



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



گرایش

هندسه و توپولوژی

Geometry and Topology

گروه علوم پایه

پیشنهادی کارگروه تخصصی علوم ریاضی



پایه

عنوان گرایش: هندسه و توپولوژی

نام رشته: ریاضیات و کاربردها

دوره تحصیلی: کارشناسی ارشد ناپیوسته

گروه تحصیلی: علوم پایه

نوع مصوبه: بازنگری (تغییر عنوان)

زیرگروه تحصیلی: علوم ریاضی

تاریخ تصویب: ۱۴۰۲/۰۴/۱۲

پیشنهادی: کارگروه تخصصی علوم ریاضی

برنامه درسی بازنگری شده دوره کارشناسی ارشد ناپیوسته رشته ریاضیات و کاربردها گرایش هندسه و توپولوژی، در جلسه شماره ۱۷۱ تاریخ ۱۴۰۲/۰۴/۱۲ 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 گرایش هندسه (توپولوژی) مصوب جلسه ۱۶۲ تاریخ ۱۴۰۰/۰۸/۱۶ کمیسیون برنامه‌ریزی آموزشی می‌شود.

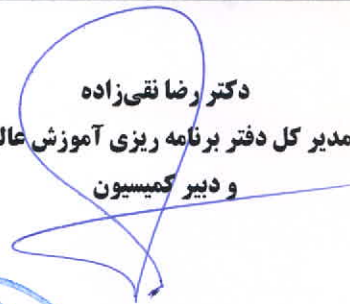
ماده سه- این برنامه درسی در سه فصل: مشخصات کلی، جدول‌های واحدهای درسی و سرفصل دروس تنظیم شده است و برای اجرا در دانشگاه‌ها و موسسات آموزش عالی پس از اخذ مجوز پذیرش دانشجو از شورای گسترش آموزش عالی و سایر ضوابط و مقررات مصوب وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، ابلاغ می‌شود.

ماده چهار- این برنامه درسی از شروع سال تحصیلی ۱۴۰۳-۱۴۰۲ 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 تقی‌زاده
مدیر کل دفتر برنامه‌ریزی آموزش عالی
و دبیر کمیسیون





جمهوری اسلامی ایران
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
شورای عالی برنامه‌ریزی
گروه علوم پایه
کمیته تخصصی علوم ریاضی

برنامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد ریاضیات و کاربردها
گرایش هندسه و توپولوژی



فصل اول

مشخصات دوره کارشناسی ارشد ریاضیات و
کاربردها گرایش هندسه و توپولوژی



مقدمه

گرایش هندسه و توپولوژی یکی از گرایش‌های ریاضیات و کاربرد‌ها و از شاخه‌های ریاضی محض است و عموماً «ریاضیات محض» به آن بخش از ریاضیات گفته می‌شود که تنها به جنبه‌های نظری مباحث ریاضی توجه دارد. در ریاضیات امروزی، مرزبندی سنتی میان «ریاضیات محض» و «ریاضیات کاربردی» کم و بیش از میان رفته است؛ چرا که بسیاری از موضوع‌ها که در گذشته صرفاً «محض» تلقی می‌شده است، امروزه جایگاه خود را در حل مساله‌های «کاربردی» نیز تثبیت کرده است. از سوی دیگر، برخی از مساله‌های کاربردی منجر به پیدایش و گسترش شاخه‌هایی از ریاضیات شده است که از لحاظ غنای نظری نیز توجه طیف وسیعی از ریاضی‌پیشه‌گان را به خود جلب کرده است. با این همه، هنوز صحبت از «ریاضی محض» بی معنی نیست و به آن بخش از فعالیت‌های آموزشی و پژوهشی ریاضی گفته می‌شود که انگیزه و نیروی محرکه‌ی اولیه‌ی آن بحث‌های نظری جاری در ریاضیات و مساله‌های حل‌نشده در آن است.

تعریف

دوره کارشناسی ارشد هندسه و توپولوژی، یکی از دوره‌های آموزشی-پژوهشی در سطح تحصیلات تکمیلی از نظام آموزش عالی است که بعد از دوره کارشناسی آغاز و به اعطای مدرک رسمی دانشگاهی می‌انجامد. این دوره از نظر اجرایی تابع ضوابط، مقررات و آیین‌نامه‌های مصوب شورای برنامه‌ریزی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری است.

اهداف

به طور کلی، هدف دوره‌های تحصیلات تکمیلی رشته‌ی ریاضیات کاربرد‌ها گرایش هندسه و توپولوژی تداوم و تکمیل دوره‌های کارشناسی، در راستای آمادگی برای حضور در عرصه‌های پژوهشی است. هدف اصلی در این دوره کارشناسی ارشد آشنایی بیشتر با حوزه‌های ریاضی و مطالعه و درک مقاله‌های پژوهشی در زمینه هندسه و توپولوژی است.

نقش و توانایی

دانش‌آموختگان دوره‌ی کارشناسی ارشد هندسه و توپولوژی افزون بر داشتن توانایی تدریس (یا همکاری در تدریس) درس‌های ریاضیات پایه برای سایر رشته‌ها و دیگر سطح‌های آموزشی، می‌توانند زیر نظر پژوهشگران ارشد یا به طور گروهی به پژوهش در ریاضیات بپردازند. همچنین می‌توانند با پیوستن به گروه‌های پژوهشی میان‌رشته‌ای نقش موثری در زمینه‌های گوناگون داشته باشند. نیز انتظار می‌رود دانش‌آموختگان دوره‌ی کارشناسی ارشد آمادگی لازم را برای ادامه‌ی تحصیل در گرایش‌های دانش‌های ریاضی و رشته‌های مرتبط داشته باشند.



ضرورت و اهمیت

هندسه و توپولوژی و بطور کلی ریاضیات چه به عنوان علمی قائم به ذات و چه به عنوان زبان و گنجینه‌ای از ابزارها برای سایر دانش‌ها همواره یکی از ارکان بنیادین در شکل‌گیری یک نظام آموزشی و پژوهشی سالم و کارآمد بوده است. تجربه‌های جهانی طی سده‌های پیشین گواهی‌است بر این واقعیت که دو جنبه‌ی یاد شده در بالا تفکیک شدنی نیست. به بیان دیگر، پیشرفت در دانش‌های ریاضی از یک سو و ارتقای سطح دانش در زمینه‌های گوناگون دیگر علوم پایه، رشد توانایی صنعتی، پیشرفت دانش پزشکی و شکوفایی اقتصادی، از سوی دیگر، موضوع‌هایی جدایی ناپذیر است و بی‌توجهی به یک جنبه منجر به ضعف یا دست کم رشد ناسالم دیگری می‌شود. نیز افزون بر نیاز آشکار به پرورش پژوهش‌گران تراز اول برای حضور در عرصه‌های ممتاز پژوهشی در ریاضیات محض بویژه هندسه و توپولوژی در دنیا، نیاز به متخصصان شاخه‌های ریاضیات محض برای ایجاد و گسترش فعالیت‌های میان‌رشته‌ای نیز بنیادی است؛ چرا که بر خلاف گذشته‌های دور، پیشرفت‌های علمی بنیادین در دنیای امروز بیشتر نیازمند همکاری گروهی از متخصصان کارآموده در دانش‌های گوناگون است..

کلیات برنامه

عنوان دوره: کارشناسی ارشد ریاضیات و کاربردها- گرایش هندسه و توپولوژی

پیشنیاز ورود: دارا بودن مدرک کارشناسی در یکی از رشته‌های مجموعه علوم ریاضی، فیزیک و یا مهندسی

آزمون ورودی: آزمون ورودی مطابق برنامه کنکور سراسری کارشناسی ارشد که توسط سازمان سنجش برگزار می‌گردد می‌باشد و مواد آزمون عمومی، مشترک و تخصصی این گرایش مطابق جدول مواد درسی و ضرایب مربوطه که همه ساله توسط کارگروه برنامه ریزی علوم ریاضی وزارت تعیین و به سازمان سنجش اعلام می‌گردد خواهد بود.

مقررات عمومی: کلیه دانشگاه‌هایی که قبلاً مجوز اجرای رشته ریاضیات و کاربردها (و یا ریاضی محض) گرایش هندسه و توپولوژی را اخذ کرده اند و پذیرش دانشجو داشته اند کماکان می‌توانند به همان شیوه پیشین به اجرای این برنامه مبادرت نمایند. سایر دانشگاه‌ها باید نسبت به مجوز این رشته از دفتر گسترش وزارت علوم اقدام نمایند

طول دوره و شکل نظام

دوره کارشناسی ارشد مطابق با آیین نامه جاری دوره کارشناسی ارشد وزارت عتف است.



تعداد و نوع واحدهای درسی

توزیع واحدها

نوع دروس	تعداد واحد
دروس تخصصی	۸
دروس اختیاری	۱۳ - ۱۶
سمینار	۲
پایان نامه	۶
جمع	۲۹ - ۳۲

نحوه انتخاب درس ها

تعداد واحدهای درسی دوره کارشناسی ارشد ریاضیات و کاربردها گرایش هندسه و توپولوژی حداقل ۲۹ واحد و حداکثر ۳۲ واحد به قرار زیر است:

دروس های تخصصی: ۸ واحد، شامل ۲ درس به صورت زیر است:

- انتخاب درس اول از جدول دروس اصلی تخصصی (سرشاخه) گرایش هندسه و توپولوژی (جدول شماره ۱)
انتخاب درس هندسه خمینه ها ۱ (برای زیر گرایش هندسه) یا توپولوژی جبری ۱ (برای زیر گرایش توپولوژی) الزامی است.
- انتخاب درس دوم از جدول دروس تخصصی (جدول شماره ۲)

دروس های اختیاری: شامل ۴ درس به صورت زیر است:

- انتخاب حداقل ۲ درس از جدول دروس های اختیاری گرایش هندسه و توپولوژی (جدول شماره ۳)
سایر درس های باقیمانده اختیاری با نظر استاد راهنما می تواند به روش های زیر انتخاب شود:
- از دروس اخذ نشده جداول شماره های ۱ و ۲ و ۳



از دروس تخصصی یا اختیاری سایر گرایش های کارشناسی ارشد رشته های ریاضیات و کاربردها ، ریاضی کاربردی و یا رشته های مرتبط با نظر استاد راهنما و گروه

• از دروس دوره دکتری ریاضی زیربرنامه هندسه و توپولوژی

سمینار: ۲ واحد

پایان نامه: ۶ واحد

تبصره ۱: اخذ درس سمینار و پایان نامه در نیمسال اول تحصیلی مجاز نیست. برای اخذ درس سمینار نیاز به گذراندن دست کم ۸ واحد درسی و برای اخذ پایان نامه دست کم ۱۲ واحد (که شامل درس های الزامی باشد) و موافقت گروه الزامی است.

تبصره ۲: دانشجویان دوره کارشناسی ارشد ریاضیات و کاربردها گرایش هندسه و توپولوژی با اخذ دست کم ۶ واحد تمام وقت محسوب می شوند.

تبصره ۳: دانشجو در طول تحصیل خود نمی تواند بیش از یک درس با عنوان مباحث ویژه اختیار کند.

تبصره ۴: گذراندن دروس پیش نیاز برای دانشجویانی که این دروس را در دوره کارشناسی نگذرانده اند با موافقت گروه و دانشکده بر اساس مقررات دانشگاه بلامانع است.

تبصره ۵: دروس الزامی می توانند همزمان با ارایه درس دارای کلاس حل تمرین باشند. برای سایر دروس بر اساس نیاز و صلاحدید و موافقت گروه ، ارایه کلاس حل تمرین بلامانع است.

تبصره ۶: گروههای مجری می توانند حداکثر یک درس جدید را به عنوان درس اختیاری مطابق با روال جاری دانشگاه مصوب و به جدول شماره ۳ اضافه نمایند. البته لازم است معاون آموزشی دانشگاه درس مربوطه به همراه سرفصل را حداکثر یک ماه پس از تصویب به کارگروه برنامه ریزی وزارت اعلام نماید.



فصل دوم

جدول‌های دروس



جدول شماره ۱: دروس اصلی تخصصی (سرشاخه) گرایش هندسه و توپولوژی

شماره درس	نام درس	تعداد واحد	پیش نیاز	هم نیاز
۱	هندسه خمینه ها ۱	۴	-----	
۲	توپولوژی جبری ۱	۴	-----	

جدول شماره ۲: دروس تخصصی گرایش هندسه و توپولوژی

شماره ردیف	نام درس	تعداد واحد	پیش نیاز	هم نیاز
۱	آنالیز حقیقی ۱	۴	-----	
۲	جبر پیشرفته	۴	-----	



جدول شماره ۳. درس‌های اختیاری گرایش هندسه و توپولوژی

ردیف	نام درس	تعداد واحد	تعداد ساعت‌ها	پیش نیاز	هم نیاز
۱	معادلات دیفرانسیل عادی ۱	۴	۶۴	معادلات دیفرانسیل ، مبانی آنالیز ریاضی ، مبانی ماتریسها و جبر خطی (کارشناسی)	
۲	دستگاه‌های دینامیکی گسسته	۴	۶۴	مبانی آنالیز ریاضی (کارشناسی)	
۳	دستگاه‌های دینامیکی توپولوژیکی	۴	۶۴	توپولوژی عمومی (کارشناسی)	
۴	دستگاه‌های دینامیکی	۴	۶۴	مبانی آنالیز ریاضی (کارشناسی)	
۵	توپولوژی دیفرانسیل ۱	۴	۶۴	هندسه خمینه‌ها ۱	
۶	هندسه خمینه‌ها ۲	۴	۶۴	هندسه خمینه‌ها ۱	
۷	توپولوژی جبری ۲	۴	۶۴	توپولوژی جبری ۱	
۸	گروه و جبر لی ۱	۴	۶۴	هندسه خمینه‌ها ۱	
۹	گروه و جبر لی ۲	۴	۶۴	گروه و جبر لی ۱	
۱۰	توپولوژی دیفرانسیل ۱	۴	۶۴	هندسه خمینه‌ها ۱	
۱۱	توپولوژی دیفرانسیل ۲	۴	۶۴	توپولوژی دیفرانسیل ۱	
۱۲	ساختارهای هندسی روی کلاف‌های تار و برداری	۴	۶۴	هندسه خمینه‌ها ۱	
۱۳	هندسه جبری ۱	۴	۶۴	جبر پیشرفته	
۱۴	هندسه جبری ۲	۴	۶۴	هندسه جبری ۱	
۱۵	جبر لی ۱	۴	۶۴	جبر پیشرفته	
۱۶	جبر لی ۲	۴	۶۴	جبر لی ۱	
۱۷	گروه‌های تبدیل	۴	۶۴	هندسه خمینه‌ها ۱	
۱۸	مقدمه ای بر هندسه ریمان - فینسلر	۴	۶۴	هندسه خمینه‌ها ۱	
۱۹	بهینه سازی روی خمینه ریمانی	۴	۶۴	هندسه خمینه‌ها ۱	
۲۰	نظریه کنترل هندسی ۱	۴	۶۴	هندسه خمینه‌ها ۱	
۲۱	نظریه کنترل هندسی ۲	۴	۶۴	نظریه کنترل هندسی ۱	
۲۲	گروهواره لی و جبر واره لی ۱	۴	۶۴	گروه لی و جبر لی ۱	
۲۳	گروهواره لی و جبر واره لی ۲	۴	۶۴	گروهواره لی و جبر واره لی ۱	



	هندسه خمینه‌ها ۱ و گروه لی وجبر لی ۱	۶۴	۴	هندسه هم‌تافته و نظریه دستگاه‌های هامیلتونی	۲۴
	اجازه گروه	۶۴	۴	مباحث ویژه در هندسه	۲۵
	اجازه گروه	۶۴	۴	مباحث ویژه در توپولوژی	۲۶



فصل سوم

سرفصل درس های دوره

کارشناسی ارشد ریاضیات و کاربردها گرایش

هندسه و توپولوژی



عنوان درس		فارسی	هندسه خمینه ها ۱			
		انگلیسی	Geometry of Manifolds ۱			
نوع واحد	پایه	اصولی	تخصصی		اختیاری	
			عملی	نظری	عملی	نظری
تعداد ساعت	تعداد واحد	۶۴	۴			
دروس پیش نیاز						
آموزش تکمیلی عملی:		دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>			
سفر علمی:		دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>			
کارگاه:		دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>			
آزمایشگاه:		دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>			
سمینار:		دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>			
حل تمرین: دارد		نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد				

هدف درس: آشنایی با خمینه های و زیر خمینه های توپولوژیک و هموار و نگاشت های هموار بین آنها

سر فصل:

قضایای اساسی در زمینه خمینه های دیفرانسیل پذیر. حساب دیفرانسیل و انتگرال بر خمینه ها. کلاف مماس، میدان های برداری. خم های انتگرال. آشنایی با گروه و جبر لی، عمل گروه لی بر خمینه ها. خمینه های خارج قسمت. کلافهای تانسوری. میدان های تانسوری و فرمها

مراجع:

بهروز بید آباد: هندسه منیفلد انتشارات دانشگاه صنعتی امیر کبیر

۱- Abraham, R.; Marsden, J. E.; Ratiu, T.; Manifolds, tensor analysis, and applications. Third edition. Springer-Verlag, New York, ۲۰۰۲.

۲- Boothby, William M.; An introduction to differentiable manifolds and Riemannian geometry. Second edition. Academic Press, Inc., Orlando, FL, ۱۹۸۶.

۳- F. Brickel, R.S. Clark: Differentiable manifolds, an introduction; Van Nostrand Reinhold ۱۹۷۰

۴- Lee, John M.; Introduction to smooth manifolds. Second edition. Springer, New York, ۲۰۱۳.

۵- Spivak, Michael; A comprehensive introduction to differential geometry. Vol. I. Second edition. Publish or Perish, Inc., Wilmington, Del., ۱۹۷۹.



عنوان درس		فارسی	توپولوژی جبری ۱	
		انگلیسی	Algebraic Topology ۱	
نوع واحد	تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز	
			پایه	اصلی
	۴	۶۴	اختیاری	تخصصی
			عملی	نظری
			دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>
			دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>
			دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>
			دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>
			دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>
			نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد	

هدف درس: آشنایی با گروه بنیادی و فضای پوششی، مانستگی تکین و سادگی

سر فصل:

اشاره به مفاهیم اولیه نظریه هموتوبی همولوژی (مانستگی) تکین و سادگی اشاره‌ای به . گروه‌های بنیادی و فضاهای پوشش نظریه کوه‌مولوژی (همانستگی) تکین قضیه‌های منحنی ژردان (حالت کلی). توپ مودار، نوردایی دامنه، نقطه ثابت براور. رده بندی رویه‌های همبند فشرده (مقایسه فضاهای توپولوژیک مختلف با هم به وسیله گروه‌های بنیادی) و در صورت امکان اشاره‌ای به گروه‌های هموتوبی بالا. اصول ایلنبرگ-استینراد، حاصل ضرب‌های کاپ و کپ، دوگانگی، کاربرد در فضاهای مأنوس..

مراجع:

- ۱- Bredon, Glen E. ; Topology and geometry. *Springer-Verlag, New York*, ۱۹۹۳.
- ۲-Fulton, William,; Algebraic topology. A first course. *Springer-Verlag, New York*, ۱۹۹۵.
- ۳-Hatcher, Allen, ; Algebraic topology. *Cambridge University Press, Cambridge*, ۲۰۰۲.
- ۴- Massey, William S.; A basic course in algebraic topology. *Springer-Verlag, New York*, ۱۹۹۱.
- ۵-Munkres, James R.; Topology: a first course. *Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N.J.*, ۲۰۰۰.
- ۶-Munkres, James R.; Elements of algebraic topology. *Addison-Wesley Publishing Company, Menlo Park, CA*, ۱۹۸۴.
- ۷-Rotman, Joseph J.; An introduction to algebraic topology. *Springer-Verlag, New York*,

۱۹۸۸.
۸-Spanier, Edwin H.; Algebraic topology. Corrected reprint. *Springer-Verlag, New York-Berlin*, ۱۹۸۱.



عنوان درس		فارسی	آنالیز حقیقی ۱	
		انگلیسی	Real Analysis ۱	
نوع واحد	تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز	
پایه	۴	۶۴	اختیاری	
			تخصصی	اصلی
نظری	عملی	نظری	عملی	نظری
آموزش تکمیلی عملی:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>		
سفر علمی:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>		
کارگاه:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>		
آزمایشگاه:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>		
سمینار:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>		
حل تمرین: دارد	نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد			

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

سرفصل: سیگما جبر: جبر، سیگما جبر، خانواده یکنوا از مجموعه ها، سیگما جبر تولید شده، سیگما جبر بول، اندازه: اندازه مثبت، خواص اندازه و قضایای مربوطه، اندازه خارجی، مجموعه های اندازه پذیر، فضای اندازه کامل، اندازه لبگ روی مجموعه اعداد حقیقی و فضای اقلیدسی n -بعدی، قضایای مربوطه، مجموعه اندازه ناپذیر، انتگرال: توابع اندازه پذیر، تقریب توابع اندازه پذیر توسط توابع ساده، انتگرال و خواص آن، توابع انتگرال پذیر، قضیه همگرایی یکنوا، لم فاتو، قضیه همگرایی مغلوب، مقایسه انتگرال لبگ و ریمن، انواع همگرایی: همگرایی نقطه وار، همگرایی در اندازه، قضیه اگوروف، فضاهای نرم دار: عملگرهای خطی پیوسته، تابعک های پیوسته و فضای دوگان، فضای باناخ و خواص آن، فضاهای هیلبرت: ضرب داخلی و قضایای مربوطه مانند نامساوی کوشی شوارتز، فضای هیلبرت، پایه متعامد یکه، اتحاد پارسوال، کمترین فاصله تا مجموعه محدب، تصویر متعامد، قضیه نمایش ریس، فضاهای L^p : معرفی فضاهای L^p ، نامساوی هولدر و مینکوفسکی، انواع همگرایی در L^p ، معرفی دوگان فضای L^p

مراجع:

۱- C. D. Aliprantis and O. Burkinshaw, Principles of Real Analysis, Academic Press, ۱۹۹۸.

۲- G. B. Folland, Real Analysis, Modern Techniques and Their Applications, J. Wiley & Sons, ۱۹۹۹.

۳- C. S. Kubrusly, Measure Theory, A First Course, Academic Press, ۲۰۰۶

۴- W. Rudin, Real and Complex Analysis, McGraw-Hill, ۱۹۸۷.

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



عنوان درس		فارسی		جبر پیشرفته	
		انگلیسی		Advanced Algebra	
نوع واحد		تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز	
پایه	اصولی	۴	۶۴	اختیاری	
	نظری			عملی	نظری
آموزش تکمیلی عملی:		دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>		
سفر علمی:		دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>		
کارگاه:		دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>		
آزمایشگاه:		دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>		
سمینار:		دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>		
حل تمرین: دارد		نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد			

هدف آشنایی دانشجویان با ساختارهای مهم جبری

سرفصل

۱. مفاهیمی از نظریه رسته ها: تعاریف رسته، ضرب و هم‌ضرب، 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 آبدی آزاد
۲. مفاهیمی از نظریه مدول‌ها: تعریف مدول و مثال‌های متنوع از آن، جمع و ضرب خانواده مدول‌ها، هم‌بختی 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
۳. مفاهیمی از نظری حلقه‌های جابجایی: شرط‌های زنجیری، حلقه و مدول‌های نوتری و آرتینی و قضایای اصلی آن‌ها، قضیه کرول، لم ناکایاما، قضیه پایه هیلبرت

مراجع

1. Thomas W. Hungerford, Algebra. Graduate Texts in Mathematics, ۷۳. Springer-Verlag, New York-Berlin, ۲۰۰۳.
2. Serge Lang, Algebra. Revised third edition. Graduate Texts in Mathematics, ۲۱۱. Springer-Verlag, New York, ۲۰۰۲.
3. Joseph J. Rotman, Advanced Modern Algebra. Part ۱. Third edition. Graduate Studies in Mathematics, ۱۶۵. American Mathematical Society, Providence, RI, ۲۰۱۵.

Joseph J. Rotman, Advanced Modern Algebra. Part ۲. Third edition. With a foreword by Bruce Reznick. Graduate Studies in Mathematics, ۱۸۰. American Mathematical Society, Providence, RI, ۲۰۱۷



عنوان درس		فارسی		انگلیسی	
		معادلات دیفرانسیل عادی ۱		Ordinary Differential Equations ۱	
نوع واحد	تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز		
			پایه	اصلی	
معادلات دیفرانسیل ، مبانی آنالیز ریاضی، مبانی ماتریسها و جبر خطی (کارشناسی)	۴	۶۴	اختیاری	تخصصی	عملی
			نظری	نظری	نظری
			دارد □	ندارد ■	آموزش تکمیلی عملی:
			دارد □	ندارد ■	سفر علمی:
			دارد □	ندارد ■	کارگاه:
			دارد □	ندارد ■	آزمایشگاه:
			دارد □	ندارد ■	سمینار:
			نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد		حل تمرین: ندارد

هدف درس: آشنایی با نظریه معادلات دیفرانسیل عادی و برخی مباحث مرتبط

سرفصل:

دستگاه معادلات خطی، معادلات مرتبه دو با ضرایب ثابت. دستگاههای خطی صفحه‌ای. دستگاههای خطی جفت نشده. قطری سازی، مقادیر ویژه و بردارهای ویژه. فرمهای کانونی و جردن، عملگر نمایی، حل معادلات خطی. صفحه فاز، نمای فاز. اصل خطی شدن، نقاط تعادلی، انواع و دسته‌بندی آنها نوسانگر همساز، میرایی و رزونانس. دستگاههای خطی غیر خودگردان، قضایای وجود و یکتایی جواب، وابستگی پیوسته منحنی‌های جواب نسبت به دستگاههای همگن و دستگاههای غیر همگن شرط اولیه، بازه ماکسیمال و جواب ماکسیمال، وابستگی مشتق پذیر به شرایط اولیه. خطی سازی، نقاط تعادل در سیستمهای غیر خطی، رفتار منحنی‌های جواب در نزدیکی نقاط تعادلی، جوابهای تناوبی، سیکل‌های حدی. نظریه پایداری، پایداری، پایداری مجانبی، دامنه جذب، پایداری و ناپایداری به روش تابع لیاپانف، کاربردهای روش لیاپانف.

مراجع:

1. E.A. Coddington and N. Levinson, Theory of Ordinary Differential Equations, Mc-Graw Hill, ۱۹۵۵.
2. W. Hirsch, S. Smale, R.L Devaney, Differential Equations, Dynamical Systems, and an Introduction to Chaos, Elsevier Academic Press, Second Edition, ۲۰۰۴.
3. L. Perko, Differential Equations and Dynamical Systems, Springer-Verlag, New York, ۲۰۰۶.



عنوان درس		فارسی		انگلیسی					
		دستگاه‌های دینامیکی گسسته		Discrete Dynamical Systems					
نوع واحد	پایه	اصولی	تخصصی		اختیاری				
			عملی	نظری		عملی	نظری		
تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش‌نیاز							
۴	۶۴	مبانی آنالیز ریاضی (کارشناسی)							
آموزش تکمیلی عملی:						دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>		
سفر علمی:						دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>		
کارگاه:						دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>		
آزمایشگاه:						دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>		
سمینار:						دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>		
حل تمرین: ندارد						نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد			

هدف درس: آشنایی با دستگاه‌های دینامیکی

سر فصل:

دستگاه‌های دینامیکی یک بعدی. نقاط ثابت و تناوبی، پایداری، نقاط ثابت هذلولوی و پایداری آنها. مشتق شوارتسی، قضیه شارکوفسکی. انشعاب گره-زینی، انشعاب مضاعف سازی دوره تناوب. دینامیک نمادین، مجموعه کانتور. آشوب از دیدگاه دیوینی، مزدوج بودن، حساسیت به شرط اولیه، نماهای لیاپانف، آشوب لی-یورک. پایداری ساختاری، نقاط تناوبی هذلولوی، پایداری ساختاری موضعی، قضیه هارتمن-گرابمن (نسخه گسسته آن)، لامبدا لم، لم بستن، قضیه خمینه پایدار (نسخه گسسته آن). رفتارهای بازگشتی، تراپایی، ویژگی کمین بودن. مثالهای اساسی: انقباض ها، دوران ها (گویا و اصم)، توابع مورس-اسمیل. دینامیک های روی دایره: عدد پرخش، نگاشتهای انبساط. دینامیک نمادین، نگاشت شیفت، نگاشت زیر شیفت. تراپای توپولوژیکی، آمیخته توپولوژیکی، نگاشت نعل اسب اسمیل، خودریختی های چنبره ای. آنتروپی، آنتروپی توپولوژیک و قضایای مرتبط، اتوماتای سلولی.

مراجع:

1. Brin, M.; Stuck, G. Introduction to Dynamical Systems. Cambridge University Press, ۲۰۰۲
2. Devaney, R. An Introduction to Chaotic Dynamical Systems. ۲nd ed. Westview Press,



۳. Elaydi, S. N., Discrete Chaos, Second Edition: With Applications in Science and Engineering, Chapman and Hall/CRC, ۲۰۰۸.
۴. Yorke, J.A., Aligood, K. T., Sauer, T., Chaos: An Introduction to Dynamical Systems, Springer, ۲۰۰۰.



عنوان درس		فارسی		دستگاه های دینامیکی توپولوژیکی	
		انگلیسی		Topological Dynamical Systems	
نوع واحد		تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز	
پایه	نظری	۴	۶۴	اختیاری	
	عملی			تخصصی	
آموزش تکمیلی عملی:	نظری			دارد □	ندارد ■
	عملی			دارد □	ندارد ■
سفر علمی:				دارد □	ندارد ■
کارگاه:				دارد □	ندارد ■
آزمایشگاه:				دارد □	ندارد ■
سمینار:				دارد □	ندارد ■
حل تمرین: ندارد		نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد			

هدف درس : آشنایی با دستگاه های دینامیکی توپولوژیکی

سر فصل:

مقدمه ای بر سیستمهای دینامیکی توپولوژیکی و مفاهیم اولی . نقاط ثابت و تناوبی، مجموعه های ناورد. تریای توپولوژیکی.. مجموعه های حدی، مزدوجی توپولوژیکی.. همپیوستگی، آمیختگی ضعیف، ارایه چند مثال..دستگاه های دینامیکی روی خط حقیقی.. تکرار گرافیکی، نگاشت خیمه بریده شده، گراف مارکوف مدار تناوبی، مجموعه های حدی، پایداری، پایداری و پایداری مجانبی نقاط تناوبی، رفتارهای بازگشتی .. نقاط تقریبا تناوبی، نقاط ناسرگردان، بازگشتی زنجیری.. فضای شیفت، نگاشت شیفت و زیر شیفت.. افرازهای توپولوژیکی.. نگاشتهای حساس.. آشوب. نعل اسب برای نگاشتهای بازه ای. انتروپی، انتروپی برای نگاشتهای بازه ای.. آشوب از دیدگاه دیوینی، آشوب لی-یورک.

مراجع:

1. E. Akin, The General Topology of Dynamical Systems, Graduate Studies in Mathematics, American Mathematical Society, ۱۹۹۳.
2. K. Hiraide, N. Aoki, Topological Theory of Dynamical Systems: Recent Advances, North-Holland, ۱۹۹۴.
3. Jan de Vries, ; Topological Dynamical Systems: An Introduction to the Dynamics of Continuous Mappings, De Gruyter Studies in Mathematics, ۵۹, ۲۰۱۴.



عنوان درس		فارسی		دستگاه های دینامیکی	
		انگلیسی		Dynamical Systems	
نوع واحد		تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز	
پایه	نظری	۴	۶۴	اختیاری	
	عملی			تخصصی	
آموزش تکمیلی عملی:	نظری			دارد □	ندارد ■
	عملی			دارد □	ندارد ■
سفر علمی:	نظری			دارد □	ندارد ■
	عملی			دارد □	ندارد ■
کارگاه:	نظری			دارد □	ندارد ■
	عملی			دارد □	ندارد ■
آزمایشگاه:	نظری			دارد □	ندارد ■
	عملی			دارد □	ندارد ■
سمینار:	نظری			دارد □	ندارد ■
	عملی			دارد □	ندارد ■
حل تمرین: ندارد	نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد				

هدف درس: تعریف و بررسی دستگاه های دینامیکی

سر فصل:

مقدمه ای بر سیستمهای دینامیکی، مفاهیم اساسی در سیستمهای دینامیکی

مدارهای تناوبی، رفتارهای بازگشتی. ترایی، ویژگی کمین بودن. قضایای بازگشتی، قضیه بازگشتی پوانکاره، مثالهای اساسی.

انقباض ها، دوران ها (گویا و اصم)، فلوهای گرادیان، توابع مورس-اسمیل.. دینامیک های روی دایره: عدد پرخش، مثال دنجوی و قضیه مرتبط، دسته بندی پوانکاره، نگاشتهای انبساطی. دینامیک نمادین، نگاشت شیفت، نگاشت زیر شیفت. ترایی توپولوژیکی، آمیخته توپولوژیکی، نعل اسب اسمیل.. خودریختی های چنبره ای، فلوهای ژئودزیک و دورانی روی سطوح.

نظریه خمیری. منیفلدهای پایدار و ناپایدار، قضیه منیفلد پایدار، پایداری ساختاری، نقاط تناوبی هذلولوی، پایداری. ساختاری موضعی، قضیه هارتمن-گراپمن، لامبدا لم، لم بستن، نمای لیاپانف.. حساسیت به شرایط اولیه.. آنتروپی، آنتروپی توپولوژیک و قضایای مرتبط

مراجع:

۱. Luis Barreira _ Claudia Valls ; Dynamical Systems: An Introduction, Springer, ۲۰۱۳.

۲. Brin, M.; Stuck, G.; Introduction to Dynamical Systems. Cambridge University Press,

۲۰۰۲.

Devaney, R. ;An Introduction to Chaotic Dynamical Systems. ۲nd ed. Westview Press, ۲۰۰۳.



٤. Hasselblatt, B.; Katok, A.; A First Course in Dynamics: with a Panorama of Recent Developments. Cambridge University Press, ٢٠٠٣.
٥. Palis, Jacob, Jr.; de Melo, Welington ; Geometric theory of dynamical systems. An introduction. Translated from the Portuguese by A. K. Manning. Springer-Verlag, New York-Berlin, ١٩٨٢.
٦. Robinson, Clark. Dynamical systems. Stability, symbolic dynamics, and chaos. Second edition. Studies in Advanced Mathematics. CRC Press, Boca Raton, FL, ١٩٩٩.



عنوان درس		فارسی	توپولوژی دیفرانسیل ۱	
		انگلیسی	Differential Topology ۱	
نوع واحد	تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز	
پایه	۴	۶۴	اختیاری	
			عملی	نظری
اصلی	۴	۶۴	تخصصی	
			عملی	نظری
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد				
سفر علمی: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد				
کارگاه: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد				
آزمایشگاه: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد				
سمینار: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد				
حل تمرین: ندارد				
نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد				

هدف درس : بررسی خواص خمینه ها از دیدگاه مشتق پذیری

سر فصل:

مروری بر مفاهیم و قضایای اساسی خمینه های مشتق پذیر، خمینه های مرزدار . قضیه نقطه ثابت براور، فضاهای توابع، تقریب های فیبره و قضایای مرتبط، توپولوژی نگاشتها و قضیه ویتنی،... تقاطع اریب و قضایای مرتبط، قضیه سارد، درجه نگاشتها، مشخصه اویلر،... میدان های برداری، کلاف های برداری و دسته بندی آنها.. همسایگی های لوله ای . دسته بندی رویه های فشرده . نظریه مورس و قضایای مرتبط، کوبوردیسم، ساختار پونتریگین، قضیه هاپف، ایزوتوپي ها

مراجع:

۱. J.W. Milnor, Topology from differentiable view point, Princeton University Press, ۱۹۹۷
۲. Morris W. Hirsch, Differential Topology, Springer, ۱۹۹۷.
۳. A. Pollack, V. Guillemin, Differential Topology, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, ۱۹۷۴.
۴. C.T.C Wall, Differential Topology, Cambridge University Press, ۲۰۱۶



عنوان درس		هندسه خمینه ها ۲		فارسی
		Geometry of Manifolds ۲		انگلیسی
نوع واحد	تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز	
پایه	۴	۶۴	۱	اصولی
				نظری
تخصصی	۴	۶۴	۱	عملی
				نظری
اختیاری	۴	۶۴	۱	عملی
				نظری
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد				
سفر علمی: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد				
کارگاه: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد				
آزمایشگاه: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد				
سمینار: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد				
حل تمرین: دارد/ ندارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد				
نیاز به اجرای پروژه عملی: دارد/ ندارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد				

هدف درس: آشنایی با خمینه ها و زیرخمینه‌های (شبه) ریمانی و ناوردهای آنها

سر فصل:

مفاهیم و قضایای اساسی در زمینه خمینه های ریمانی.. نظریه التصاق (هموستار)، مشتق هموردا.. مباحث پیشرفته میدان‌های تانسوری (انقباض، مشتق هموردای تانسورها و ...). ژئودزیک، انتقال موازی. خمیدگی. زیرخمینه‌های ریمانی، زیرخمینه‌های تماماً ژئودزیک و تماماً نافی. نگاشت نمایی، همسایگی نرمال و کوژ، قضیه هاف-رینو.

مراجع:

بهروز بید آباد: هندسه منیفلد ۲ انتشارات دانشگاه صنعتی امیر کبیر

- do Carmo, Manfredo Perdigão Riemannian geometry. Translated from the second Portuguese edition by Francis Flaherty. *Birkhäuser Boston, Inc., Boston, MA*, ۱۹۹۲.
- Gallot, Sylvestre; Hulin, Dominique; Lafontaine, Jacques Riemannian geometry.
- Kobayashi, Shoshichi; Nomizu, Katsumi; Foundations of differential geometry. Vol. I. *John Wiley & Sons, Inc., New York*, ۱۹۹۶.
- Kobayashi, Shoshichi; Nomizu, Katsumi; Foundations of differential geometry. Vol. II. *John Wiley & Sons, Inc., New York*, ۱۹۹۶.



عنوان درس		فارسی		توپولوژی جبری ۲	
		انگلیسی		Algebraic Topology ۲	
نوع واحد		تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز	
پایه	نظری	۴	۶۴	اختیاری	
	عملی			تخصصی	
آموزش تکمیلی عملی:	نظری			دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>
	عملی			دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>
سفر علمی:				دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>
کارگاه:				دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>
آزمایشگاه:				دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>
سمینار:				دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>
حل تمرین: دارد/ ندارد		نیاز به اجرای پروژه عملی: دارد/ ندارد			

هدف درس: آشنایی با گروه‌های هموتوبی بالا، همانستگی، فضاها سی دبلیو اطلاعات عمیق تر در باره مانستگی و همانستگی

سر فصل:

معرفی و مطالعه گروه‌های هموتوبی بالا نظریه همولوژی (مانستگی) با ضریب دلخواه، همولوژی (مانستگی) فضاها (و همولوژی سلولی)، مطالعه کامل یک نظریه کوه‌مولوژی (همانستگی)، CW، فضاها Künneth حاصل ضرب، فرمول قضیه دوگانی پوانکاره، ضرب‌های کاپ و کپ، حلقه همولوژی (مانستگی) و کوه‌مولوژی (همانستگی).

مراجع:

1. Bredon, Glen E. *Topology and geometry*. Springer-Verlag, New York, ۱۹۹۳.
2. Dubrovin, B. A.; Fomenko, A. T.; Novikov, S. P. *Modern geometry-methods and applications*. Part I. Second edition. Springer-Verlag, New York, ۱۹۹۲
3. Hatcher, Allen *Algebraic topology*. Cambridge University Press, Cambridge, ۲۰۰۲.
4. Munkres, James R. *Elements of algebraic topology*. Addison-Wesley Publishing Company, Menlo Park, CA, ۱۹۸۴.
5. Rotman, Joseph J. *An introduction to algebraic topology*. Springer-Verlag, New York, ۱۹۸۸.
6. Spanier, Edwin H. *Algebraic topology*. Corrected reprint. Springer-Verlag, New York-Berlin, ۱۹۸۱.



عنوان درس		فارسی	گروه و جبر لی ۱	
		انگلیسی	Lie Groups and Lie Algebras ۱	
نوع واحد	تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز	
پایه	۴	۶۴	اختیاری	
			عملی	نظری
اصلی			تخصصی	
عملی			عملی	نظری
نظری			نظری	عملی
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد				
سفر علمی: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد				
کارگاه: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد				
آزمایشگاه: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد				
سمینار: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد				
حل تمرین: دارد/ ندارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/> دارد				
نیاز به اجرای پروژه عملی: دارد/ ندارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/> دارد				

هدف درس: آشنایی با گروه ها و جبرهای لی

سر فصل:

مفاهیم و قضیه‌های اساسی در زمینه گروه لی، جبر لی یک گروه لی، گذر از یک گروه لی به جبر لی آن و برعکس. نظریه ساختمان گروه لی، قضیه‌های لی و آنجل. حل پذیری، پوچ توانی.. گروه‌های پوششی. ساختارهای مختلط.. جبرهای لی نیم-ساده مختلط.

مراجع:

1. Hall, Brian C. Lie groups, Lie algebras, and representations. An elementary introduction. *Springer-Verlag, New York*, ۲۰۰۳.
2. Hilgert, Joachim; Neeb, Karl-Hermann Structure and geometry of Lie groups. *Springer, New York*, ۲۰۱۲.
3. Kirillov, Alexander, Jr. An introduction to Lie groups and Lie algebras. *Cambridge University Press, Cambridge*, ۲۰۰۸.
4. Knapp, Anthony W. Lie groups beyond an introduction. Second edition. *Birkhäuser Boston, Inc., Boston, MA*, ۲۰۰۲
5. Onishchik, A. L.; Vinberg, È. B. Lie groups and algebraic groups. *Springer-Verlag, Berlin*, ۱۹۹۰.

Varadarajan, V. S. Lie groups, Lie algebras, and their representations. Reprint of the ۱۹۸۴ edition. *Springer-Verlag, New York*, ۱۹۸۴.



عنوان درس		فارسی	گروه و جبر لی ۲	
		انگلیسی	Lie Groups and Lie Algebras ۲	
نوع واحد	تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز	
پایه	نظری	عملی	اصولی	
			نظری	عملی
آموزش تکمیلی عملی:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>	اختیاری	
			نظری	عملی
سفر علمی:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>		
کارگاه:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>		
آزمایشگاه:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>		
سمینار:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>		
حل تمرین: دارد/ ندارد	نیاز به اجرای پروژه عملی: دارد/ ندارد			

هدف درس: آشنایی عمیق (تر) با نظریه گروه ها و جبرهای لی

سر فصل :

جبر لی نیم ساده..نظریه ساختاری.. گروه لی نیم ساده، گروه لی فشرده.

نمایش های گروه و جبر لی بعد با پایان.

مراجع:

1. Hall, Brian C. Lie groups, Lie algebras, and representations. An elementary introduction. Springer-Verlag, New York, ۲۰۰۳.
2. Hilgert, Joachim; Neeb, Karl-Hermann Structure and geometry of Lie groups. Springer, New York, ۲۰۱۲.
3. Kirillov, Alexander, Jr. An introduction to Lie groups and Lie algebras. Cambridge University Press, Cambridge, ۲۰۰۸.
4. Knapp, Anthony W. Lie groups beyond an introduction. Second edition. Birkhäuser Boston, Inc., Boston, MA, ۲۰۰۲
5. Onishchik, A. L.; Vinberg, È. B. Lie groups and algebraic groups. Springer-Verlag, Berlin, ۱۹۹۰.



6. Varadarajan, V. S. Lie groups, Lie algebras, and their representations. Reprint of the 1974 edition. *Springer-Verlag, New York, 1984.*



عنوان درس		فارسی		توپولوژی دیفرانسیل ۱		
		انگلیسی		Differential Topology ۱		
نوع واحد		تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز		
پایه	نظری	۴	۶۴	اختیاری		
				عملی	نظری	
	نظری	۴	۶۴	تخصصی		
				عملی	نظری	
	عملی	۴	۶۴	اصلی		
				عملی	نظری	
	آموزش تکمیلی عملی:		دارد □	ندارد ■		
	سفر علمی:		دارد □	ندارد ■		
کارگاه:		دارد □	ندارد ■			
آزمایشگاه:		دارد □	ندارد ■			
سمینار:		دارد □	ندارد ■			
حل تمرین: دارد/ ندارد		نیاز به اجرای پروژه عملی: دارد/ ندارد				

هدف درس: آشنایی با فضاهای تابعی و ویژگیهای هندسی و توپولوژیکی سراسری خمینه ها

سر فصل :

مفاهیم و قضایای اساسی در زمینه فضاهای توابع و تقریبها.. کلافهای برداری و تار.. ترانسورسالیته (تراگردی)، تقاطع.. درجه نگاشتها.. نظریه مرس، کوبوردیسم (هممرزگزینی)، قضیههای ویتنی، قضیه سارد.. رده بندی رویه های فشرده. همسایگی لوله ای و یقه ای

مراجع:

۱. Bott, Raoul; Tu, Loring W. Differential forms in algebraic topology. Springer-Verlag, New York-Berlin, ۱۹۸۲.
۲. Guillemin, Victor; Pollack, Alan Differential topology. AMS Chelsea Publishing, Providence, RI, ۲۰۱۰.
۳. Hirsch, Morris W. Differential topology.. Springer-Verlag, New York, ۱۹۹۴.
۴. Milnor, John W. Topology from the differentiable viewpoint. Princeton University Press, Princeton, NJ, ۱۹۹۷.
۵. Wallace, Andrew Differential topology. First steps. Dover Publications, Inc., Mineola, NY, ۲۰۰۶.



عنوان درس		فارسی		توپولوژی دیفرانسیل ۲	
		انگلیسی		Differential Topology ۲	
نوع واحد		تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز	
پایه	اصولی	۴	۶۴	اختیاری	
	نظری			عملی	نظری
آموزش تکمیلی عملی:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>			
سفر علمی:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>			
کارگاه:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>			
آزمایشگاه:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>			
سمینار:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>			
حل تمرین:	دارد/ ندارد	نیاز به اجرای پروژه عملی: دارد/ ندارد			

هدف درس: آشنایی عمیق (تر) با نظریه های گوناگون همانستگی و نظریه طیفی

سر فصل :

نظریه دورآم.. کوهومولوژی (همانستگی) چک، قضیه دورآم.. یکریختی توم، مونودرمی، دنباله های طیفی و موارد استفاده آنها. رده های مشخصه از جمله دنباله لی ری - هیرش ، قضیه کانت ، فرمول ویتوریس

مراجع :

1. Bott, Raoul; Tu, Loring W.; Differential forms in algebraic topology. Springer-Verlag, New York-Berlin, ۱۹۸۲.
2. Guillemin, Victor; Pollack, Alan; Differential topology. AMS Chelsea Publishing, Providence, RI, ۲۰۱۰.
3. Hirsch, Morris W.; Differential topology. Springer-Verlag, New York, ۱۹۹۴.
4. Milnor, John W.; Topology from the differentiable viewpoint. Princeton University Press, Princeton, NJ, ۱۹۹۷.

Wallace, Andrew; Differential topology. First steps. Dover Publications, Inc., Mineola,

NY, ۲۰۰۶.



عنوان درس		فارسی		انگلیسی				
ساختارهای هندسی روی کلاف های تار و برداری		Geometric Structures on Fiber Bundles and Vector Bunles						
نوع واحد	تعداد واحد	تعداد ساعت	اختیاری		اصلی			
			نظری	عملی	نظری	عملی		
دروس پیش نیاز	۴	۶۴	نظری	عملی	نظری	عملی		
			آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد					
			سفر علمی: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد					
			کارگاه: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد					
			آزمایشگاه: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد					
			سمینار: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد					
			حل تمرین: دارد/ ندارد				نیاز به اجرای پروژه عملی: دارد/ ندارد	

هدف درس: آشنایی با کلاف های تار و برداری و ساختارهای هندسی بر آنها

سر فصل :

کلاف های تار، کلاف های برداری و التصاق روی آنها. کلاف های اصلی و التصاق روی آنها، کلاف های وابسته و التصاق های القایی.. جبر کلیفورد.. گروه های پین و اسپین، میدان های اسپینوری. فضاهای توپستور، خمینه های پرچم. آشنایی با بافه ها و کوهومولوژی (همانستگی) بافه ها.. آشنایی با خمینه های هممتافته.

مراجع:

1. Greub, Werner; Halperin, Stephen; Vanstone,.; RayConnections, curvature, and cohomology. Vol. I: De Rham cohomology of manifolds and vector bundles. Pure and Applied Mathematics, Vol. ۴۷. Academic Press, New York-London, ۱۹۷۲.
2. Greub, Werner; Halperin, Stephen; Vanstone, Ray ;Connections, curvature, and cohomology. Vol. II: Lie groups, principal bundles, and characteristic classes. Pure and Applied Mathematics, Vol. ۴۷-II. Academic Press, New York-London, ۱۹۷۳.
3. Michor, Peter W. ;Topics in differential geometry.American Mathematical Society, Providence, RI, ۲۰۰۸
4. Osborn, Howard ;Vector bundles. Vol. ۱. Foundations and Stiefel-Whitney classes. Academic Press, Inc. [Harcourt Brace Jovanovich, Publishers], New York, ۱۹۸۲.
5. Poor, Walter A. ;Differential geometric structures.McGraw-Hill Book Co., New York, ۱۹۸۱.
6. Ward, R. S.; Wells, Raymond O., Jr. ;Twistor geometry and field theory.Cambridge University Press, Cambridge, ۱۹۹۰.



عنوان درس		فارسی	هندسه جبری ۱	
		انگلیسی	Algebraic Geometry ۱	
نوع واحد	تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز	
پایه	۴	۶۴	اختیاری	
			تخصصی	اصلی
نظری	عملی	نظری	عملی	نظری
آموزش تکمیلی عملی:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>		
سفر علمی:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>		
کارگاه:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>		
آزمایشگاه:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>		
سمینار:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>		
حل تمرین: دارد/ ندارد	نیاز به اجرای پروژه عملی: دارد/ ندارد			

هدف درس: آشنایی با هندسه جبری

سر فصل :

مجموعه های بسته و توابع منظم ، نگاشتهای منظم در فضاهاى آفین، توابع گویا و نگاشتهای گویا،

واربته های بسته تصویری ، نگاشت های منظم ، ضرب واربته های بسته تصویری، بستاریک واربته آفین، نگاشتهای متناهی، قضیه هنجار سازی، بعد، بعد تقاطع دو واربته، قضیه بعد تارها، مختصات چا و برای یک واربته تصویری. حلقه موضعی در یک نقطه، فضای مماس و نوردایی آن، مخروط مماس، پارامترهای موضعی در یک نقطه و سری های توانی.. زیر واربته های ناتکین، یکتایی تجزیه حلقه موضعی در نقاط ساده، ساختار ریختارهای دو گویا.

مراجع:

- 1 Hartshorne, Robin *Algebraic geometry*. Graduate Texts in Mathematics, No. ۵۲. Springer-Verlag, New York-Heidelberg, ۱۹۷۷.
- 2 Liu, Qing *Algebraic geometry and arithmetic curves*. Translated from the French by ReinieErné. Oxford Graduate Texts in Mathematics, ۶. Oxford Science Publications. Oxford University Press, Oxford, ۲۰۰۲
- 3 Shafarevich, Igor R. *Basic algebraic geometry*. ۱. Varieties in projective space. Third edition. Springer, Heidelberg, ۲۰۱۳



عنوان درس		فارسی		هندسه جبری ۲	
		انگلیسی		Algebraic Geometry ۲	
نوع واحد		تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز	
پایه	نظری	۴	۶۴	اختیاری	
	عملی			تخصصی	
اصلی	نظری	دارد □	ندارد ■	آموزش تکمیلی عملی:	
	عملی			سفر علمی:	
تخصصی	نظری	دارد □	ندارد ■	کارگاه:	
	عملی			آزمایشگاه:	
اختیاری	نظری	دارد □	ندارد ■	سمینار:	
	عملی			حل تمرین: دارد/ ندارد	
		نیاز به اجرای پروژه عملی: دارد/ ندارد			

هدف درس: مطالعه عمیق تر موضوع های هندسه جبری

سر فصل :

بخشیاب یک تابع، بخشیاب های موضاً اصلی، بخشیاب ها و نگاشتهای گویا، فضای وابسته به یک بخشیاب، بخشیاب ها روی یک منحنی و درجه ی آنها، قضیه بزو روی منحنی ها، بعد یک بخشیاب.. گروههای جبری، گروههای خارج قسمت و قضیه شواله، واریته های آبلی و پیکارد.. فرم های دیفرانسیل منظم یک بعدی، توصیف جبری مدول دیفرانسیل ها، فرم های دیفراسیل با درجات بالاتر، فرم های دیفراسیل دو گویا، کاربرد فرم های دیفراسیل.. ابر صفحه ها و منحنی های ابر بیضوی، قضیه "ریمان، رخ" در مورد منحنی ها، طیف یک حلقه، ۵. توپولوژی زاریسکی و طیفی، تحویل ناپذیری و بعد، پیش شیف ها و پیش شیف زیربنا، شیف ها وساقه یک شیف.. تعریف طرح، بهم چسبانیدن طرح ها، زیر طرح ها، تحویل ناپذیری و پوچ توانی و حاصلضرب طرح ها.

مراجع:

- 1 Hartshorne, Robin *Algebraic geometry*. Graduate Texts in Mathematics, No. ۵۲. Springer-Verlag, New York-Heidelberg, ۱۹۷۷.
- 2 Liu, Qing *Algebraic geometry and arithmetic curves*. Translated from the French by ReinieErné. Oxford Graduate Texts in Mathematics, ۶. Oxford Science Publications. Oxford University Press, Oxford, ۲۰۰۲

Shafarevich, Igor R. *Basic algebraic geometry*. 2. Schemes and complex manifolds. Third edition. Springer, Heidelberg, ۲۰۱۳.



عنوان درس		فارسی		انگلیسی		
		جبر لی ۱		Lie Algebra ۱		
نوع واحد	تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز			
پایه	۴	۶۴	اختیاری		تخصصی	
			عملی	نظری	عملی	نظری
آموزش تکمیلی عملی:			دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>		
سفر علمی:			دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>		
کارگاه:			دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>		
آزمایشگاه:			دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>		
سمینار:			دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>		
حل تمرین: دارد/ ندارد	نیاز به اجرای پروژه عملی: دارد/ ندارد					

هدف درس: آشنایی با جبر لی و ساختارهای آن

سر فصل:

تعریف ها و مثالهای مقدماتی از جبر لی و جبر لی خطی، مشتق جبر لی، ایده آلهای جبر لی، همسانی و یکسانی جبرهای لی، جبرهای لی پوچ توان و قضیه انگل، جبرهای لی حلپذیر و قضیه لی، تجزیه جردن یک تبدیل خطی، تجزیه جردن عناصر یک جبر لی دلخواه، ۲. جبرهای لی ساده و نیمساده، فرم کلینگ، معیار کارتان برای نیمسادگی، ساختمان جبرهای لی نیمساده و تجزیه آنها به حاصل جمع مستقیم جبرهای لی ساده.

مدول و نمایش یک جبر لی، مدولهای تحویل ناپذیر و کاملاً تحویل نا پذیر، قضیه وایل.

زیر جبر کارتان، فضای ریشه ها برای یک جبر لی، ماتریس های کارتان.

جبر لی نیمساده، دسته بندی، ساختمان مدول های تحویلناپذیر (SL) ۲ و F دسته بندی مدولهای تحویلپذیر برای (جبرهای لی ساده (جبرهای لی کلاسیک و غیر کلاسیک). قضایای لوی و مالچف، هاریش چاندر.

شاره ای به کوهمولوژی جبرهای لی نیم ساده.

مراجع:

۱) Peter J. Olver. Applications of Lie Groups to Differential Equations (Graduate Texts in Mathematics), Second Edition. Springer-Verlag, 2010.

N. Jacobson ; Lie Algebras, Interscience Tracts No. ۱۰, Interscience , New York.



عنوان درس		فارسی	جبر لی ۲
		انگلیسی	Lie Algebra ۲
نوع واحد	تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز
پایه	۴	۶۴	اختیاری
			تخصصی
اصلی	عملی	نظری	عملی
نظری	عملی	نظری	نظری
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد			
سفر علمی: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد			
کارگاه: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد			
آزمایشگاه: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد			
سمینار: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد			
حل تمرین: دارد/ ندارد		نیاز به اجرای پروژه عملی: دارد/ ندارد	

هدف درس: مطالعه عمیق تر جبرهای لی

سر فصل :

جبر جامع (جهانی) پوشاننده، جبرهای متقارن و تانسور، قضیه پوانکاره-بیرکهف-ویت-جبرلی آزاد، جبرلی مدرج، فرمول کامیل-هاوسدورف، قضیه سر. نظریه نمایش جبرهای لی، وزن یک نمایش و بردارهای ماکسیمال، فضاهای وزن، دیگرام وزن، فرمول چندگانگی) فضاهای وزن، کاراکترها و فرمول فرودنتال، فرمول کاراکتر وایل، فرمول کاستانت برای تکرر، فرمول استاینبرگ. موضوع های پیشرفته تر (در صورت وجود وقت) از قبیل جبرها و گروههای شولی و قضیه گاستانت یا خودسانی و یا قضیه آدو-ایوازاوا. p های جبرهای لی نیمساده و یا جبرهای لی بر هیاتهای با مشخصه ناصفر

مراجع:

- FRAN, COIS DIGNE. JEAN MICHEL. Representations of Finite Groups of Lie Type. LMS, ۱۹۹۱
- N. Jacobson ; Lie Algebras, Interscience Tracts No. ۱۰, Interscience , New York.



عنوان درس		فارسی	گروه های تبدیل	
		انگلیسی	Transformation Groups	
نوع واحد	تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز	
پایه	۴	۶۴	اختیاری	
			تخصصی	اصلی
نظری	عملی	نظری	عملی	نظری
آموزش تکمیلی عملی:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>		
سفر علمی:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>		
کارگاه:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>		
آزمایشگاه:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>		
سمینار:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>		
حل تمرین: دارد/ ندارد	نیاز به اجرای پروژه عملی: دارد/ ندارد			

هدف درس: آشنایی با گروه‌های تبدیل توپولوژیک

سر فصل :

گروه‌های تبدیل (توپولوژیک).. مجموعه‌های مینیمال - نقاط تقریباً متناوب - نیمگروه توسعه یافته (الیس) همریختی - بین گروه‌های تبدیل و همریختی بدست آمده از همریختی‌های پوشای بین گروه‌های تبدیل القاء شده بر نیمگروه توسعه یافته شان.. روابط متقارب و گروه‌های تبدیل متباعد.. گروه تبدیل جهانی و گروه تبدیل گذرای نقطه ای - همچنین توجه به فشردگی سازی استون - چخ .. گروه فاز (مباحث فوق در گروه تبدیل با فضای فاز فشردگی هاوسدورف و گروه فاز گسسته)

مراجع :

- ۱ R. Ellis, Lectures on Topological Dynamics, W. A. Benjamin (۱۹۶۹).
- ۲ K. Kawakubo, The Theory of Transformation Groups, Oxford Univ. press (۱۹۹۱)
- ۳ Deane Montgomery, Leo Zippin, Topological Transformation Groups, ۲۰۰۴.



عنوان درس		فارسی		مقدمه ای بر هندسه ریمان - فینسلر	
		انگلیسی		An Introduction to Riemann-Finsler Geometry	
نوع واحد		تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز	
پایه	نظری	۴	۶۴	اختیاری	
	عملی			تخصصی	
آموزش تکمیلی عملی:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>		عملی	
	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>	دارد <input type="checkbox"/>		نظری	
سفر علمی:		دارد <input type="checkbox"/>		ندارد <input checked="" type="checkbox"/>	
کارگاه:		دارد <input type="checkbox"/>		ندارد <input checked="" type="checkbox"/>	
آزمایشگاه:		دارد <input type="checkbox"/>		ندارد <input checked="" type="checkbox"/>	
سمینار:		دارد <input type="checkbox"/>		ندارد <input checked="" type="checkbox"/>	
حل تمرین: دارد/ ندارد		نیاز به اجرای پروژه عملی: دارد/ ندارد			

هدف درس: آشنایی با هندسه ریمان - فینسلر مقدماتی و کاربرد آن در فیزیک و علوم مهندسی

سرفصل:

متریک راندرز، متریک و خمینه فینسلری، فضای مینکوفسکی، قضیه اوپلر، نامساوی بنیادی، متریک ریمان، متریک بروالد، کلاف بر گردان، کلاف عمودی و یکریختی آنها، تانسور کارتان، کلاف بر گردان، کلاف عمودی و یکریختی آنها، تانسور کارتان، کلاف بر گردان، کلاف عمودی و یکریختی آنها، تانسور کارتان

التصاق فینسلری، کارتتان وچرن، مشتق گیری هموردا در التصاق های چرن و کارتتان

تانسور های انحنای چرن و کارتتان، اتحاد های ریچی و بیانچی، انحنای پرچمی، لم شور..هندسه رویه فینسلری، قضیه گاوس، قضیه هاف-رینو، انحنای اسکالر و تانسور، فضای با انحنای پرچمی ثابت، قضیه صلبیت اکبر زاده.

مراجع:

بهرروز بید اباد: هندسه منیفلد (۲)، انتشارات دانشگاه صنعتی امیر کبیر، چاپ دوم، ۱۳۹۴

- 1 H. Akbar-Zadeh ; Initiation to global Finslerian geometry , vol. ۶۸.North-Holland, Mathematical Library Eldevier, ۲۰۰۶.
- ۲ D. Bao, S.S. Chern and Z. Shen ; An Introduction to Riemann –Finsler Geometry. Graduate Texts in mathematics, vol ۲۰۰, Springer, ۲۰۰۰.
- ۳ S.S. Chern and Z. Shen ; Riemann –Finsler Geometry, Nankai Tracts in Mathematics, Vol. ۶, ۲۰۰۳



عنوان درس		فارسی	بهینه سازی روی خمینه ریمانی	
		انگلیسی	Optimization on Riemannian Manifolds	
نوع واحد	پایه	اصولی	تخصصی	
			اختیاری	تعداد واحد
تعداد ساعت	تعداد واحد	نظری	عملی	نظری
دروس پیش نیاز	۶۴	۴		
	آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد			
	سفر علمی: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد			
	کارگاه: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد			
	آزمایشگاه: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد			
	سمینار: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد			
	حل تمرین: دارد/ ندارد		نیاز به اجرای پروژه عملی: دارد/ ندارد	

هدف درس : آشنایی با بهینه سازی روی خمینه ریمانی و کاربرد آن

سر فصل :

. بهینه سازی بدون محدودیت در فضای اقلیدسی ، روش های جستجوی خط و مقدماتی از بهینه سازی شامل روش های منطقه اعتماد ، روش های گرادیان مزدوج ، روش های شبه نیوتنی.. هندسه خمینه ها شامل : توابع مشتق پذیر روی خمینه ها و بردار مماس ، زیر خمینه غوطه ور و خمینه خارج قسمتی ، متریک ریمانی ، فاصله وگرادیان ، التصاق ریمانی و التصاق آفین ، ژئو دزیک ، نگاشت نمایی و انتقال موازی و انقباض.. تجزیه وتحلیل همگرایی و سرعت همگرایی ، روش های جستجوی خط در خمینه های ریمانی شامل جستجوی خط آرمیجو و جستجوی خط روی کره ، خمینه گراسمان ، خمینه استیفل ، مرحله منطقه اعتماد ، بهبود نقطه ، روش های منطقه اعتماد بر روی خمینه های ریمانی شامل : کوشی ، تحلیل همگرایی ، تجزیه مقادیر ویژه متقارن ، محاسبه یک فضای ویژه شدید.. روش های شبه نیوتنی در خمینه های ریمانی شامل : روش های نیوتنی در خمینه های ریمانی ، خاصیت همگرایی موضعی ، روش های شبه نیوتنی و الگوریتم های فوق خطی روی خمینه های ریمانی ، انتقال بردار ، تقریب تفاضل محدود ، روش های سکنت ، روش های گاوس-نیوتن و روش های لاونبرگ-مارکوارت ، الگوریتم های ضریب رایلی.

مراجع:

مرتضی میر محمد رضایی ، بهزاد نجفی : حساب دیفرانسیل و انتگرال روی ، انتشارات دانشگاه صنعتی امیر کبیر ، چاپ اول

۱۳۹۹

۱ P. A. Absil, R. Mahony, and R. Sepulchre. Optimization algorithms on matrix manifolds. Princeton University Press, ۲۰۰۹

J. Nocedal, and S. Wright, Numerical Optimization, Springer, Science & Business Media, ۲۰۰۶.



۳ C. Udriste,; Convex functions and optimization methods on Riemannian manifolds.
Vol. ۲۹۷. Springer, Science & Business Media, ۱۹۹۴.



عنوان درس		فارسی	نظریه کنترل هندسی ۱	
		انگلیسی	Geometric Control Theory ۱	
نوع واحد	تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز	
پایه	۴	۶۴	اختیاری	
			تخصصی	اصلی
نظری	عملی	نظری	عملی	نظری
آموزش تکمیلی عملی:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>		
سفر علمی:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>		
کارگاه:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>		
آزمایشگاه:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>		
سمینار:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>		
حل تمرین:	دارد/ ندارد	ندارد/ دارد	نیاز به اجرای پروژه عملی: دارد/ ندارد	

هدف درس: آشنایی دانشجویان با مباحث جدید کنترل هندسی و آماده سازی آنان برای پژوهش های بنیادی و تقویت ارتباط نظریه کنترل با هندسه و دستگاه های دینامیکی

سرفصل:

مجموعه های قابل حصول و مجموعه های کنترل پذیر. مدارات خانواده ای از میدان های برداری، قضیه مدار، زیر چند گونای انتگرالی، اثبات قضیه مدار، کروسه میدان های برداری و تلفیق پذیری، میدان های برداری تحلیلی و خواص مدارات آنها. گروه لی، انتقالات گروهی، میدان های برداری پایا، فضاها همگن، مجموعه های قابل حصول، دستگاه های کنترل آفین، دستگاه های کنترلی خطی و چند جمله ای. دستگاه ها روی گروه های لی و فضای همگن .. نظریه کنترل بهینه، دستگاه های خطی با مجموعه های ارزشی درجه دوم. اصل ماکزیمم، معادله اوپلر - لاکرانژ، شرط لازم و کافی بهینگی، معادله ریکاتی و دستگاه های درجه دوم. فضاها برداری همتافته، هندسه لاگرانژی خطی.

مراجع:

- 1 J. Baillieul, J. C. Willems Editors Mathematical Control Theory , ۱۹۹۹ Springer Science Business Media New York Originally published by Springer-Verlag New York. Inc.in ۱۹۹۹.
- ۲ V. Jurdjevic, Geometric control theory, Cambridge University Press ۱۹۹۷



عنوان درس		فارسی	نظریه کنترل هندسی ۲	
		انگلیسی	Geometric Control Theory ۲	
نوع واحد		تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز
پایه	اصولی	۴	۶۴	کنترل هندسی ۱
	نظری			
آموزش تکمیلی عملی:	عملی	اختیاری	نظری	عملی
	نظری	دارد □	ندارد ■	
سفر علمی:	عملی	دارد □	ندارد ■	
	نظری	دارد □	ندارد ■	
کارگاه:	عملی	دارد □	ندارد ■	
	نظری	دارد □	ندارد ■	
آزمایشگاه:	عملی	دارد □	ندارد ■	
	نظری	دارد □	ندارد ■	
سمینار:	عملی	دارد □	ندارد ■	
	نظری	دارد □	ندارد ■	
حل تمرین: دارد/ ندارد		نیاز به اجرای پروژه عملی: دارد/ ندارد		

هدف درس: آشنایی دانشجویان با مباحث جدید کنترل هندسی و آماده سازی آنان برای پژوهش های بنیادی و تقویت ارتباط نظریه کنترل با هندسه و دستگاه های دینامیکی

سر فصل:

مسائل خطی درجه دوم تکین ، اصل ماکزیمم و نتایج آن ، روند تقلیل ، سنتز بهینه ، مسائل زمان ، بهینه و پدیده فولر . اصل ماکزیمم در فضای اقلیدسی با بعد بالاتر ، سطح دوار مینیمال ، توسیع چند گونا های مشتق پذیر.. ساختار هممتافته کلاف همبرداری ، مسائل حساب تغییرات روی چند گوناها و اصل ماکزیمم ، مساله الاستیک اویلر و مساله دوین.. مسائل بهینه روی گروه های لی ، میدان های برداری هامیلتونی ، حقیقی سازی کلاف همبرداری ، صورت هممتافته ، معادله جسم صلب ، دستگاه های کنترلی پایا و مدارات هم الحاقی .. مساله الاستیک در فضای سه بعدی و جنبشی کیرشلف ، توابع کازمیر و قوانین پایستاری ، مساله پایای چپ روی گروه حرکت های صفحه ، مسائل پایای چپ روی گروه های لی

. $SO(3,R).SO(2,1)$.

مراجع:

۱ J. Baillieul, J. C. Willems Editors Mathematical Control Theory , ۱۹۹۹ Springer Science Business Media New York Originally published by Springer-Verlag New York. Inc.in ۱۹۹۹

۲ V. Jurdjevic, Geometric control theory, Cambridge University Press ۱۹۹۷



عنوان درس		فارسی	گروهواره لی و جبر واره لی ۱	
		انگلیسی	Lie Groupoids and Lie Algebras ۱	
نوع واحد		تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز
پایه	نظری	۴	۶۴	گروه لی و جبر لی ۱
	عملی			
اصلی	نظری	۴	۶۴	گروه لی و جبر لی ۱
	عملی			
تخصصی	نظری	۴	۶۴	گروه لی و جبر لی ۱
	عملی			
اختیاری	نظری	۴	۶۴	گروه لی و جبر لی ۱
	عملی			
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد				
سفر علمی: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد				
کارگاه: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد				
آزمایشگاه: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد				
سمینار: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد				
حل تمرین: دارد/ ندارد				
نیاز به اجرای پروژه عملی: دارد/ ندارد				

هدف درس: بسط و توسعه و تعمیم نظریه گروه های لی و جبر های لی به ساختارهای تعمیم یافته گروهواره لی و جبر واره لی و کاربرد آنها در نظریه کنترل هندسی و مکانیک کلاسیک. کوانتومی و سایر شاخه های رشته های مهندسی و علوم پایه.

سر فصل:

گروهواره لی، نظریه عمومی، گروهواره و جبرواره، مرفیسم ها و زیر گروهواره ها، موضعا بدیهی، دو برش ها، مولفه ها و متقاطر بودن، اعمال خطی و گروهواره، کنج. ساختار های جبری، خارج قسمت، کلاف های برداری، پایه حافظ قسمت های گروهواره ها، جبر واره ها، نظریه اساسی، خارج قسمت کلاف های برداری توسط اعمال گروه ها، دنباله عطیه یک کلاف اصلی.. جبر واره لی، میدان های برداری خطی، جبرواره لی یک گروهواره لی، تابع نمایی، فرمول های الحاقی، جبر واره لی.. ساختار ها، اعمال جبر واره های لی، حاصلضرب های مستقیم و عقب بر های جبر واره های لی، مرفیسم های جبر واره های لی. خارج قسمت های کلی و لایه بندی، حاصلضرب های نیمه مستقیم، رده های مرفیسم ها.

مراجع:

- 1 Kirill C. Mackenzie, General theory of Lie Groupoids and Lie Algebroids. London Mathematical Society Lecture Notes, Series ۲۱۳, Cambridge University Press, ۲۰۰۵.
- 2 K. Mackenzie, Lie Groupoids and Lie Algebroids in Differential Geometry. Department of Mathematics, University of Melbourne, London Mathematical Society Lecture Notes, Series ۲۱۳, Cambridge University Press, ۱۹۸۷.



عنوان درس		فارسی		گروهواره لی و جبر واره لی ۲	
		انگلیسی		Lie Groupoids and Lie Algebras ۲	
نوع واحد		تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز	
پایه	اصولی	۴	۶۴	اختیاری	
	نظری			عملی	نظری
گروهواره لی و جبر لی ۱	آموزش تکمیلی عملی:		دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>	
	سفر علمی:		دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>	
	کارگاه:		دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>	
	آزمایشگاه:		دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>	
	سمینار:		دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>	
	حل تمرین: دارد/ ندارد		نیاز به اجرای پروژه عملی: دارد/ ندارد		

هدف درس: بسط و توسعه و تعمیم نظریه گروه های لی و جبر های لی به ساختارهای تعمیم یافته گروهواره لی و جبر واره لی و کاربرد آنها در نظریه کنترل هندسی و مکانیک کلاسیک. کوانتومی و سایر شاخه های رشته های مهندسی و علوم پایه.

سر فصل:

نظریه متقاطر ، نظریه التصاق بینهایت کوچک ، مستق داربو ، التصاق های بینهایت کوچک و انحنای فرمول بندی کلاف اصلی ، توصیف های موضعی ، التصاق های مسیری و نظریه لی ، گروهواره مونودرومی. زیر جبرواره های لی و مرفیسم ها ، التصاق مسیری ، برش های موازی و زیر گروهواره پایاگر. نظریه مجرد گروهواره های لی متعددی ، کوهمولوژی و حساب دیفرانسیل شاتن ، نظریه همتافته و پواسون ، ساختار های پواسون و جبرواره های لی . گروهواره های پواسون و همتافته ، دو جبرواره های لی

مراجع:

- 1 Kirill C. Mackenzie , General theory of Lie Groupoids and Lie Algebroids. London Mathematical Society Lecture Notes, Series ۲۱۳, Cambridge University Press, ۲۰۰۵.
- 2 K. Mackenzie, Lie Groupoids and Lie Algebroids in Differential Geometry . Department of Mathematics , University of Melbourne, London Mathematical Society Lecture Notes , Series ۲۱۳, Cambridge University Press, ۱۹۸۷.



عنوان درس		فارسی	هندسه همتافته و نظریه دستگاه های هامیلتونی			
		انگلیسی	Symplectic Geometry and Hamiltonian Systems			
نوع واحد	پایه	اصولی	تخصصی		اختیاری	
			نظری	عملی	نظری	عملی
دروس پیش نیاز	تعداد واحد	تعداد ساعت				
	۴	۶۴				
	آموزش تکمیلی عملی:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>			
	سفر علمی:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>			
	کارگاه:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>			
	آزمایشگاه:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>			
	سمینار:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>			
حل تمرین:	دارد/ ندارد	نیاز به اجرای پروژه عملی: دارد/ ندارد				

هدف درس: آشنایی با خمینه و صورت های همتافته و معادلات و دستگاه های هامیلتونی.

سر فصل:

هندسه همتافته در فضای اقلیدسی، گروه و جبر لی، گروه های خطی عمومی، حقیقی سازی ساختار های مختلط، گروه های انتقال های همتافته یک فضای خطی، گروه های نافشرده

$Sp(n, \mathbb{C})$ و $Sp(n, \mathbb{R})$ و گروه همتافته فشرده

$Sp(n)$.

خمینه های لاگرانژی، هندسه همتافته روی خمینه ها، مختصات همتافته موضعی، میدان های برداری هامیلتونی، کروش پواسن، قضیه داربو. دستگاه های هامیلتونی با تقارن ها روی خمینه های همتافته، قضیه لیوویل، انتگرال های دستگاه های هامیلتونی، مجموعه توابع کاملاً تلفیقی، انتگرالپذیری کامل یک دستگاه هامیلتونی بر حسب لیوویل، انتگرالپذیری مربعی دستگاه های هامیلتونی.. دستگاه های هامیلتونی پایای چپ روی گروه های لی، معادلات اوپلر روی جبرهای لی، هم ارزی دو دستگاه هامیلتونی.. نظریه رده بندی دستگاه های هامیلتونی، رده بندی توپولوژیکی دستگاه های هامیلتونی انتگرالپذیر با دو درجه آزادی.

معادلات هامیلتونی کلاسیک حرکت یک جسم صلب، مثال های فیزیکی و مکانیکی دستگاه های انتگرالپذیر بر حسب لیوویل.

مراجع:

1) V. I. Arnold, A. B. Givental. Symplectic Geometry. Translated from the Russian by G. Wassermann, ۱۹۸۹.

A. V. Bolsinov, A. T. Fomenko. Integrable Hamiltonian Systems, Geometry, Topology, Classification, ۲۰۰۴ by Chapman & Hall / CRC.



- ۳ A. Fomenko, Symplectic Geometry, Advanced Studies in Contemporary Mathematics. Volume ۵, Gordon and Breach Publishers, ۱۹۹۵.
- ۴ A.M. Perelomov. Integrable Systems of Classical Mechanics and Lie Algebras. Volume ۱, Springer.



عنوان درس		فارسی	مباحث ویژه در هندسه	
		انگلیسی	Special Topic in Geometry	
نوع واحد	تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز	
پایه	عملی	نظری	اصلی	
			عملی	نظری
تخصصی	عملی	نظری	اختیاری	
			عملی	نظری
آموزش تکمیلی عملی:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>		
سفر علمی:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>		
کارگاه:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>		
آزمایشگاه:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>		
سمینار:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>		
حل تمرین: دارد/ ندارد	نیاز به اجرای پروژه عملی: دارد/ ندارد			

درسی است در سطح کارشناسی ارشد یا بالاتر در زمینه هندسه که سرفصل و ریز موارد درسی مربوطه قبل از ارائه بایستی به تصویب شورای تحصیلات تکمیلی گروه یا دانشکده برسد. این درس در نوبت بعدی می تواند با سرفصل تصویب شده قبلی ارایه گردد و یا دارای سرفصل جدید باشد که مجددا باید بایستی به تصویب شورای تحصیلات تکمیلی گروه یا دانشکده برسد.



عنوان درس		فارسی	مباحث ویژه در توپولوژی	
		انگلیسی	Special Topic in Topology	
نوع واحد	تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز	
پایه	نظری	عملی	اصولی	اختیاری
			نظری	عملی
آموزش تکمیلی عملی:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>	تخصصی	عملی
			نظری	عملی
سفر علمی:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>		
کارگاه:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>		
آزمایشگاه:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>		
سمینار:	دارد <input type="checkbox"/>	ندارد <input checked="" type="checkbox"/>		
حل تمرین: دارد/ ندارد	نیاز به اجرای پروژه عملی: دارد/ ندارد			

درسی است در سطح کارشناسی ارشد یا بالاتر در زمینه توپولوژی که سرفصل و ریز موارد درسی مربوطه قبل از ارائه بایستی به تصویب شورای تحصیلات تکمیلی گروه یا دانشکده برسد. این درس در نوبت بعدی می تواند با سرفصل تصویب شده قبلی ارایه گردد و یا دارای سرفصل جدید باشد که مجددا باید بایستی به تصویب شورای تحصیلات تکمیلی گروه یا دانشکده برسد.

