدی.

کنترل پذیری سیستم های غیر خطی در بعد متناهی: آزمون خطی، براکت های لی تکرار شونده و شرط رتبه جبر لی، نتایج سرتاسری.

سیستم های کنترل خطی شده و روش های نقطه ثابت: آزمون خطی در موارد منظم، آزمون خطی در موارد عدم وجود مشتق، کنترل

پذیری سرتاسری برای اغتشاشات سیستم های کنترل خطی، روش بازگشتی، کنترل پذیری معادلات اوپلر و نوبه استوکس.

پایدارسازی سیستم های کنترل خطی متناهی البعد و کاربرد در سیستم های کنترل غیر خطی، پایدارسازی سیستم های کنترل غیر خطی

متناهی البعد.

مراجع

[۱] F.Colonius and W.Kliemann, the Dynamics of Control, Birkhauser, ۲۰۰۰

[۲] Jean-Pierre Aubin, Viability Theory, Birkhauser, ۱۹۹۱

[۳] Jean-Michel Coron, Control and Nonlinearity, American Mathematical Society, ۲۰۰۷



عنوان درس به فارسی: معادلات تحولی و نیم گروه‌ها		عنوان درس به انگلیسی: Evolution Equations and Semigroups	
نوع درس و واحد	پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>	معادلات دیفرانسیل پاره‌ای	دروس پیش نیاز:
	تخصصی <input checked="" type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>		دروس هم نیاز:
	اختیاری <input type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/>	۴	تعداد واحد:
	رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>	۶۴	تعداد ساعت:

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

هدف

مطالعه و بررسی مفاهیم نظریه نیم گروه‌ها.

سرفصل درس

یادآوری تعریف و ویژگی های C_0 - نیم گروه‌ها، قضیه هیله - یوشیدا، قضیه لومر - فیلیپس، مولد C_0 - نیم گروه‌ها، نیم گروه‌های دوگان، انواع عملگرهای دیفرانسیلی که مولد C_0 - نیم گروه اند مانند عملگر لاپلاس با شرایط مرزبندی دیریشله، عملگر لاپلاس با شرایط مرزی نویمان، عملگر ماکسول، عملگر شرودینگر، عملگر موج، نیم گروه های تحلیلی و توان های کسری عملگرهای بسته، معادله انتقال حرارت، معادله استوکس، مسأله کشی خطی ناهمگن، وجود و یکتایی جواب برای مسائل کشی خطی، فشردگی عملگر جواب، مسأله کشی غیرخطی، قضیه وجود موضعی پثانو، جواب اشباع، برخی کاربردها مانند معادله کلاین - گوردن، مسأله کوشی نیمه خطی، وجود و یکتایی جواب برای مسائل کوشی نیمه خطی، رفتار مجانبی جواب ها، عملگرهای یکنوا، وجود جواب برای معادلات عملگری یکنوا، خانواده تحولی وابسته به زمان و معادلات سهموی، منظم بودن جواب های معادلات سهموی.

مراجع

- [۱] Tanabe, A. Equations of evolution, Pitman, London, ۱۹۷۹.
 [۲] Vrabie, I. I, C_0 - semigroups and applications, North - Holland, Amsterdam, ۲۰۰۳.
 [۳] Cazenave, T. Haraux, A. An introduction to semilinear evolution equations, Oxford Universit Press, ۱۹۹۸.
 [۴] Pazy, A. Semigroups of Linear operators and applications to partial differential equations, Springer - Verlag, New York, Berlin, ۱۹۸۳.



سیستم‌های دینامیکی		عنوان درس به فارسی:	
Dynamical Systems		عنوان درس به انگلیسی:	
نوع درس و واحد		آنالیز ریاضی	درس پیش نیاز:
<input type="checkbox"/> پایه <input checked="" type="checkbox"/> نظری	<input type="checkbox"/> تخصصی <input checked="" type="checkbox"/> عملی		درس هم نیاز:
<input type="checkbox"/> اختیاری <input checked="" type="checkbox"/> نظری-عملی	<input type="checkbox"/> رساله / پایان نامه	۴	تعداد واحد:
		۶۴	تعداد ساعت:

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

هدف

آشنایی با مفاهیم پایه ای و ناوردهای وابسته به سیستم های دینامیکی

سرفصل درس

مفاهیم اساسی در سیستم های دینامیکی مانند مدارهای تناوبی و رفتارهای بازگشتی - تریایی توپولوژیک - قضایای بازگشتی - مجموعه های حدی - نقاط ناسرگردان - تزویج - چند مثال اساسی - فضای شیفت - نعل اسب اسمیل - توابع مورس-اسمیل - مجموعه های هذلولوی - دینامیک های اصل آ - نگاشت آنوسف - نگاشت های انبساطی - آمیختگی توپولوژیک - دینامیک توپولوژیک - دینامیک نمادین - آشوب - منیفلدهای پایدار و ناپایدار - پایداری ساختاری - ساختار ضرب موضعی - قضیه هارتمن-گرابمن - لم لامبدا - لم سایه - آنتروپی توپولوژیک - در صورت داشتن وقت کمی بحث جاذب ها و انشعاب ها

مراجع

- [۱] Brin, M., Stuck, G., Introduction to dynamical systems, Cambridge, ۲۰۰۲
- [۲] Devaney, R., An introduction to chaotic dynamical systems, CRC Press, ۲۰۰۳
- [۳] Hasselblatt, B., Katok, A., A first course in dynamics with a panorama of recent developments, Cambridge, ۲۰۰۳
- [۴] Palis, J., de Melo, W., Geometric theory of dynamical systems, an introduction, Springer, ۱۹۸۲
- [۵] Robinson, C., Dynamical systems, stability, symbolic dynamics, and chaos, CRC Press, ۱۹۹۹



عنوان درس به فارسی: نظریه ارگودیک			
عنوان درس به انگلیسی: Ergodic Theory			
نوع درس و واحد		آشنایی با نظریه اندازه	
نظری <input checked="" type="checkbox"/> پایه <input type="checkbox"/>			
عملی <input type="checkbox"/> تخصصی <input checked="" type="checkbox"/>			
نظری-عملی <input type="checkbox"/> اختیاری <input type="checkbox"/>		۴	تعداد واحد:
رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>		۶۴	تعداد ساعت:

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

هدف

آشنایی با فضاهای اندازه و نگاشت‌های اندازه نگهدار بین آنها و ناوردهای مرتبط

سرفصل درس

اندازه‌های ناوردا - قضایای بازگشتی - مفاهیم همگرایی - ارگودیک بودن - قضایای ارگودیک فون نویمان و بیرکوف و زیرجمعی کینگمن - چند مثال اساسی مانند دوران دایره و خودریختی‌های چنبره - نگاشت شیف و زیرشیفت - قضیه تجزیه ارگودیک - آمیختگی - یکرختی طیفی و ناوردهای طیفی - طیف گسسته - دینامیک توپولوژیک - دینامیک نمادین - آنتروپی شرطی - آنتروپی متریک و توپولوژیک - افراز مولد - قضیه سینایی - کولموگروف

مراجع

- [۱] Coudene, Y., Ergodic theory and dynamical systems, Springer, ۲۰۱۳
 [۲] Mane, R., Ergodic theory and differentiable dynamics, Springer, ۱۹۸۷
 [۳] Oliveira, K., Viana, M., Foundations of ergodic theory, Cambridge, ۲۰۱۵
 [۴] Petersen, K., Ergodic theory, Cambridge, ۱۹۸۳
 [۵] Walters, P., An introduction to ergodic theory, Springer, ۱۹۸۲



عنوان درس به فارسی: نظریه محاسبه پذیری			
عنوان درس به انگلیسی: Computability Theory			
نوع درس و واحد			
<input type="checkbox"/> پایه <input checked="" type="checkbox"/> نظری		درس پیش نیاز:	
<input type="checkbox"/> عملی <input checked="" type="checkbox"/> تخصصی		درس هم نیاز:	
<input type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/> اختیاری		۴	تعداد واحد:
<input type="checkbox"/> رساله / پایان نامه		۶۴	تعداد ساعت:

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

هدف

هدف از این درس آشنایی با مفاهیم و قضایای اساسی در نظریه محاسبه پذیری و توابع بازگشتی است.

سرفصل درس

آشنایی با مفهوم محاسبه پذیری و الگوریتم، مدل‌های ریاضی برای مفهوم محاسبه پذیری، ماشین تورینگ، توابع بازگشتی مقدماتی، توابع بازگشتی (جزیی)، فرضیه چرچ، مجموعه‌های شمارش پذیر کارآمد، تصمیم‌ناپذیری مساله توقف، تحویل‌های چند به یک، قضیه نقطه ثابت، قضیه رایس، قضیه نرمال کلینی، مجموعه‌های خلاق، سلسله مراتب حسابی.

مراجع

- [۱] S. B. Cooper, Computability Theory, Chapman and Hall, Mathematics Series, ۲۰۰۴.
 [۲] H. Enderton, Computability Theory, an introduction to recursion theory, Academic Press, ۲۰۱۰.



ریاضیات ساختی		عنوان درس به فارسی:	
نوع درس و واحد		Constructive Mathematics	
<input type="checkbox"/> پایه <input checked="" type="checkbox"/> نظری		عنوان درس به انگلیسی:	
<input type="checkbox"/> عملی <input checked="" type="checkbox"/> تخصصی		دروس پیش نیاز:	
<input type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/> اختیاری		دروس هم نیاز:	
<input type="checkbox"/> رساله / پایان نامه		۴	تعداد واحد:
		۶۴	تعداد ساعت:

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

هدف

هدف از این درس آشنایی با ریاضیات ساختی، شامل منطق، حساب و آنالیز مقدماتی ساختی است.

سرفصل درس

زبان و نحو منطق شهود گرایانه، منطق گزاره‌ای شهود گرایانه، منطق مرتبه اول شهود گرایانه، مدل کریپکی، قضایای صحت و تمامیت منطق گزاره‌ای و مرتبه اول نسبت به مدل‌های کریپکی، حساب بازگشتی اولیه، حساب هیتینگ، مدل‌های کریپکی حساب هیتینگ، معرفی اعداد حقیقی ساختی، اصل پیوستگی برآور، قضیه برآور برای پیوستگی توابع حقیقی.

مراجع

[۱] A.S. Troelstra and D. van Dalen, Constructivism in Mathematics, Volume ۱, North-Holland, ۱۹۸۸.



عنوان درس به فارسی: حساب شهودگرایانه			
عنوان درس به انگلیسی: Heyting arithmetic			
نوع درس و واحد		جبر خطی ۱	
<input type="checkbox"/> پایه <input checked="" type="checkbox"/> نظری	<input type="checkbox"/> تخصصی <input checked="" type="checkbox"/>	دروس پیش نیاز:	
<input type="checkbox"/> عملی <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> اختیاری <input checked="" type="checkbox"/>	دروس هم نیاز:	
<input type="checkbox"/> نظری-عملی <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> رساله / پایان نامه <input checked="" type="checkbox"/>	۴	تعداد واحد:
		۶۴	تعداد ساعت:

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

هدف

هدف از این درس مطالعه جنبه‌های مختلف حساب شهودگرایانه (حساب هیتینگ) است.

سرفصل درس

آشنایی با نحو و معناشناسی منطق مرتبه اول شهودگرایانه، حساب بازگشتی مقدماتی، حساب مرتبه اول شهودگرایانه (حساب هیتینگ)، مطالعه مدل‌های کریپکی حساب هیتینگ، ترجمه منفی گودل - گنتسن و کاربرد آن برای حساب هیتینگ، ترجمه فریدمن و کاربردهای آن، تحقق پذیری کلینی برای حساب هیتینگ، مطالعه بعضی اصول غیر کلاسیک، مانند اصل مارکف، اصل تر توسعه یافته چرچ و استقلال از مقدمه، مطالعه مدل‌های کریپکی T-نرمال.

مراجع

- [۱] P. Hajek and P. Pudlak, Metamathematics of First-order Arithmetic, Springer, ۱۹۹۳.
 [۲] A.S. Troelstra and D. van Dalen, Constructivism in Mathematics, Volume ۱, North-Holland, ۱۹۸۸.



عنوان درس به فارسی: منطق برای علوم کامپیوتر			
عنوان درس به انگلیسی: Logic for Computer Science	نوع درس و واحد		
درس پیش نیاز:	پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>		
درس هم نیاز:	تخصصی <input checked="" type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>		
تعداد واحد:	اختیاری <input type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/>	۴	
تعداد ساعت:	رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>	۶۴	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

هدف

هدف از این درس آشنایی با کاربردهای منطق‌های مختلف در علوم کامپیوتر است.

سرفصل درس

نحو و معناشناسی منطق گزاره‌ها - نحو و معناشناسی منطق مرتبه اول - قضایای صحت و تمامیت برای منطق گزاره‌ها و مرتبه اول - منطق‌های غیر کلاسیک - مدل‌های کریپکی - منطق موجبات - منطق شناختی - منطق شهودگرایانه.

مراجع

۱. محمد اردشیر، منطق ریاضی، ویراست دوم، انتشارات هرمس، ۱۳۹۸.

[۲] A. Chagrov and M. Zakharyashev, Modal Logic, OUP, ۱۹۹۷.

[۳] H. van Ditmarsch, W. van der Hoek, and B. Kooi, Dynamic Epistemic Logic, Springer, ۲۰۰۸.



عنوان درس به فارسی: منطق وجهی			
عنوان درس به انگلیسی: Modal Logic			
نوع درس و واحد			
نظری <input checked="" type="checkbox"/> پایه <input type="checkbox"/>		دروس پیش نیاز:	
عملی <input type="checkbox"/> تخصصی <input checked="" type="checkbox"/>		دروس هم نیاز:	
نظری-عملی <input type="checkbox"/> اختیاری <input type="checkbox"/>		۴	تعداد واحد:
رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>		۶۴	تعداد ساعت:

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

هدف

هدف از این درس آشنایی با مفاهیم و روش های منطق وجهی است. این منطق یکی از پرکاربردترین منطق های غیر کلاسیک در ریاضیات، فلسفه و علوم کامپیوتر است.

سرفصل درس

زبان و نحو منطق وجهی، معناشناسی منطق وجهی، مدل کریپکی، قاب کریپکی، پالایش مدل های کریپکی، هم تشابهی در مدل های کریپکی، تصمیم پذیری، قضیه مشخص سازی فان بنتام، مدل کانونی، تمامیت منطق های وجهی معروف، ترجمه منطق وجهی به زبان منطق مرتبه اول.

مراجع

- [۱] P. Blackburn, M. de Rijke and Y. Venema, Modal Logic, Cambridge University Press, ۲۰۰۲.
 [۲] C. Chagrov and M. Zakharyashev, Modal Logic, Clarendon Press, Oxford, ۱۹۹۷.



		عنوان درس به فارسی: نظریه مدل	
نوع درس و واحد		Model Theory	
نظری	<input type="checkbox"/> پایه	عنوان درس به انگلیسی:	
عملی	<input checked="" type="checkbox"/> تخصصی	درس پیش نیاز:	
نظری-عملی	<input type="checkbox"/> اختیاری	درس هم نیاز:	
رساله / پایان نامه		۴	تعداد واحد:
		۶۴	تعداد ساعت:

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

هدف

هدف از این درس آشنایی با مفاهیم و قضایای اساسی در نظریه مدل برای منطق مرتبه اول است.

سرفصل درس

تعریف مفاهیم زبان، فرمول، ساختار یا مدل و صدق در مدل برای منطق مرتبه اول، قضایای صحت، تمامیت و فشردگی، روش هنکین برای ساختن مدل، قضایای لوفن هایم - اسکولم (افزایشی و کاهشی)، نظریه‌های تمام یا کامل، جازمیت، آزمون وات، تعریف پذیری، فراضرب، نظریه ترتیب خطی چگال، میدان‌های بسته جبری و حقیقی.

مراجع

- [۱] K. Tent and H. Ziegler, A Course in Model Theory, Cambridge University Press, ۲۰۱۲.
 [۲] C. C. Chang and H. J. Keisler, Model Theory, North-Holland, ۱۹۹۰.
 [۳] D. Marker, Model Theory, An Introduction, Springer-Verlag, ۲۰۰۲.



عنوان درس به فارسی:		فلسفه ریاضی	
عنوان درس به انگلیسی:		Philosophy of Mathematics	
نوع درس و واحد			
<input type="checkbox"/> پایه <input checked="" type="checkbox"/> نظری			دروس پیش نیاز:
<input type="checkbox"/> عملی <input checked="" type="checkbox"/> تخصصی			دروس هم نیاز:
<input type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/> اختیاری		۴	تعداد واحد:
<input type="checkbox"/> رساله / پایان نامه		۶۴	تعداد ساعت:

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

هدف

هدف از این درس آشنایی با مکاتب مختلف فلسفه ریاضی است. سوالات اساسی در ماهیت اشیای ریاضی و نحوه معرفت و دست‌رسی ما به این اشیای ریاضی موضوع فلسفه ریاضی است.

سرفصل درس

بررسی سوالات هستی‌شناسانه و معرفت‌شناسانه نسبت به اشیای ریاضی در سه مکتب مهم فلسفه ریاضی (فرمالیسم، شهودگرایی و افلاطون‌گرایی)، مطالعه روش‌شناسی ریاضی و بنیان‌های فلسفی آن، بحران در مبانی ریاضیات ۱۹۰۰-۱۹۳۰ و نقش آن در شکل‌گیری فلسفه ریاضی، واقع‌گرایی و ضد واقع‌گرایی در ریاضیات، نقش پارادکس‌ها در شکل‌گیری فلسفه ریاضی، تاثیر قضایای مهم منطقی، مانند قضایای ناتمامیت گودل و تعریف ناپذیری صدق تارسکی، در فلسفه ریاضی.

مراجع

- [۱] P. Benaceraf and H. Putnam, *Philosophy of Mathematics: Selected Readings*, Cambridge University Press, ۱۹۸۴.
- [۲] S. Shapiro, *Philosophy of Mathematics, Structure and Ontology*, Oxford University Press, ۱۹۹۷.
- [۳] S. Shapiro, *Thinking about Mathematics*, Oxford University Press, ۲۰۰۰.
- [۴] O, Linnebo, *Philosophy of Mathematics*, Princeton University Press, ۲۰۱۷.



عنوان درس به فارسی:		نظریه برهان	
عنوان درس به انگلیسی:		Proof Theory	
دروس پیش نیاز:		نوع درس و واحد	
دروس هم نیاز:		<input type="checkbox"/> پایه <input checked="" type="checkbox"/> تخصصی	<input checked="" type="checkbox"/> نظری <input type="checkbox"/> عملی
تعداد واحد:	۴	<input type="checkbox"/> اختیاری <input type="checkbox"/> رساله / پایان نامه	<input type="checkbox"/> نظری-عملی
تعداد ساعت:	۶۴		

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

هدف

هدف از این درس آشنایی با مفهوم برهان و دستگاه‌های مختلف برای منطق‌های گزاره‌ای و مرتبه اول است.

سرفصل درس

زبان، اصول و قواعد استنتاج منطق گزاره‌ای و مرتبه اول کلاسیک و شهود گرایانه در دستگاه‌های هیلبرتی، استنتاج طبیعی و حساب رشته‌ای. قضایای نرمال‌سازی در دستگاه استنتاج طبیعی و حذف پرش در دستگاه حساب رشته‌ای. نظریه حساب مرتبه اول در دستگاه حساب رشته‌ای، برهان گنتسن برای سازگاری حساب مرتبه اول.

مراجع

- [۱] Jean-Yves Girard, Proof Theory and Logical Complexity, Volume ۱, Bibliapolis, ۱۹۸۷.
 [۲] G. Takeuti, Proof Theory, ۲nd Edition, Dover Publication, ۲۰۱۳.



عنوان درس به فارسی:		نظریه مجموعه	
عنوان درس به انگلیسی:		Set Theory	
نوع درس و واحد			
نظری <input checked="" type="checkbox"/>	پایه <input type="checkbox"/>		دروس پیش نیاز:
عملی <input type="checkbox"/>	تخصصی <input checked="" type="checkbox"/>		دروس هم نیاز:
نظری-عملی <input type="checkbox"/>	اختیاری <input type="checkbox"/>	۴	تعداد واحد:
رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>		۶۴	تعداد ساعت:

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

هدف

هدف از این درس آشنایی با مفاهیم و قضایای اساسی در نظریه مجموعه است. نظریه مجموعه، علاوه بر این که یکی از شاخه‌های اصلی منطق به شمار می‌رود، به عنوان مبانی ریاضیات نیز مورد توجه است.

سرفصل درس

اصول موضوعه نظریه مجموعه ZFC، حساب اعداد ترتیبی، حساب اعداد اصلی، اعداد اصلی دست‌رسی ناپذیر، اثبات ناپذیری وجود آن‌ها در ZFC و سازگاری وجود آن‌ها با ZFC، اصل بازتاب، عمل‌گرهای گودل، مدل‌های تراگذری، مفهوم مطلق بودن، جهان ساخت‌پذیر گودلی، سازگاری ZF با اصل انتخاب، فرضیه پیوستار و اصل $V=L$.

مراجع

- [۱] K. Kunen, Set Theory, An Introduction to Independence Proofs, North-Holland, ۱۹۹۲.
 [۲] T. Jech, Set Theory, Springer, ۲۰۱۳.



عنوان درس به فارسی: توپولوژی جبری ۲		عنوان درس به انگلیسی: Algebraic Topology ۲	
نوع درس و واحد	پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>	توپولوژی جبری ۱، هندسه خمینه‌ها	دروس پیش‌نیاز:
	تخصصی <input checked="" type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>		دروس هم‌نیاز:
	اختیاری <input type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/>	۴	تعداد واحد:
رساله / پایان‌نامه <input type="checkbox"/>		۶۴	تعداد ساعت:

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

هدف

انتظار می‌رود دانشجو بعد از گذراندن این درس با گروه‌های هم‌توبی مراتب بالا، گروه‌های کوهومولوژی تکین و کوهومولوژی دورام آشنا باشد. بتواند گروه هم‌توبی n ام کره n بعدی را محاسبه کند. بتواند نشان دهد که کلاف برداری موبیوس روی دایره نا بدیهی است، بتواند گروه همولوژی یا کوهومولوژی n ام یک خمینه n بعدی را بیابد. او باید با دوگانی پوانکاره آشنا باشد.

سرفصل درس

این درس در مورد کاربردهای پیشرفته‌تر جبر در توپولوژی است. دانشجو با مفاهیم گروه‌های هم‌توبی مراتب بالا، کوهومولوژی و کلاسهای مشخصه آشنا خواهد شد.

۱. نگاشتهای تار و پادتاری معمولی و از نوع سر
۲. گروه‌های هم‌توبی و پادهم‌توبی مراتب بالا مطلق و نسبی، اثبات آبلی بودن این گروه‌ها وقتی اندیس از ۱ یا ۲ بزرگتر است.
۳. دنباله دقیق مرتبط با گروه‌های هم‌توبی برای نگاشتهای تار و پاد تار $Puppe\ exact\ sequence$
۴. محاسبه گروه هم‌توبی n ام کره n بعدی، مفهوم درجه برای نگاشتهای بین کرات، گروه هم‌توبی $n+1$ ام کره n بعدی
۵. قضایای مربوط به تقریب سادگی و تقریب CW
۶. قضایای هورویچ در مورد ارتباط بین همولوژی مراتب بالا و گروه‌های هم‌توبی مراتب بالا
۷. تعریف کوهومولوژی تکین، سادگی، CW و درام. بررسی خواص فانکتوریال آنها
۸. فضاها $Eilenberg-Mac\ Lane$ و ارتباط آنها با گروه‌های همولوژی و کوهومولوژی
۹. کوهومولوژی نسبی
۱۰. قضیه ضرایب جهانی
۱۱. محاسبه گروه‌های کوهومولوژی رویه‌ها، فضاها afk کنشی
۱۲. ضرب فنجانی روی گروه‌های کوهومولوژی
۱۳. کوهومولوژی فضای حاصلضرب و قضیه کونت، قضیه $Eilenberg-Zilber$
۱۴. قضیه دوگانی پوانکاره
۱۵. کلافهای برداری کلاسهای ویتنی و چرن
۱۶. دنباله‌های طیفی و کاربرد آنها در محاسبه گروه‌های هم‌توبی کرات
۱۷. کاربرد دنباله طیفی در محاسبه گروه‌های همولوژی فضاها $Eilenberg-Mac\ Lane$ و اثبات قضیه دورام

مراجع

- [۱] Hatcher, Algebraic topology, Cambridge University Press, ۲۰۰۲.
 [۲] Massey, A basic course in Algebraic topology, Springer, ۲۰۱۹.
 [۳] May, A concise course in algebraic topology, Chicago University publication, ۱۹۹۹.
 [۴] Bott and Tu, Differential forms in algebraic topology, Springer, GTM, ۱۹۸۲.



عنوان درس به فارسی:		هندسه ریمانی	
عنوان درس به انگلیسی:		Riemannian Geometry	
درس پیش نیاز:		هندسه خمینه‌ها	
درس هم نیاز:			
تعداد واحد:		۴	
تعداد ساعت:		۶۴	
نوع درس و واحد			
<input type="checkbox"/> پایه <input checked="" type="checkbox"/> نظری	<input type="checkbox"/> اختصاصی <input checked="" type="checkbox"/> عملی	<input type="checkbox"/> اختیاری <input checked="" type="checkbox"/> نظری-عملی	<input type="checkbox"/> رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سفر علمی

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

هدف

آشنایی با خمینه‌ها و زیرخمینه‌های ریمانی و ناوردهای آنها

سرفصل درس

نظریه التصاق و مشتق همورد - ژنودزیک - انتقال موازی - خمیدگی - زیرخمینه ریمانی - نگاشت نمایی - همسایگی نرمال و محذب - قضیه هوف-رینو - میدان‌های ژاکوبی و کیلینگ - فضاها همگن - گروه‌های ایزومتري - فضاها مواز متقارن - فضا فرم‌ها - حساب وردشی - نقطه‌های مزدوج - چند قضیه سراسری مانند قضیه هادامارد و می پرز.

مراجع

- [۱] Do Carmo, M., Riemannian geometry, Birkhauser, ۱۹۹۲.
- [۲] Gallot, S., Hulin, D., Lafontaine, J., Riemannian geometry, Springer, ۲۰۰۴.
- [۳] O'Neill, B., Semi-Riemannian geometry with applications to relativity, Academic Press, ۱۹۸۳.
- [۴] Petersen, P., Riemannian geometry, Springer, ۲۰۰۶.
- [۵] Sakai, T., Riemannian geometry, AMS, ۱۹۹۶.



عنوان درس به فارسی: گروه لی و جبر لی		عنوان درس به انگلیسی: Lie Groups and Lie Algebras	
نوع درس و واحد		جبر ۱، هندسه خمینه‌ها	
نظری <input checked="" type="checkbox"/>	پایه <input type="checkbox"/>	دروس پیش‌نیاز:	
عملی <input type="checkbox"/>	تخصصی <input checked="" type="checkbox"/>	دروس هم‌نیاز:	
نظری-عملی <input type="checkbox"/>	اختیاری <input type="checkbox"/>	۴	تعداد واحد:
رساله / پایان‌نامه <input type="checkbox"/>		۶۴	تعداد ساعت:

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

هدف

گروه‌های لی و جبرهای لی توسط ریاضیدان نروژی Sophus Lie در نیمه دوم قرن نوزدهم کشف شدند. انگیزه او طراحی نظریه گالوا برای معادلات دیفرانسیل بود که اجازه می‌داد بفهمیم آیا می‌توان یک معادله دیفرانسیل را حل کرد یا خیر، و علاوه بر آن روشهای قاعده‌مند برای انتگرالگیری فراهم می‌آورد. دیری نگذشت که ریاضیدانان متوجه شدند گروه‌ها و جبرهای لی نقش بنیادی در حوزه‌های فراوان دیگری از ریاضیات بازی میکنند. هدف از این درس آشنایی با گروه‌های لی جبرهای لی نظریه‌های ساختاری و نمایش آنهاست.

سرفصل درس

- گروه‌های لی، جبرهای لی و روابط بنیادی بین آنها: تعریف گروه‌های لی - مثالها (گروه‌های کلاسیک)، حاصلضرب-پوشش - زیرگروه‌های لی - خارج قسمت (فضای همگن)، زیرگروه‌های یک پارامتری - نگاهت نمایی - حالت ماتریسها - تعریف صوری جبر لی - تناظر گروه لی جبرلی، همومورفیسم گروه‌های لی و جبرهای لی - نمایش گروه‌های لی و جبرهای لی، رابطه بین زیرگروه‌های لی G و زیر جبرهای لی جبر لی G ، قضیه Campbell-Hausdorff
- نظریه جبرهای لی قضیه Poincare-Birkhoff-Witt جبرهای لی پوچتوان و پوچ نمایش‌های - قضیه Engel - گروه‌های لی پوچتوان و حلپذیر - قضیه لی، رادیکال و پوچ رادیکال - جبرهای لی نیمه ساده - فرم Killing - معیار کارتان برای حلپذیری و نیمه ساده بودن، نظریه عمومی جبرهای لی نیمه ساده - عنصر Casimir - کمی کوهومولوژی H^1 و H^2 (لازم برای نظریه نمایش)، نمایش جبرهای لی نیمه ساده - قضیه ویل، نظریه نمایش $sl(2, \mathbb{C})$
- نظریه ساختار زیر جبرهای کارتان - ریشه و فضاها - ماتریسهای کارتان و نمودار دینکین - گروه ویل - رده بندی جبرهای لی مختلط ساده، گروه‌های لی حقیقی - فشردگی و زیرگروه‌های فشرده ماکسیمال - توپولوژی یک گروه لی حقیقی - مختلط سازی - چنبره ماکسیمال
- نظریه نمایش نمایشها - وزنها - بالاترین وزن - رده بندی نمایشهای تحویل نا پذیر از جبرهای و گروه‌های لی مختلط نیمه ساده - مشخصه - فرمولهای مشخصه.

مراجع

- [۱] V. S. Varadarajan, Lie groups, Lie algebras, and their representations, Graduate Texts in Mathematics, ۱۰۲. Springer-Verlag, New York, ۱۹۸۴
- [۲] F. W. Warner, Foundations of Differentiable Manifolds and Lie Groups, Vol. ۹۴. Springer-Verlag, Graduate Texts in Mathematics, ۲۰۱۳.
- [۳] A. Kirillov, Jr., An introduction to Lie groups and Lie algebras, No. ۱۱۳, Cambridge University Press, ۲۰۰۸.
- [۴] F. Adams, Lectures on Lie groups, University of Chicago Press, ۱۹۸۲.



عنوان درس به فارسی:		هندسه مختلط	
عنوان درس به انگلیسی:		Complex geometry	
نوع درس و واحد	پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>	هندسه خمینه‌ها، آنالیز مختلط	
	تخصصی <input checked="" type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>	دروس هم‌نیاز:	
	اختیاری <input type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/>	۴	تعداد واحد:
	رساله / پایان‌نامه <input type="checkbox"/>	۶۴	تعداد ساعت:

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

هدف

هندسه مختلط را میتوان شاخه ای بسیار مرکزی در ریاضیات در تقاطع آنالیز هندسی هندسه جبری دانست قضایای بنیادی نشانندن Kodaira که محصول Hodge Theory میباشد نتایج بنیادی بیشماری در هندسه مختلط به دنبال داشته است. از سویی دیگر هندسه هم‌متافته نیز تعمیمی از هندسه مختلط به قالبهای انعطافپذیرتر به حساب می‌آید. بسیاری از نظریه های فیریک ریاضی روی خمینه های مختلط معنی و پیدا کرده و حل شده اند. این حوزه را به نوعی میتوان سرچشمه و الهام بخش شاخه های بنیادی متعددی ریاضی و فیریک در دو قرن اخیر به حساب آورد.

سرفصل درس

تعریف و مثالهای خمینه های مختلط، قضیه Hartogz-لم d بار پوانکاره، ساختار تقریباً مختلط و انتگرالپذیری، کلافهای برداری مختلط، شیف و کوهومولوژی، کلافهای خطی و divisor ها، متریک کیلر و هرمیتی، قضیه بزو، نظریه Hodge، اصل G.A.G.A. قضیه نشانندن Kodaira، نتایج نظریه هاج و قضیه نشانندن برای رویه های ریمانی، نظریه هندسی ناورداها، قضیه Kempf-Ness، پایداری کلافهای برداری و متریکهای کیلر اینشتاین

مراجع

- [۱] Phillip Griffiths, Joseph Harris, Principles of Algebraic Geometry, John Wiley and Sons ۱۹۷۸.
- [۲] Huybrechts Daniel, Complex Geometry: an introduction, Springer Berlin Heidelberg, New York ۲۰۰۵.
- [۳] Gabor Szekelyhidi, An introduction to extremal Kahler metrics, AMS Graduate Studies in Mathematics, Vol ۱۵۲.
- [۴] Tian, Gang, Canonical metrics in Kahler geometry, Birkhäuser-Verlag, Basel, ۲۰۰۰.



توپولوژی دیفرانسیل		عنوان درس به فارسی:
Differential Topology		عنوان درس به انگلیسی:
نوع درس و واحد	جبر خطی ۱	دروس پیش نیاز:
<input type="checkbox"/> پایه <input checked="" type="checkbox"/> نظری	<input checked="" type="checkbox"/> تخصصی <input type="checkbox"/> عملی	دروس هم نیاز:
<input type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/> اختیاری	<input type="checkbox"/> اختیاری <input type="checkbox"/> رساله / پایان نامه	تعداد واحد:
		تعداد ساعت:
	۴	۶۴

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

هدف

مطالعه خواصی از خمینه‌ها که در حد ساختار مشتق‌پذیر ناوردا باقی میمانند هدف اصلی شاخه توپولوژی دیفرانسیل می‌باشد. بسیاری مفاهیم توپولوژی جبری مانند نظریه هموتوپی بهتر فهمیده میشوند اگر ابتدا مثالهای متعددی از جنس مباحث این درس دیده شوند. مثالهایی که نشان میدهند چگونه اشیا خام در هندسه و آنالیز ترکیب میشوند و ناوردهای عددی تولید میکنند. موضوعاتی مانند نظریه درجه عدد اوپلر کلاف‌ها برداری، جینس رویه‌ها کلاس کوبوردیسم خمینه‌ها و ... با استفاده از اینها استفاده از همولوژی و هموتوپی در توپولوژی بسیار طبیعی به نظر میرسند. ضمن اینکه توسعه این ابزارها مجددا در بررسی سوالات بسیار بنیادی در حوزه توپولوژی دیفرانسیل کمک می‌کنند.

سرفصل درس

خمینه‌ها-زیر خمینه‌ها-خمینه‌های هموار-نگاشتهای هموار-کلاف مماس، قضیه رتبه ثابت، نشانیدن و استغراق و غوطه ور سازی، قضیه همسایگی لوله‌ای، قضیه نشانیدن ویتنی، تقاطع، قضیه سارد، قضیه نقطه ثابت براور، نظریه تقاطع به پیمان دو، قضیه جداسازی ژردان-براور، جهت و نظریه تقاطع جهت دار، قضیه نقطه ثابت لفتستر، درجه یک نگاشت، قضیه درجه Hopf، میدانهای برداری روی خمینه‌ها و قضیه Hopf-Poincare، توابع مورس، نظریه کوبوردیسم

مراجع

- [۱] Milnor, J.W., Topology from the Differentiable Viewpoint, University Press of Virginia, Charlottesville, VA, ۱۹۶۵.
 [۲] Differential Topology, Guillemin & Pollack Guillemin, V., Pollack, A.: Differential topology. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall ۱۹۷۴.
 [۳] M.W. Hirsch, Differential Topology, Springer, New York, ۱۹۷۶.



عنوان درس به فارسی:		هندسه هممتافته	
عنوان درس به انگلیسی:		Symplectic geometry	
دروس پیش نیاز:	هندسه خمینه ها		
دروس هم نیاز:	تخصصی <input checked="" type="checkbox"/> / پایه <input type="checkbox"/>		
تعداد واحد:	۴	نظری-عملی <input type="checkbox"/> / عملی <input type="checkbox"/>	
تعداد ساعت:	۶۴	اختیاری <input type="checkbox"/> / رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

هدف

خمینه های هممتافته حالت میانه نسبت به خمینه های مختلط کیلر و خمینه های حقیقی دارند. انگیزه اصلی برای مطالعه آنها برخاسته از فیزیک است به عبارت دیگر فضای فاز دستگاه های مکانیکی مشتمل بر پارامترهای مکان و اندازه حرکت در کلی ترین حالت خمینه های هممتافته هستند. این خمینه ها در موضوعات مدرن تر فیزیک همچنان نقش مهمی بازی میکنند. همچنین در مطالعه ساختارهای خمینه های ۴ بعدی بسیار مفید هستند.

سرفصل درس

ساختار هممتافته استاندارد روی فضا های اقلیدسی-انگیزه از مکانیک هامیلتونی، هندسه هممتافته خطی-زیر فضاهای هممتافته و لاگرانژی-گروه خطی هممتافته-اندیس ماسلوف، خمینه های هممتافته کلی-میدانهای برداری هامیلتونی-زیر خمینه های لاگرانژی، لم موزر-قضیه داربو-سایر قضایای همسایگی، ساختارهای مختلط و تقریبا مختلط-خمینه های کیلر، نگاشت اندازه حرکت-کاهش هممتافته، خمهای شبه هلمورف-قضیه non-squeezing گروموف، مقدمه ای بر ناوردهای گروموف ویتن.

مراجع

- [۱] D. McDuff and D. Salamon, "Introduction to Symplectic Topology," Oxford University Press, New York, ۱۹۹۸.
 [۲] A. da Silva, Introduction to Symplectic and Hamiltonian Geometry, Publicações Matemáticas, IMPA, ۲۰۰۳.
 [۳] D. McDuff and D. Salamon, J-holomorphic curves and symplectic topology, Colloquium Publications, vol. ۵۲, American Mathematical Society, Providence, R.I., ۲۰۰۴.

