



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



برنامه درسی رشته

ریاضی کاربردی

Applied Mathematics

مقطع کارشناسی ارشد ناپیوسته



کرایش

معادلات دیفرانسیل و دستگاه های دینامیکی

Differential Equations and Dynamical Systems



گروه علوم پایه
پیشهادی کارگروه تخصصی علوم ریاضی

پیشنهادهای

نام رشته: ریاضی کاربردی

عنوان گرایش: معادلات دیفرانسیل و دستگاه های

دینامیکی

گروه تحصیلی: علوم پایه

دوره تحصیلی: کارشناسی ارشد ناپیوسته

زیر گروه تحصیلی: علوم ریاضی

نوع مصوبه: بازنگری

پیشنهادی: کار گروه تخصصی علوم ریاضی

تاریخ تصویب: ۱۴۰۲/۰۴/۱۲

برنامه درسی بازنگری شده دوره کارشناسی ارشد ناپیوسته رشته ریاضی کاربردی گرایش معادلات دیفرانسیل و دستگاه های دینامیکی، در جلسه شماره ۱۷۱ تاریخ ۱۴۰۲/۰۴/۱۲ کمیسیون برنامه ریزی درسی، محتوا و سرفصل رشته های تحصیلی به شرح زیر تصویب شد:

ماده یک- این برنامه درسی برای دانشجویانی که پس از تصویب این برنامه درسی در دانشگاه ها و موسسات آموزش عالی پذیرفته می شوند، قابل اجرا است.

ماده دو- این برنامه درسی، جایگزین برنامه درسی رشته ریاضی کاربردی گرایش معادلات دیفرانسیل و دستگاه های دینامیک مصوب جلسه ۷۰ تاریخ ۱۳۹۵/۰۳/۲۳ کمیسیون برنامه ریزی آموزشی می شود.

ماده سه- این برنامه درسی در سه فصل: مشخصات کلی، جدول های واحدهای درسی و سرفصل دروس تنظیم شده است و برای اجرا در دانشگاه ها 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 می شود.

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 رضا نقی زاده

مدیر کل دفتر برنامه ریزی آموزش عالی

و دبیر کمیسیون

دکتر قاسم عموعابدینی

معاون آموزشی و رئیس کمیسیون





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

برنامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد ریاضی کاربردی
گرایش معادلات دیفرانسیل و دستگاه‌های دینامیکی



فصل اول

مشخصات دوره کارشناسی ارشد ریاضی کاربردی گرایش معادلات دیفرانسیل و دستگاه های دینامیکی



مقدمه

دستگاه های دینامیکی به بررسی پدیده هایی می پردازد که با زمان تحول می یابند، که در آن تغییرات زمان می تواند پیوسته و یا گسسته باشد. این پدیده ها معمولا با معادلات دیفرانسیل (عادی، جزئی، تاخیری، تصادفی و یا تابعی) و معادلات تفاضلی مدل می شوند. با توجه به این که اکثر مدل ها پدیده های غیر خطی را مدل می کنند، بدست آوردن جواب صریح آنها معمولا امکان پذیر نیست. در اینجا بررسی خوش تعریف بودن مدلها (وجود، یکتایی و وابستگی پیوسته جوابها به داده های اولیه)، تجزیه و تحلیل کیفی جوابها و بررسی رفتار هندسی و مجانبی جوابها در فضای فاز از اهمیت بسزایی برخوردار است. رفتار بسیاری از این مدل ها وابسته به پارامترهایی در مساله هستند که با گذر پارامتر از یک مقدار بحرانی رفتار کیفی جواب تغییر می کند (انشعاب رخ می دهد). تعیین و شناسایی این مقدار بحرانی و نحوه تغییر جوابها نیز از اهمیت بسزایی برخوردار است.

تعریف

دوره کارشناسی ارشد ریاضی کاربردی گرایش معادلات دیفرانسیل و دستگاههای دینامیکی یکی از دوره های آموزشی - پژوهشی در سطح تحصیلات تکمیلی از نظام آموزش عالی است که بعد از دوره کارشناسی آغاز و به اعطای مدرک رسمی دانشگاهی می انجامد. این دوره از نظر اجرایی تابع ضوابط، مقررات و آیین نامه های مصوب شورای برنامه ریزی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری است.

اهداف

- تامین نیروی کارآمد در زمینه تجزیه و تحلیل کیفی رفتار جواب های معادلات دیفرانسیل و دستگاه های دینامیکی
- تربیت نیروی متخصص در زمینه مدل سازی مسائل کاربردی

نقش و توانایی

فارغ التحصیلان دوره کارشناسی ارشد ریاضی کاربردی گرایش معادلات دیفرانسیل و دستگاههای دینامیکی قادرند که:

- به عنوان متخصص در زمینه های نظری و عملی به تجزیه تحلیل کیفی رفتار جواب های معادلاتی بپردازند که از علوم مهندسی، اقتصاد و پزشکی نشأت می گیرد.
- خوش تعریف بودن مدل های ارایه شده برای پدیده های مختلف را بررسی نمایند.
- تغییرات کیفی رفتار جواب ها را با تغییر پارامتر های سیستم شناسایی و پیش بینی کنند.
- مدل های جدید برای پدیده های فیزیکی، اقتصادی، مهندسی و زیستی ارایه کرده و رفتار دراز مدت جوابها را پیش بینی کنند.



- با تسلط بر نرم افزارهای سیستم های دینامیکی جواب ها را شبیه سازی کرده و تغییر در رفتار جواب ها را با تغییر در مقادیر پارامتر ها را تجزیه و تحلیل و پیش بینی کند.

ضرورت و اهمیت

گرایش معادلات دیفرانسیل و دستگاههای دینامیکی یکی از فعال ترین شاخه های علوم ریاضی است که در دانشگاههای معتبر سراسر جهان به تحقیق و تدریس در آن می پردازند. جهت خودکفایی در حل مسایلی که در تحقیقات پایه و کاربردی با آن مواجه هستیم، کسب دانش نظری و تسلط بر روش های تجزیه و تحلیل کیفی مدل ها از جایگاه ویژه ای برخوردار است. تربیت نیروی متخصص در زمینه معادلات دیفرانسیل و دستگاههای دینامیکی می تواند پاسخگوی نیازهای کشور در این زمینه باشد و همچنین به پیشبرد مرزهای دانش کمک کند.

کلیات برنامه

عنوان دوره: کارشناسی ارشد ریاضی کاربردی گرایش معادلات دیفرانسیل و دستگاه های دینامیکی

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

آزمون ورودی: آزمون ورودی مطابق برنامه کنکور سراسری کارشناسی ارشد که توسط سازمان سنجش برگزار می گردد می باشد و مواد آزمون عمومی، مشترک و تخصصی این گرایش مطابق جدول مواد درسی و ضرایب مربوطه که همه ساله توسط وزارت تعیین و به سازمان سنجش اعلام می گردد خواهد بود.

مقررات عمومی: کلیه دانشگاه هایی که قبلاً مجوز اجرای رشته ریاضی کاربردی گرایش معادلات دیفرانسیل و دستگاه های دینامیکی را اخذ کرده اند و پذیرش دانشجو داشته اند کماکان می توانند به همان شیوه پیشین به اجرای این برنامه مبادرت نمایند. سایر دانشگاه ها 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	۱۶ - ۱۳
سمینار	۲
پایان نامه	۶
جمع	۳۲ - ۲۹

نحوه انتخاب درس ها

تعداد واحدهای درسی دوره کارشناسی ارشد ریاضی کاربردی گرایش معادلات دیفرانسیل و دستگاه های دینامیکی حداقل ۲۹ واحد و حداکثر ۳۲ واحد به قرار زیر است:

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

- انتخاب درس اول از جدول دروس اصلی تخصصی (سرشاخه) گرایش معادلات دیفرانسیل و دستگاه های دینامیکی (جدول شماره ۱). انتخاب درس معادلات دیفرانسیل عادی ۱ برای زیر گرایش معادلات دیفرانسیل یا درس دستگاه های دینامیکی ۱ برای زیر گرایش دستگاه های دینامیکی الزامی است.

- انتخاب درس دوم از جدول دروس تخصصی (جدول شماره ۲)

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



- انتخاب حداقل ۲ درس از جدول درس های اختیاری گرایش معادلات دیفرانسیل و دستگاه های دینامیکی (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 معادلات دیفرانسیل و دستگاه های دینامیکی

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 معادلات دیفرانسیل و دستگاه های دینامیکی 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 : درس اصلی تخصصی (سرشاخه) گرایش معادلات دیفرانسیل و دستگاه های دینامیکی

شماره درس	نام درس	تعداد واحد	ساعت			پیشنیاز	هم نیاز
			جمع	نظری	عملی		
۱	دستگاه های دینامیکی ۱	۴	۶۴	۶۴		مبانی آنالیز ریاضی (کارشناسی)	
۲	معادلات دیفرانسیل عادی ۱	۴	۶۴	۶۴		معادلات دیفرانسیل (کارشناسی)	

جدول شماره ۲ : درس های تخصصی گرایش معادلات دیفرانسیل و دستگاه های دینامیکی

شماره درس	نام درس	تعداد واحد	ساعت			پیشنیاز	هم نیاز
			جمع	نظری	عملی		
۱	آنالیز حقیقی ۱	۴	۶۴	۶۴		آنالیز ریاضی (کارشناسی)	
۲	معادلات دیفرانسیل جزئی ۱	۴	۶۴	۶۴		معادلات دیفرانسیل با مشتقات جزئی (کارشناسی)	



جدول شماره ۳: درس های اختیاری گرایش معادلات دیفرانسیل و دستگاه های دینامیکی

شماره درس	نام درس	تعداد واحد	ساعت			پیشنیاز	هم نیاز
			جمع	نظری	عملی		
۱	دستگاه های دینامیکی ۲	۴	۶۴	۶۴		دستگاه های دینامیکی ۱	
۲	دستگاه های دینامیکی گسسته	۴	۶۴	۶۴		دستگاه های دینامیکی ۱	
۳	دینامیک های مختلط	۴	۶۴	۶۴		دستگاه های دینامیکی ۱	
۴	توپولوژی دیفرانسیل	۴	۶۴	۶۴		توپولوژی عمومی (کارشناسی)	
۵	روش های محاسباتی در دستگاه های دینامیکی	۴	۶۴	۶۴		دستگاه های دینامیکی ۱	
۶	آشوب، فراکتالها و دستگاه های دینامیکی	۴	۶۴	۶۴		دستگاه های دینامیکی ۱	
۷	نظریه مورس	۴	۶۴	۶۴		دستگاههای دینامیکی ۱، همنیاز با هندسه خمینه ۱	
۸	مباحث ویژه در دستگاه های دینامیکی	۴	۶۴	۶۴		اجازه گروه	
۹	معادلات دیفرانسیل عادی ۲	۴	۶۴	۶۴		معادلات دیفرانسیل عادی ۱	
۱۰	نظریه انشعاب ۱	۴	۶۴	۶۴		معادلات دیفرانسیل عادی ۱	
۱۱	نظریه تکینگی ۱	۴	۶۴	۶۴		معادلات دیفرانسیل عادی ۱	
۱۲	نظریه دوره های حدی	۴	۶۴	۶۴		معادلات دیفرانسیل عادی ۱	
۱۳	نظریه کنترل	۴	۶۴	۶۴		معادلات دیفرانسیل عادی ۱	
۱۴	مدل سازی ریاضی در علوم زیستی	۴	۶۴	۶۴		معادلات دیفرانسیل عادی ۱	
۱۵	معادلات انتگرال	۴	۶۴	۶۴		معادلات دیفرانسیل عادی ۱	



۱۶	آنالیز مجانبی	۴	۶۴	۶۴	معادلات دیفرانسیل عادی ۱
۱۷	نظریه اشتروم لیوویل	۴	۶۴	۶۴	معادلات دیفرانسیل عادی ۱
۱۸	حساب تغییرات	۴	۶۴	۶۴	معادلات دیفرانسیل عادی ۱
۲۰	معادلات دیفرانسیل جزئی ۲	۴	۶۴	۶۴	معادلات دیفرانسیل جزئی ۱
۲۱	معادلات دیفرانسیل بیضوی	۴	۶۴	۶۴	معادلات دیفرانسیل جزئی ۱
۲۲	معادلات دیفرانسیل هذلولوی	۴	۶۴	۶۴	معادلات دیفرانسیل جزئی ۱
۲۳	مسایل وارون	۴	۶۴	۶۴	معادلات دیفرانسیل جزئی ۱
۲۴	کاربرد گروه های لی در معادلات دیفرانسیل	۴	۶۴	۶۴	معادلات دیفرانسیل جزئی ۱
۲۵	مباحث ویژه در معادلات دیفرانسیل	۴	۶۴	۶۴	اجازه گروه
۲۶	ریاضی فیزیک ۱	۴	۶۴	۶۴	آنالیز حقیقی
۲۷	آنالیز تابعی کاربردی	۴	۶۴	۶۴	ندارد



فصل سوم

سرفصل درس های دوره

کارشناسی ارشد ریاضی کاربردی گرایش معادلات

دیفرانسیل و دستگاه های دینامیکی



عنوان درس		فارسی		دستگاه های دینامیکی ۱								
		انگلیسی		Dynamical Systems ۱								
نوع واحد										تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز
پایه	نظری	عملی	نظری	عملی	نظری	عملی	اختیاری	۴	۶۴	مبانی آنالیز ریاضی (کارشناسی)		
	آموزش تکمیلی عملی:								دارد □		ندارد ■	
	سفر علمی:								دارد □		ندارد ■	
	کارگاه:								دارد □		ندارد ■	
	آزمایشگاه:								دارد □		ندارد ■	
	سمینار:								دارد □		ندارد ■	
	حل تمرین: دارد								نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد			

هدف: دستگاه های دینامیکی در ریاضیات و حل مسائل صنعتی، اجتماعی و مدیریتی، به سامانه هایی گفته می شود که حالت آن ها با زمان تغییر می کند. به عبارت دیگر، در آن یک تابع نحوه وابستگی نقاطی از یک فضای هندسی را به زمان توصیف می کند. هدف از این درس آشنایی با مبانی دستگاه های دینامیکی و معرفی تعدادی از دستگاه های دینامیکی مهم است.

سرفصل:

مقدمه ای بر دستگاه های دینامیکی، مفاهیم اساسی در دستگاه های دینامیکی: مدارهای تناوبی، رفتارهای بازگشتی، ترابیایی، 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 چرخش، 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-گرايمن، لامبدا لم، لم بستن، نمای لیپانف، حساسیت به شرایط اولیه، آنتروپی، آنتروپی توپولوژیک و قضایای مرتبط.

مراجع:

۱-Brin, M., Stuck, G. Introduction to Dynamical Systems. *Cambridge University Press*, ۲۰۰۲.

۲-Hasselblatt, B., Katok, A. A First Course in Dynamics: with a Panorama of Recent Developments. *Cambridge University Press*, ۲۰۰۳.



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

۴- Luis Barreira _ Claudia Valls, Dynamical Systems: An Introduction, *Springer*, ۲۰۱۳.

۶-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*, ۱۹۸۲.



عنوان درس		فارسی	معادلات دیفرانسیل عادی ۱						
		انگلیسی	Ordinary Differential Equations ۱						
نوع واحد		تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز					
پایه	نظری	عملی	نظری	عملی	تخصصی		اختیاری		
					نظری	عملی	نظری	عملی	
	آموزش تکمیلی عملی:						دارد ☐	ندارد ☒	
	سفر علمی:						دارد ☐	ندارد ☒	
	کارگاه:						دارد ☐	ندارد ☒	
	آزمایشگاه:						دارد ☐	ندارد ☒	
	سمینار:						دارد ☐	ندارد ☒	
	حل تمرین: دارد						نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد		

هدف:

دستگاه معادلات دیفرانسیل یکی از ابزارهای اساسی در مدلسازی پدیده ها و کاربرد ریاضیات در سایر علوم است. هدف از این درس آشنایی با مبانی نظریه معادلات دیفرانسیل می باشد.

سرفصل:

دستگاه معادلات خطی، معادلات مرتبه دو با ضرایب ثابت، دستگاههای خطی صفحه ای، 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 دسته بندی آنها، نوسانگر همساز، میرایی و رزونانس، دستگاههای خطی غیرخودگردان، دستگاههای همگن و دستگاههای غیر همگن، قضایای وجود و یکتایی جواب، وابستگی پیوسته منحنی های جواب نسبت به شرط اولیه، بازه ماکسیمال و جواب ماکسیمال، وابستگی مشتق پذیر به شرایط اولیه، خطی سازی، نقاط تعادل در سیستمهای غیر خطی، رفتار منحنی های جواب در نزدیکی نقاط تعادلی، جوابهای تناوبی، دور های حدی، نظریه پایداری، پایداری، پایداری مجانبی، دامنه جذب، پایداری و ناپایداری به روش تابع لیاپانف، کاربردهای روش لیاپانف.

مراجع:



١-E.A. Coddington and N. Levinson, Theory of Ordinary Differential Equations, *Mc-Graw Hill*, ١٩٥٥.

٢- W. Hirsch, S. Smale, R.L Devaney, Differential Equations, Dynamical Systems, and an Introduction to Chaos, *Elsevier Academic Press*, Second Edition, ٢٠٠٤.

٣-L. Perko, Differential Equations and Dynamical Systems, *Springer-Verlag, New York*, ٢٠٠٦.

٤-G. M. Murphy, Ordinary differential equations and their solutions. *Courier Corporation*; ٢٠١١.

٥-C. Chicone, Ordinary differential equations with applications. *Springer Science & Business Media*; ٢٠٠٦



عنوان درس		فارسی		آنالیز حقیقی ۱				
		انگلیسی		Real Analysis ۱				
نوع واحد		تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز				
پایه	نظری	عملی	نظری	عملی	تخصصی		اختیاری	
					نظری	عملی	نظری	عملی
آنالیز ریاضی (کارشناسی)	آموزش تکمیلی عملی:		دارد □	ندارد ■				
	سفر علمی:		دارد □	ندارد ■				
	کارگاه:		دارد □	ندارد ■				
	آزمایشگاه:		دارد □	ندارد ■				
	سمینار:		دارد □	ندارد ■				
	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 ریمان، 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		معادلات دیفرانسیل جزئی ۱							
		انگلیسی		Partial Differential Equations ۱							
نوع واحد		تعداد واحد		تعداد ساعت		دروس پیش نیاز					
پایه	اصلی	تخصصی	اختیاری	نظری	عملی	نظری	عملی	۶۴	۴	تعداد	
											نظری
آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد											
سفر علمی: ☐ دارد ☒ ندارد											
کارگاه: ☐ دارد ☒ ندارد											
آزمایشگاه: ☐ دارد ☒ ندارد											
سمینار: ☐ دارد ☒ ندارد											
حل تمرین: دارد											
نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد											

هدف: مطالعه و آشنایی با معادلات دیفرانسیل جزئی

سرفصل:

مدل های فیزیکی برای معادلات، پیچش و تنظیم در فضاها L^p ، دنباله های تنظیم کننده، فضای توابع تعمیم یافته، تابع دلتای دیراک، جواب اساسی معادلات، نمایش جواب ها برای معادلات با استفاده از جواب اساسی، تابع گرین برای مسایل مرزی دیریکله، معادلات مرتبه دوم شامل معادله گرما و انتشار، معادله موج، معادله لاپلاس و پواسون، روش های حل شامل جداسازی متغیرها، تابع مقادیر ویژه، روش های انرژی و اصل ماگزیمم، معادلات خطی و غیر خطی مرتبه اول، روش منحنی مشخصه، جوابهای ضعیف و امواج شوک، مساله ریمان، تبدیل فوریه و لاپلاس.

مراجع:

۱. L. C. Evans, Partial Differential equations, Graduate Studies in Mathematics, ۱۹. American Mathematical Society, ۱۹۹۸.
۲. J. Jost, Partial Differential Equations, ۲nd Edition. Graduate Texts in Mathematics, ۲۱۴, Springer, New York, ۲۰۰۷.
۳. R. A. Adams and J. F. Fournier, Sobolev Spaces, ۲nd Edition, Academic press, ۲۰۰۳.
۴. Brezis, H., Functional Analysis, Sobolev Spaces, and Partial Differential Equations, University Text, Springer-Verlag, Berlin, ۲۰۱۱.
- G. B. Folland, Introduction to partial differential equations. Princeton university press,



عنوان درس		فارسی		دستگاه های دینامیکی ۲								
		انگلیسی		Dynamical Systems ۲								
نوع واحد		تعداد واحد		تعداد ساعت		دروس پیش نیاز						
پایه	نظری	عملی	نظری	عملی	نظری	عملی	اختیاری	۴	۶۴	دستگاه های دینامیکی ۱		
											عملی	نظری
آموزش تکمیلی 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: هدف از این درس آشنایی با سیستمهای هموار و ویژگیهای پیشرفته تری از سیستمهای دینامیکی است.

سرفصل:

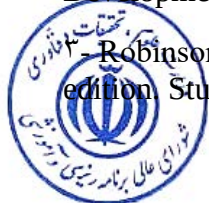
مجموعه های هذلولوی، مجموعه های هذلولوی ماکسیمال موضعی، فلوی هذلولوی، فلوی ژئودزیک، مخروط های پایا، پایداری مجموعه های هذلولوی، دستگاههای اصل آ، دستگاههای مورس-اسمیل، مدارهای شبه تناوبی، ویژگی سایه زنی، نگاشتهای توسعه ای، ساختار ضرب موضعی، قضیه تجزیه طیفی اسمیل، پایداری ساختاری، امگا پایداری، ساختار ضرب موضعی، پایداری مجموعه های هذلولوی، نقاط هموکلینیک، رده های هموکلینیک، نگاشت نعل اسب، نگاشت آنوسوف، قضیه پوانکاره بندیکسون و کاربردهای آن، جاذب ها، جاذب های عجیب، جاذب سلونوید، جاذب پلیکین، جاذب هنون، افراز مارکف، منیفلدهای پایدار و ناپایدار، قضیه منیفلد پایدار، منیفلد مرکزی، منیفلدهای ناوردا، لم بستن آنوسوف، لامبدا لم، فیلتربندی، برگ بندی، مجموعه های هذلولوی جزیی، تجزیه تسلطی، پایداری تجزیه تسلطی

مراجع:

۱- Brin, M.; Stuck, G. Introduction to Dynamical Systems. Cambridge University Press, ۲۰۰۲.

۲- Hasselblatt, B.; Katok, A. A First Course in Dynamics: with a Panorama of Recent Developments. Cambridge University Press, ۲۰۰۳.

۳- Robinson, Clark. Dynamical systems. Stability, symbolic dynamics, and chaos. Second edition. Studies in Advanced Mathematics. CRC Press, Boca Raton, FL, ۱۹۹۹.



ξ-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*, ۱۹۸۲.

ο-Y. Pesin, Lectures on Partial Hyperbolicity and Stable Ergodicity, Zurich Lectures in Advanced Mathematics, EMS, ۲۰۰۴ ISBN: ۳-۰۳۷۱۹-۰۰۳-۵ (Russian Translation, Moscow Independent University, ۲۰۰۶).

۶-L. Barreira and Y. Pesin, ۱ Encyclopedia of Mathematics and Its Applications, *Cambridge University Press*, ۲۰۰۷



عنوان درس		فارسی	دستگاه های دینامیکی گسسته							
		انگلیسی	Discrete Dynamical Systems							
نوع واحد		تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز						
پایه	نظری	عملی	نظری	عملی	اختیاری		۴	۶۴	دستگاه های دینامیکی ۱	
					نظری	عملی				
	آموزش تکمیلی 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: آشنایی با سیستمهای دینامیکی گسسته و نظریه آشوب در سیستمهای گسسته

سرفصل:

دستگاههای دینامیکی گسسته یک بعدی، پایداری نقاط ثابت هذلولوی و غیر هذلولوی و نوع پایداری آن ها، مشتق شوارتزی، قضیه شارکوفسکی و معکوس آن، انشعابات مضاعف سازی دوره تناوب، دینامیک نمادین، مجموعه کانتور، آشوب از دیدگاه دیوینی، مزدوج بودن، حساسیت نسبت به شرط اولیه و نماهای لیاپانف، آشوب از دیدگاه لی-یورک، دستگاه های دینامیکی گسسته در صفحه شامل دستگاه های خطی، معادلات تفاضلی مرتبه دو، نمای فاز، توابع لیاپانف، قضیه هارتمن-گراپمن، قضیه منیفلد پایدار، اتومورفیسم هذلولوی تورال آنوسف، نگاشت های نعل اسبی وهنان، انشعاب نیمارک سکر، رایبند بودن و تحلیل نیم سیکل، دیگر تعاریف آشوب، قضیه ماروتو، ارتباط بین آشوب از دیدگاه دیوینی و لی-یورک، آنتروپی، انشعابات و فرم های نرمال نگاشتها، محاسبه نماهای لیاپانف، کنترل و هماهنگ سازی آشوب، مدل های کاربردی شامل برخی مدل ها در بیولوژی، اقتصاد علوم اجتماعی، شبکه های عصبی، اتوماتای سلولی، رمزنگاری آشوبناک، تعامل بین آشوب و نظریه کدگذاری

مراجع:

1. S. N. Elaydi, Discrete Chaos, with Applications in Science and Engineering, Second Edition, Boca Raton: Chapman and Hall/CRC, ۲۰۰۸.
- K. T. Alligood, T. D. Sauer, J. A. Yorke, Chaos: An Introduction to Dynamical Systems, Springer ۲۰۰۰.



- ۳. Devaney, R. L., An Introduction to Chaotic Dynamical Systems, Second Edition, Addison-Wesley, Reading, Massachusetts, ۱۹۸۹.
- ۴. O. Galor, Discrete dynamical systems. *Springer Science & Business Media*; ۲۰۰۷ May ۱۷.
- ۵. R. C. Robinson, An Introduction to Dynamical Systems: Continuous and Discrete. *American Mathematical Soc.*; ۲۰۱۲.



عنوان درس		فارسی	دینامیک های مختلط											
		انگلیسی	Complex Dynamics											
نوع واحد		تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز										
پایه	نظری	عملی	نظری	عملی	تخصصی		اختیاری		۴	۶۴	دستگاه های دینامیکی ۱			
					نظری	عملی	نظری	عملی						
	آموزش تکمیلی عملی:											دارد □	ندارد ■	دستگاه های دینامیکی ۱
	سفر علمی:											دارد □	ندارد ■	
	کارگاه:											دارد □	ندارد ■	
	آزمایشگاه:											دارد □	ندارد ■	
	سمینار:											دارد □	ندارد ■	
	حل تمرین: ندارد											نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد		

هدف: در این مبحث با دینامیک مختلط، مجموعه های جولیا، فاتو و مندلیبرات آشنا می شویم.

سرفصل:

مقدمه ای بر دینامیک مختلط، هندسه همدیس، نگاشتهای همدیس، نگاشت ریمن، مفاهیم اولیه روی کره ریمن، نقاط ثابت و نقاط بحرانی، قضیه ریمن هرویتز، قضیه مونتل، متریک هذلولوی، نگاشتهای شبه همدیس، معادله بلترامی، نقاط ثابت و تزویج ها، دسته بندی نقاط ثابت: نقاط ثابت جذب کننده، دفع کننده، ابرجذب کننده، خنثی، همسانریختی های دایره، تکرارهای گویای اساسی، دینامیک نگاشتهای گویا، ویژگی ارگودیک بودن، مجموعه های فاتو و جولیا، نقاط بحرانی و نگاشتهای انبساطی، هذلولوی بودن، زیر هذلولوی بودن، مجموعه های جولیا موضوعا همبند، شاخص اوپلر، خواص مولفه های فاتو و ژولیا، بررسی موضعی دینامیک نقطه ثابت، قضیه خطی سازی کونیکس، قضیه بوتخر، قضیه گلبرگ لئو و فاتو، دسته بندی مولفه های ناوردا. کاربردهایی از نگاشتهای شبه همدیس، حلقه های هرمان، فشردگی دینامیک های هولومورفیک، همگرایی نگاشتهای ریمن، هندسه موضعی مجموعه های فاتو، حرکت هولومورفیک و مجموعه مندلیبرات، پایداری نگاشتهای گویا

مراجع:

۱-C.T. McMullen, Complex Dynamics and Renormalization, Springer, ۱۹۹۷.

۲-L. Carleson, T. Gamelin, Complex Dynamics, Springer Science & Business Media; ۲۰۱۳



۳-J.W. Milnor, Dynamics in one complex variable, Third Edition, *Princeton University Press*, ۲۰۰۶

۴-A.F. Berdon, Iteration of rational functions, Complex analytic dynamical systems. *Springer-Verlag*, ۱۹۹۱.

عنوان درس		فارسی	توپولوژی دیفرانسیل	
		انگلیسی	Differential Topology	
نوع واحد	تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز	
پایه	اصلی	تخصصی	اختیاری	عملی
نظری	عملی	نظری	عملی	نظری
آموزش تکمیلی 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: هدف از این درس معرفی مفاهیم اساسی در توپولوژی دیفرانسیل، قضایا و کاربرد آن در سیستمهای دینامیکی می باشد.

سرفصل:

مروری بر مفاهیم و قضایای اساسی منیفلدهای مشتق پذیر، منیفلدهای 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 اوپلر، میدان های برداری، کلاف های برداری و دسته بندی آنها، همسایگی های لوله ای، دسته بندی رویه های فشرده، نظریه مورش و قضایای مرتبط، کوبوردیسم، ساختار پونتریاگین، قضیه هاپف، ایزوتوپ ها

مراجع:

۱-Morris W. Hirsch, Differential Topology, *Springer*, ۱۹۹۷.

۲-A. Pollack, V. Guillemin, Differential Topology, *Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey*, ۱۹۷۴.

۳-C.T.C Wall, Differential Topology, *Cambridge University Press*, ۲۰۱۶



عنوان درس		فارسی		روش های محاسباتی در دستگاه های دینامیکی					
		انگلیسی		Computation Methods in Dynamical Systems					
نوع واحد		تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز					
پایه		۴	۶۴	اختیاری		تخصصی		اصلی	
نظری	عملی			نظری	عملی	نظری	عملی		
آموزش تکمیلی 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: آشنایی دانشجویان با روشهای محاسباتی مورد نیاز در دستگاههای دینامیکی

سرفصل:

مبانی محاسباتی مربوط به نگاشته ها و میدان های برداری، پایداری انشعاب، مجموعه های حدی، ناورداها، جاذب ها، آشوب، مسئله مقدار اولیه و روش های محاسباتی، مرتبه و همگرایی، مرتبه خطی و غیر خطی، مسئله های خطی استیف، مسئله های غیر خطی استیف، روش های عددی به عنوان دستگاه های دینامیکی، شرط های لیپشیتز، دستگاه های اتلافی، دستگاه های گرادیان، پایداری سراسری، انقباض، دستگاه های خطی، همگرایی مجموعه های ناوردا، تعادل ها، مدارها، خمینه ها، پاسخ های دوره ای، نمودار حالت، تاثیر گسسته سازی بر رباينده ها و خواص سراسری، دستگاه های هامیلتونی، دستگاه های پایستار

مراجع:

۱. A. M. Stuart and A. M. Humphries, Dynamical Systems and numerical analysis, *Cambridge University Press*, ۱۹۹۸
۲. J. Guckenheimer & Ph. Holmes, Nonlinear oscillation, Dynamical Systems and Bifurcations of vector fields, *Springer* ۱۹۹۰
۳. Y. Kuznetsov, Elements of Applied Bifurcations Theory, *Springer* ۱۹۹۸



۴. C. Belta, B. Yordanov, E.A. Gol, Formal Methods for Discrete-Time Dynamical Systems. Cham: Springer International Publishing; ۲۰۱۷

عنوان درس		فارسی		آشوب، فراکتال ها و دستگاههای دینامیکی								
		انگلیسی		Chaos, Fractals and Dynamical Systems								
نوع واحد										تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز
پایه		اصلی		تخصصی		اختیاری		۴	۶۴			
نظری	عملی	نظری	عملی	نظری	عملی	نظری	عملی					
آموزش تکمیلی 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: آشنایی دانشجویان با نظریه آشوب، فراکتال ها و کاربرد آن ها در دستگاه های دینامیکی

سرفصل:

نگاشت های بعد یک: مدارها، نقاط ثابت و نقاط تناوبی و انواع آن، پایداری و نگاشت لجستیک، تحلیل دینامیکی نگاشت لجستیک، قضیه شارکوفسکی.

نگاشتهای بعد دو: مدل های ریاضی، نقاط چشمه و چاه، آشوب و حساسیت نسبت به شرایط اولیه، نمای لیاپانوف و مباحث مرتبط.

فراکتال ها: مجموعه های کانتور، مندلیبات و جولیا، ابعاد فراکتالی، بعد هاسدورف و ظرفیت حدی.

آشوب در نگاشت های دو بعدی با ذکر مثال و تحلیل دینامیک آشوبناک.

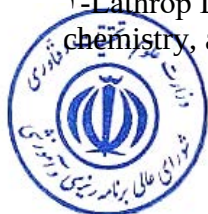
جاذبه های آشوبناک و منیفلدهای پایدار.

جاذب لورنز و بررسی دینامیک آشوبناک آن با کمک تابع پوانکاره.

معرفی چند دینامیک آشوبناک.

مراجع:

۱-Lathrop D. Nonlinear dynamics and chaos: With applications to physics, biology, chemistry, and engineering. *Physics Today*. ۲۰۱۵



۲-Strogatz SH. Nonlinear dynamics and chaos: With applications to physics, biology, chemistry, and engineering. CRC press; ۲۰۱۸

۳-Hilborn RC. Chaos and nonlinear dynamics: an introduction for scientists and engineers. Oxford University Press on Demand; ۲۰۰۰.

عنوان درس		فارسی	انگلیسی	نظریه مورس	
نوع واحد		Morse Theory		تعداد واحد	تعداد ساعت
پایه		اصلی	تخصصی	اختیاری	دروس پیش نیاز
نظری	عملی	نظری	عملی	نظری	عملی
آموزش تکمیلی 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: آشنایی با نظریه مورس و کاربردهای آن در ریاضی فیزیک، دستگاههای دینامیکی و مهندسی مکانیک

سرفصل:

مقدمه ای بر منیفلدها و توابع هموار، توابع هموار ناتبهاگون روی منیفلدها، توابع مورس با ذکر چند مثال، لم مورس، نامساوی های مورس، قضیه لیف شیتز، شبه گرادیان ها و شرط اسمیل، وجود شبه گرادیان ها در توابع مورس، مسیرها و منیفلدهای پایدار و ناپایدار، قضیه ریب، قضیه کوپکا اسمیل، مقدماتی از هندسه ریمانی، مشتق گیری کوواریانت، تانسور انحنا، ژئودزیک ها، کاربرد حساب تغییرات بر ژئودزیکها، فضاها ی مسیری، میدانهای ژاکوبی، قضیه اندیس، گروههای لی، فضاها ی متقارن، قضیه کوپوردیسسم.

مراجع:

۱-Milnor J. Morse Theory. (AM-۵۱), Volume ۵۱. Princeton university press; ۲۰۱۶

۲-Matsumoto Y. An introduction to Morse theory. American Mathematical Soc.; ۲۰۰۲.

۳-Abbondandolo A. Morse theory for Hamiltonian systems. CRC Press; ۲۰۰۱



ξ-Souza JA. The Dynamic Morse Theory of Control Systems. *Cambridge Scholars Publishing*; ۲۰۲۰

ο-Scoville NA. Discrete Morse Theory. *American Mathematical Soc.*; ۲۰۱۹

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

درسی است در سطح کارشناسی ارشد یا بالاتر در زمینه دستگاه های دینامیکی 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		معادلات دیفرانسیل عادی ۲								
		انگلیسی		Ordinary Differential Equations ۲								
نوع واحد		تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز								
پایه	نظری	عملی	نظری	عملی	نظری	عملی	تخصصی	اختیاری	۴	۶۴	معادلات دیفرانسیل عادی ۱	
												نظری
آموزش تکمیلی 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: این درس به مطالعه عمیق نظریه معادلات دیفرانسیل معمولی می پردازد و توانایی استفاده از آن در مسائل دیگر علوم را ارائه می دهد.

سرفصل:

دستگاههای خودگردان، دستگاههای معادلات دیفرانسیل خطی غیر همگن، دستگاه معادلات دیفرانسیل خطی و متناوب، رفتار مجانبی جوابها، نقاط تکین از نوع اول و دوم، جوابهای صوری، نقاط تکین در بینهایت، روش فروبنیوس، سریهای مجانبی، جوابهای صوری در حالت مختلط، انتگرال لاپلاس و سری مجانبی، مساله خودالحاق روی بازهی متناهی، قضیه بسط کامل، قضیه نوسان و مقایسهی اشتورم-لیوویل، نظریه اشتورم لیوویل و توسیع تابع ویژه، مسایل مقدار مرزی، شرایط مرزی متناوب، مساله مقدار اولیه خودالحاق تکین برای معادلات مرتبه دوم، نقاط حدی و دورههای حدی و انواع آن، قضیه کامل و بسط در حالت نقطه حدی در بینهایت، رفتار منظم در دو نقطه یک بازه، نظریه پایداری، جوابهای تناوبی، فرمهای نرمال، دستگاه های هامیلتونی

مراجع:

۱. E. Coddington & N. Levinson., Theory of Ordinary Differential Equations, McGraw Hill, ۱۹۵۵.
۲. V.I. Arnold: "Geometrical Methods in the Theory of Ordinary Differential Equations" ۲nd edition, Springer, (۱۹۹۶).
۳. Butcher, John Charles. Numerical methods for ordinary differential equations. John Wiley & Sons, ۲۰۱۶.



۴. Murphy, George Moseley. Ordinary differential equations and their solutions. *Courier Corporation*, ۲۰۱۱.
۵. A. Kirsch, An Introduction to the Mathematical Theory of Inverse Problems, *Springer*, ۲۰۱۱

فارسی		نظریه انشعاب ۱				عنوان درس			
انگلیسی		Bifurcation Theory ۱							
نوع واحد		تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز					
پایه	اصلی	تخصصی	اختیاری	۴	۶۴	معادلات دیفرانسیل عادی ۱			
								نظری	عملی
نظری	عملی	نظری	عملی	نظری	عملی				
آموزش تکمیلی 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: نظریه انشعاب به مطالعه تغییرات در ساختار کیفی یا توپولوژیکی یک خانواده از سیستمهای دینامیکی می پردازد. در این درس به آشنایی بانشعاب، انواع آن و انشعابات مهم می پردازیم.

سرفصل:

مقدمه ای بر نظریه انشعاب، تعریف انشعاب و مثال های ساده از آن، انشعابهای موضعی، منیفلد مرکزی، فرمهای نرمال، انشعابات همبند یک، انشعاب گره-زینی، انشعاب چنگال، انشعاب مضاعف سازی دوره تناوب، انشعاب هاپف، انشعابات در دستگاههای هامیلتونی و گرادیانی، انشعابات سراسری، انشعاب هموکلینیک و انشعاب هتروکلینیک و دوره های آن، انشعاب هموکلینیک در خانواده هنون، انشعاب در معادلات لورنز، معادله واندرپیل و انشعابات آن، معادله پاندول و انشعابات آن، نوسانگر همساز، معادله دافینگ، معادلات دیفرانسیل روی چنبره، عدد دوران، شبه تناوبی بودن، انشعابات مدارهای تناوبی روی چنبره.

مراجع:

J. Guckenheimer, P. Holmes, Nonlinear Oscillations, Dynamical Systems, and Bifurcations of Vector fields, *Springer*, ۲۰۰۲.



۲- S. Wiggins, Global Bifurcations and Chaos, *Springer*, ۱۹۸۸.

۳- J. Hale, H. Kocak, Dynamics and Bifurcations, *Springer*, ۱۹۹۱.

۴- MW. Hirsch, S. Smale, RL. Devaney, Differential equations, Dynamical Systems and an introduction to Chaos, Second edition, *Elsevier, Academic Press*, ۲۰۰۴.

عنوان درس		فارسی		نظریه تکینگی ۱								
		انگلیسی		Singularity Theory ۱								
نوع واحد										تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز
پایه		اصلی		تخصصی		اختیاری		۴	۶۴			
نظری	عملی	نظری	عملی	نظری	عملی	نظری	عملی					
آموزش تکمیلی 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: آشنایی دانشجویان با نظریه تکینگی و انشعابات مرتبط

سرفصل:

توابع هموار و هولومورفیک، نقاط ناتهگون و بحرانی، لم موریس، لم ناکایاما، دسته بندی تکین های ساده، تقاطع اریب، ساده سازی لیپانف-اشمیت، روابط هم ارزی و انشعاب فضاهای مماسی محدود شده، تعیین متناهی، ایده آل های ذاتی، نظریه شکافت، انشعابات ماندگار و غیر ماندگار، دسته بندی بر اساس هم بعد، شکافت جهانی انشعابات مقدماتی، معادل بودن توپولوژیکی در مقابل معادل بودن هموار، انشعاب با تقارن Z^2 .

مراجع:

۱- M. Golubitsky, D.J. Schaefer, Singularities and Groups in Bifurcation Theory, Volume 1, *Springer-Verlag*, ۱۹۸۵.



۲-M. Golubitsky, Ian Stewart, D.J. Schaefer, Singularities and Groups in Bifurcation Theory, Volume II, Springer-Verlag, ۱۹۸۸.

۳-V. I. Arnol'd, V.V. Goryunov, O.V. Lyashko OV, Vasil'ev VA. Singularity Theory I. Springer Science & Business Media; ۲۰۱۲.

۴-V. I. Arnold, Dynamical Systems, Catastrophe Theory, Springer-Verlag, ۱۹۹۳

عنوان درس		فارسی	انگلیسی	نظریه دوره‌های حدی	
نوع واحد		تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز	Theory of Limit Cycles
پایه	اصلی	تخصصی	اختیاری	عملی	نظری
نظری	عملی	نظری	عملی	نظری	عملی
آموزش تکمیلی 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: هدف از این درس آشنایی با نظریه دوره‌های حدی و تحلیل دینامیکی آنها می باشد.

سرفصل:

نتایج پایه در نظریه کیفی معادلات دیفرانسیل، مروری برنمای فاز میدان‌های برداری و جریان‌ها، معادل بودن و مزدوج بودن توپولوژیک، مجموعه‌های α -حدی و ω -حدی، ساختار موضعی نقاط تکین، قضیه پوانکاره-بندیکسون، فرم‌های نرمال و قضیه فرم‌های نرمال، نقاط تکین جاذب و دافع، نقاط زینی هذلولوی و مطالعه دینامیک آن‌ها، تکین‌زدایی از نقاط تکین غیر مقدماتی، بزرگ‌نمایی همگن و شبه همگن، تکین‌زدایی و خاصیت لوجاسیویچ، نقاط تکین پوچ‌توا، مرکز و ثابت‌های لیاپانف، فرم‌های نرمال مرکزهای خطی، نتایج پایه و اصلی، الگوریتم و کاربردها، فشرده‌سازی پوانکاره و پوانکاره لیاپانف، چارت‌های موضعی، نقاط تکین نامتناهی، فشرده‌سازی پوانکاره لیاپانف و بندیکسون، جریان سراسری یک میدان برداری چندجمله‌ای، اندیس‌های نقاط تکین در صفحه، اندیس یک مسیر حول یک نقطه، تغییر شکل مسیرها، اندیس نقاط تکین یک میدان برداری، میدان‌های برداری روی کره، فرمول اندیس پوانکاره، رابطه اندیس و چندگانگی، دور‌های حدی و پایداری ساختاری، چندگانگی و پایداری دور‌های حدی، میدان‌های برداری دوران‌یافته و پایداری ساختاری آنها.

مراجع :



۱-Y. Yan et al, Theory of Limit Cycles, Translations of Mathematical Monographs, Vol ۶۶, *American Mathematical Society*, ۱۹۸۶.

۲-F. Dumortier, J. Llibre, J. C. Artés, Qualitative Theory of Planar Differential Equations, Universitext, *Springer*, ۲۰۰۶.

۳-Perko, L., Differential Equations and Dynamical Systems, ۳rd Edition, *Springer-Verlag*, ۲۰۰۱.

۴-M. Han, P. Yu, Normal Forms, Melnikov Functions and Bifurcations of Limit Cycles. *Springer Science & Business Media*; ۲۰۱۲



عنوان درس		فارسی		نظریه کنترل	
		انگلیسی		Control Theory	
نوع واحد		تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز	
پایه	نظری	عملی	نظری	تخصصی	اختیاری
آموزش تکمیلی عملی:	دارد ☐	ندارد ☒	دارد ☐	دارد ☐	ندارد ☒
سفر علمی:	دارد ☐	ندارد ☒	دارد ☐	دارد ☐	ندارد ☒
کارگاه:	دارد ☐	ندارد ☒	دارد ☐	دارد ☐	ندارد ☒
آزمایشگاه:	دارد ☐	ندارد ☒	دارد ☐	دارد ☐	ندارد ☒
سمینار:	دارد ☐	ندارد ☒	دارد ☐	دارد ☐	ندارد ☒
حل تمرین: ندارد	نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد				

هدف: آشنایی با سیستمهای کنترل خطی و غیر خطی و مفهوم کنترل پذیری.

سرفصل:

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 شرودینگر یک بعدی، کنترل پذیری سیستم های غیر خطی در بعد متناهی: آزمون خطی، براکت های لی تکرارشونده 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 نویه-استوکس، پایداری سازی سیستم های کنترل خطی متناهی البعد و کاربرد در سیستم های کنترل غیر خطی، پایداری سازی سیستم های کنترل غیر خطی متناهی البعد.

مراجع:



F. Colonius and W. Kliemann, the Dynamics of Control, Birkhauser, ۲۰۰۰.
Jean-Pierre Aubin, Viability Theory, Birkhauser, ۱۹۹۱.

۳. Jean-Michel Coron, Control and Nonlinearity, *American mathematical Society*, ۲۰۰۷.
۴. E.D. Sontag, Mathematical Control Theory: Deterministic Finite Dimensional Systems. *Springer Science & Business Media*; ۲۰۱۳

عنوان درس		فارسی		مدل سازی ریاضی در علوم زیستی	
		انگلیسی		Mathematical Modeling in Biological Science	
نوع واحد		تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز	
پایه	اصلی	تخصصی	اختیاری	۴	۶۴
نظری	عملی	نظری	عملی	نظری	عملی
آموزش تکمیلی 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: هدف از مدلسازی در علوم زیست پزشکی، کشف فرآیندهای زیست شناختی پایه است که در یک پدیده خاص مشاهده می شود نظیر پویایی تعاملات جمعیت در اپیدمیولوژی، ارتباطات عصبی و پردازش اطلاعات، رشد تومورها و غیره. هدف از مدلسازی ریاضی پدیده های زیستی پیش بینی رفتار پدیده ها ی زیستی با کمک ابزارهای ریاضی و تجزیه و تحلیل آنها است.

سرفصل:

تعریف مدل و انواع آن، روشهای مدلسازی، مدل های جمعیتی پیوسته برای گونه های تک، مدل های تاخیری، تجزیه و تحلیل خطی مدل های جمعیت با تاخیر، جوابهای دوره ای، مدل های تاخیری در فیزیولوژی، مدل های جمعیتی گسسته برای یک گونه تک، مدل های گسسته لجستیکی، پایداری، جوابهای دوره ای و انشعاب، مدل رشد سلولی تومور، مدل هایی برای تعامل جمعیت، مدل شکار و شکارچی، پیچیدگی و پایداری، دوره های حدی و رفتارهای تناوبی، مدل های رقابتی، مدل های رشد گسسته برای تعامل جمعیت، نوسانگرها و سویچ های زیستی، نوسان های بیولوژیکی، اختلال و اختلالات کیندر دستگاه های زیستی، تقابل ضعیف و قوی نوسانگرهای زیستی، مدل های دینامیکی بیماری ها شامل دستگاه دفاعی، تهاجم انگلی، تاخیر در عملکرد دستگاه ایمنی، گسترش بیماری و مدل های واگیر، مدل های دینامیکی واکنش های شیمیایی زیستی، معادلات نفوذ، مدل های فضایی، و ظهور الگوها، مدل های ریاضی تکامل.

مراجع:

۱- W. Hirsch, S. Smale, R.L Devaney, Differential Equations, Dynamical Systems, and an Introduction to Chaos, *Elsevier Academic Press*, Second Edition, ۲۰۰۴.



٢-S. H. Strogatz, Nonlinear dynamics and chaos with student solutions manual: With applications to physics, biology, chemistry, and engineering, *CRC press*, ٢٠١٨.

٣-Kremling, Systems biology: mathematical modeling and model analysis. *CRC Press*, ٢٠١٣.

٤-André M. de Roos & Ben T. Martin, Quantitative Biology, Lecture Notes, *Amsterdam University*, ٢٠٢١.

٥-Murray, J. D., Mathematical biology, I: An Introduction, ٣rd Ed., *Springer* ٢٠٠٧

٦-Murray, J. D., Mathematical biology, II: Spatial Models and biomedical applications, ٣rd Ed., *Springer* ٢٠٠٣.



عنوان درس		فارسی	معادلات انتگرال							
		انگلیسی	Integral Equations							
نوع واحد		تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز						
پایه نظری عملی آموزش تکمیلی عملی: سفر علمی: کارگاه: آزمایشگاه: سمینار: حل تمرین: ندارد نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد	اختیاری	۴	۶۴	تخصصی		اصلی				
				نظری	عملی	نظری	عملی	نظری	عملی	

هدف: آشنایی با معادلات انتگرالی و کاربرد آن در معادلات دیفرانسیل عادی و جزئی

سرفصل:

معادلات انتگرال با هسته های جدایی پذیر، تبدیل به دستگاه معادلات جبری، فردهلم متناوب، روش تقریبی، روش تقریب های تکراری، معادله انتگرال ولترا، هسته جدول، تئوری فردهلم و قضایای فردهلم، کاربرد معادلات انتگرال در معادلات دیفرانسیل معمولی و معادلات دیفرانسیل با مشتقات نسبی، فرمول های نمایش انتگرالی جواب های معادلات لاپلاس و پواسون، روش تابع گرین، معادله هلم-هولتز، هسته های متقارن، خواص مقادیر ویژه و توابع ویژه هسته های متقارن، قضیه هیلبرت-اشمیت، جواب معادلات انتگرال متقارن، روش عملگر در نظریه معادلات انتگرال، روش رایلی-ریتز در تعیین مقادیر ویژه، معادلات انتگرال منفرد از نوع کوشی، هسته هیلبرت، معادلات انتگرال منفرد نوع هیلبرت.

مراجع:

^۱ Rainer Kress, Linear Integral Equations, Springer-Verlag, ۲۰۱۴.

Kendall E. Atkinson, the Numerical Solution of Integral Equations of the Second Kind, Cambridge University Press, ۱۹۹۷.



- ۳- Golberg MA, editor. Numerical Solution of Integral Equations. *Springer Science & Business Media*; ۲۰۱۳
- ۴- Prüss J. Evolutionary Integral Equations and Applications. *Birkhäuser*; ۲۰۱۳

عنوان درس		فارسی	آنالیز مجانبی							
		انگلیسی	Asymptotic Analysis							
نوع واحد		تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز						
پایه	نظری	عملی	نظری	عملی	اختیاری		۴	۶۴	معادلات دیفرانسیل عادی ۱	
					نظری	عملی				
آموزش تکمیلی 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: آشنایی دانشجویان با جوابهای مجانبی در معادلات دیفرانسیل و تحلیل آن ها

سرفصل:

بسطهای مجانبی: مقدمه و برخی از مفاهیم، تعریف دنباله، سری و بسط مجانبی، روش لاپلاس برای محاسبه انتگرالها: انتگرال گیری جز به جز و لم واتسون، روش لاپلاس، روش سریع ترین کاهش، روش فاز پایا، انتگرالهای تبدیلی و محاسبه مجانبی آن ها. معادلات دیفرانسیل: نگین ها و محاسبه مجانبی جواب، جوابهای مجانبی با پارامتر کوچک و بزرگ (روش WKB)، نقاط برگردان.

روش اختلال منفرد: مفاهیم اولیه و مقدمه ای بر روش جورسازی جوابها، روش ضرب مقیاس و لایه های مرزی.

مراجع:

۱, J.D. Murray, Asymptotics Analysis, *Springer*, ۱۹۸۴

۲- F. W. J. Olver, Asymptotics and special functions, *CRC Press, Tylor & Francis*, ۱۹۹۷

۳- P.D. Miller. Applied asymptotic analysis. *American Mathematical Soc.*; ۲۰۰۶.



۴-Bensoussan A, Lions JL, Papanicolaou G. Asymptotic analysis for periodic structures. *American Mathematical Soc.*; ۲۰۱۱

۵-Fedoryuk MV. Asymptotic analysis: linear ordinary differential equations. *Springer Science & Business Media*; ۲۰۱۲

عنوان درس		فارسی	نظریه اشتروم لیوویل	
		انگلیسی	Sturm Lioville Theory	
نوع واحد	تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز	
پایه	۴	۶۴		
نظری	عملی	نظری	تخصصی	اختیاری
عملی	نظری	عملی	نظری	عملی
آموزش تکمیلی 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: آشنایی با نظریه اشتروم لیوویل و کاربردهای نظریه مسأله معکوس

سرفصل:

عملگر اشتروم-لیوویل بر روی بازه‌های متناهی: رفتار طیف، خواص توابع ویژه، عملگرهای تبدیلی، قضایای منحصر به فردی، روش گلفاند-لویتان، روش نگاشت طیفی، روش مدل‌های استاندارد، حل موضعی مسأله معکوس، مروری بر نظریه مسأله معکوس، عملگر اشتروم-لیوویل بر روی بازه‌های نیمه متناهی: خواص طیف-تابع وایلی، بازیابی معادله دیفرانسیل از تابع وایلی، بازیابی معادله دیفرانسیل از داده‌های طیفی، مسأله معکوس برای معادله موج، توسیع تابع وایلی، دنباله وایلی، کاربردهای نظریه مسأله معکوس: حل معادله کورتویج-وریس روی خط حقیقی، معادلات دیفرانسیل با نقاط برگردان.

مراجع:

- ۱- G. Freiling, V. Yurko, Inverse Sturm-Lionville Problems and their applications,
- ۲- E. Coddington & N. Levinson, Theory of Ordinary Differential Equations, McGraw Hill, ۱۹۵۹
- ۳- A. Kirsch, An Introduction to the Mathematical Theory of Inverse Problems, Springer, ۱۹۹۶
- ۴- G. M.L Gladwell, Inverse Problems in Vibrations, Kluwer Academic Publications, ۱۹۸۶



- ۵- P"oschel J and Trubwitz E; Inverse Spectral Theory, *Academic Press*, ۱۹۸۷
- ۶- Amrein WO, Hinz AM, Pearson DB, editors. Sturm-Liouville theory: past and present. *Springer Science & Business Media*; ۲۰۰۵
- ۷- Masjed-Jamei M. Special functions and generalized Sturm-Liouville problems. *Springer Nature*; ۲۰۲۰

عنوان درس		فارسی	حساب تغییرات
		انگلیسی	Calculus of Variation
نوع واحد	تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز
پایه	۴	۶۴	معادلات دیفرانسیل عادی ۱
اصلی	اختیاری		
عملی	نظری	عملی	
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: آشنایی دانشجویان با حساب تغییرات و مبانی این مبحث

سرفصل:

مثال‌های کلاسیک با نقاط ابتدایی و انتهای ثابت، نقاط ابتدایی و انتهای ثابت برای توابع پیوسته یکنواخت، معادلات اویلر-لاگرانژ و معادلات بویس-ریموند، نظریه ژاکوبی-هامیلتون، مسائل تغییرات مقید، تبدیل مسائل با مقدار مرزی به مسائل تغییراتی، نگرش تغییراتی به مساله اشتورم-لیوویل، مسائل کنارهای مرتبط با معادلات دیفرانسیل، روش ریتز، روش تفاضل‌های محدود، قانون ضرایب لاگرانژ، مسئله ایزومتري، مسائل تغییرات با یک معادله به عنوان شرط کناره‌ای، مسئله لژاندر، کاربرد حساب تغییرات در دینامیک و ارتعاشات الاستیسیته، مکانیک سیالات، آنالیز پایداری و بهینه‌سازی.

مراجع:



- ۱- Leonid P. Lebedev, the Calculus of Variations and Functional Analysis, *World Scientific*, ۲۰۰۳
- ۲- I. M. Gelfand and S.V. Fomin, Calculus of Variations, Prentice-Hall, ۱۹۶۳.
- ۳- Cherkhev A. Variational methods for structural optimization. *Springer Science & Business Media*; ۲۰۱۲
- ۴- Agrawal SK, Fabien BC. Optimization of dynamic systems. *Springer Science & Business Media*; ۲۰۱

عنوان درس		فارسی	معادلات دیفرانسیل جزئی ۲										
		انگلیسی	Partial Differential Equations ۲										
نوع واحد		تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز									
پایه	نظری	عملی	نظری	عملی	تخصصی		اختیاری		۴	۶۴	معادلات دیفرانسیل جزئی ۱		
					نظری	عملی	نظری	عملی					
	آموزش تکمیلی 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: دو هدف اصلی بسیاری از رشته های علمی محض و کاربردی عبارتند از تدوین/ابداع مجموعه ای از قوانین ریاضی (یعنی معادلات) که پدیده های مورد علاقه را مدل می کند و سپس تجزیه و تحلیل راه حل های این معادلات به منظور استخراج اطلاعات و پیش بینی. در این راستا اغلب یک سیستم معادلات دیفرانسیل جزئی پدیده ها را مدل می کند که می توان به مجموعه ای از معادلات مختلف از جمله معادلات الکترواستاتیک لاپلاس و پواسون، معادلات انتشار، معادله شرودینگر برای تکامل توابع موج کوانتوم، معادله موج و معادلات الکترودینامیک ماکسول اشاره داشت.

سرفصل:

همگرایی ضعیف در فضاهای L^p ، اپراتورهای فشرده و نظریه فرد هلم، فضای توابع تعمیم یافته، تابع دلتای دیراک، فضاهای سوبولف، مشتق های ضعیف، تعریف فضاهای سوبولف، قضایای تقریب، قضیه اثر، نامساوی های سوبولف/نشان دادن، نامساوی ها از نوع پوانکاره، نشان دادن های فشرده، جواب های تعمیم یافته، مفهوم جواب های اساسی برای معادلات، معادلات بیضوی مرتبه دوم، وجود جواب های ضعیف، قضیه لکس-میلگرم، تخمین های انرژی، جایگزین فرد هلم، منظم بودن، اصل ماکزیمم، مسائل مقدار ویژه برای عملگرهای بیضوی، معادلات مرتبه دوم سهموی، وجود جواب های ضعیف، روش گالرکین، منظم بودن، اصل ماکزیمم ضعیف و قوی، معادلات هذلولوی مرتبه دوم، وجود جواب های ضعیف، منظم بودن، انتشار اختلال ها، نظریه نیم گروه ها، روش های نقطه ثابت.



مراجع:

۱. L. C. Evans, Partial Differential equations, Graduate Studies in Mathematics, ۱۹. *American Mathematical Society*, ۱۹۹۸.
- ۲ J. Jost, Partial Differential Equations, ۲nd Edition. Graduate Texts in Mathematics, ۲۱۴, *Springer, New York*, ۲۰۰۷.
- ۳ R. A. Adams, and J.F. Fournier, Sobolev spaces, ۲nd Edition, *Academic press*, ۲۰۰۳.
- ۴ H. Brezis, Functional Analysis, Sobolev Spaces, and Partial Differential Equations, University Text, *Springer-Verlag, Berlin*, ۲۰۱۱.



عنوان درس		فارسی		معادلات دیفرانسیل بیضوی						
		انگلیسی		Elliptic Differential Equations						
نوع واحد		تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز						
پایه	اصلي		تخصصي		اختياري		۴	تعداد	۶۴	دروس پیش نیاز
	نظري	عملي	نظري	عملي	نظري	عملي				
	آموزش تکميلي عملي: ☐ دارد ☒ ندارد									
	سفر علمي: ☐ دارد ☒ ندارد									
	کارگاه: ☐ دارد ☒ ندارد									
	آزمایشگاه: ☐ دارد ☒ ندارد									
	سمینار: ☐ دارد ☒ ندارد									
	حل تمرين: ندارد									
	نیاز به اجرای پروژه عملي: ندارد									

هدف: آشنایی با معادلات بیضوی خطی، شبه خطی و جواب های لزجی معادلات غیرخطی.

سرفصل:

روش های اثبات وجود جواب: روش پرون، روش وردشی، روش پیوستگی، روشهای فشردگی، روش های پتانسیل لایه ای، روش های نقطه ثابت.

اصول مقایسه و ماکزیمم: نامساوی هارنک، پیوستگی هولدر جواب ها و گرادیان آن ها

معادلات غیرخطی: جواب های لزجی، اصل ماکزیمم الکساندروف، تخمین های شادر

مراجع:



۱. D. Gilbarg, N.S. Trudinger, Elliptic Partial Differential equations of second order, Springer ۲۰۰۱.
۲. Q. Han, F. Lin, Elliptic Partial Differential equations, Courant Institute of Mathematical sciences, ۲۰۱۱.
۳. A. Ambrosetti, D. Arcoya, An Introduction to nonlinear Functional analysis and Elliptic problems, Springer ۲۰۱۱.

عنوان درس		فارسی		معادلات دیفرانسیل هذلولوی	
		انگلیسی		Hyperbolic Differential Equations	
نوع واحد		تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز	
پایه	اصلی	تخصصی	اختیاری	۴	۶۴
	عملی	نظری	عملی	نظری	عملی
آموزش تکمیلی 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: آشنایی با معادلات هذلولوی، سیستم های قوانین بقا و امواج غیر خطی.

سرفصل:

مساله کوشی، معادلات هذلولوی نیم خطی، معادلات هذلولوی شبه خطی، قوانین بقای اسکالر، سیستم های قوانین بقا، معادلات موج غیر خطی. روشهای حجم متناهی برای سیستمهای تک بعدی روش گودونوف، مسله ریمان و حل کننده های تقریبی ریمان، روشهای حجم متناهی از نوع گودونوف برای سیستمهای غیر خطی، ساخت روشهای غیر نوسانی مرتبه بالاتر از طریق طرحهای غیر خطی: روشهای بازسازی ENO، TVD و WENO، روشهای عناصر متناهی گالرکین ناپیوسته در بعد یک، روش های عددی برای سیستم های هذلولی غیر نگهدار.

مراجع:



- ۱- Evans, Partial Differential Equations. AMS, ۲۰۱۰.
- ۲- Dafermos, Hyperbolic Conservation Laws in Continuum Physics, Springer ۲۰۰۰
- ۳- Lax, Hyperbolic Systems of Conservation Laws and the Mathematical Theory of Shock Waves. SIAM ۱۹۷۳
- ۴- Alinhac, Hyperbolic Partial Differential Equations. Springer ۲۰۰۹
- ۵- Sogge, Lectures on Nonlinear Wave Equations. International Press ۱۹۹۵
- ۶- Hörmander, Lectures on Nonlinear Hyperbolic Differential Equations. Springer ۱۹۹۷.

عنوان درس		فارسی	مسائل وارون			
		انگلیسی	Inverse Problems			
نوع واحد	تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز			
پایه	اصلی	تخصصی	اختیاری		۴	۶۴
			نظری	عملی		
نظری	عملی	نظری	عملی	نظری		
آموزش تکمیلی 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: آشنایی دانشجویان با نظریه مسائل وارون و کاربردهای آن

سرفصل:

مثال‌ها گراوی متری، تبدیل رادن و توموگرافی خوش تعریف نبودن مثال‌هایی در معادله حرارت و مسائل طیفی معکوس، مسائل بیضوی و نگارش کل درون تعیین پتانسیل‌ها و رسانایی از طریق اندازه‌گیری مرزی، کاربردها در تصویرسازی پزشکی، مسائل طیفی معکوس، برای عملگر اشتورم-لیوویل، تعیین ضرایب از طریق داده‌های طیف مرزی، مسائل معکوس در مسائل سهموی و معادله موج، معادله هلم هولتز و پراکندگی معکوس تعیین موانع و ناهمگنی‌ها

مراجع:



- ۱- Victor Isakov: Inverse Problems for Partial Differential Equations, Applied Math, Sciences, vol. ۱۲۷ Springer, New York, ۱۹۹۸.
- ۲- Otared Kavian: Four lectures on Parameter identification in the book Three Courses on Partial Differential Equations, pp. ۱۲۵-۱۶۲, IRMA Lect. Math. Theor. Phys., ۴, de Gruyter, Berlin, ۲۰۰۳.
- ۳- Andreas Kirsch: An Introduction to the Mathematical Theory of Inverse Problems, applied Math, Sciences, vol. ۱۲۰, Springer, New York, ۱۹۹۶.
- ۴- Frank Natterer: The Mathematics of Computerized Tomography, John Wiley & sons and B. G. Teubner, Stuttgart, ۱۹۸۹.
- ۵- Isakov V. Inverse problems for partial differential equations. New York: Springer; ۲۰۰۶ Jun ۲.

عنوان درس		فارسی	کاربرد گروه لی در معادلات دیفرانسیل						
		انگلیسی	Application of Lie group to Differential Equations						
نوع واحد		تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز					
پایه		اصلی	تخصصی	اختیاری					
نظری	عملی	نظری	عملی	نظری	عملی				
آموزش تکمیلی 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: آشنایی با گروه‌های لی و کاربرد آن در حل معادل دیفرانسیل عادی و جزئی.

سرفصل:

منیفلد و معرفی نمونه‌هایی شناخته شده از آن‌ها، گروه لی و نمونه‌های معروف از آن‌ها، گروه لی تک‌پارامتری و چندپارامتری از تبدیلات روی منیفلدها، مولدهای بینهایت کوچک، جبر لی، فضاها، جت، امتدادها، آنالیز تقارن لی برای معادلات جبری، آنالیز تقارن لی برای معادلات دیفرانسیل عادی و جزئی، روش‌های غیرکلاسیک در آنالیز تقارن لی برای معادلات دیفرانسیل معمولی و جزئی، امتدادها.

مراجع



- ۱- Peter J. Solver, Applications of Lie groups to Differential Equations, *Springer-Verlag*, ۱۹۸۶.
- ۲- George W. Bluman, S. Kumei, Symmetries and Differential Equations, *Springer-Verlag*, ۱۹۸۹.
- ۳- D. J. Arrigo, Symmetry Analysis of Differential Equations, *John Wiley & Sons*, ۲۰۱۵.
- ۴- George W. Bluman, and SC Anco, Symmetry and Integration Methods for Differential Equations, *Springer-Verlag*, ۲۰۰۲.
- ۵- George W. Bluman, AF Cheviakov, and SC Anco, Applications of Symmetry Methods to Partial Differential Equations, *Springer-Verlag*, ۲۰۱۰.
- ۶- L.A. Bordag, Geometrical properties of differential equations: Applications of the Lie group analysis in financial mathematics. *World Scientific Publishing Company*; ۲۰۱۵

عنوان درس		فارسی	مباحث ویژه در معادلات دیفرانسیل	
		انگلیسی	Special Topics in Differential Equations	
نوع واحد		تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز
پایه	اصلی	اختیاری	۴	۶۴
	عملی	نظری		
	عملی	نظری		
	عملی	نظری		
	عملی	نظری		
	عملی	نظری		
	عملی	نظری		
	عملی	نظری		
آموزش تکمیلی عملی:		دارد ☐ ندارد ☒	اجازه گروه	
سفر علمی:		دارد ☐ ندارد ☒		
کارگاه:		دارد ☐ ندارد ☒		
آزمایشگاه:		دارد ☐ ندارد ☒		
سمینار:		دارد ☐ ندارد ☒		
حل تمرین: ندارد		نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد		

درسی است در سطح کارشناسی ارشد یا بالاتر در زمینه معادلات دیفرانسیل 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	ریاضی فیزیک ۱
		انگلیسی	Mathematical Physics ۱
نوع واحد	تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز
پایه	۴	۶۴	آنالیز حقیقی ۱
اصلی	اختیاری		
عملی	نظری	عملی	
آموزش تکمیلی 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: آشنایی با فیزیک کلاسیک و مطالعه معادلات دیفرانسیلی که در آن ظاهر می شوند.

سرفصل:

فرمول بندی لاگرانژی و هامیلتونی از مکانیک کلاسیک، معادلات هامیلتون، معادله اوپلر-لاگرانژ، معادله هامیلتون-ژاکوبی، حرکت جسم صلب، الکترودینامیک کلاسیک و معادلات ماکسول، معادلات الاستیسیته خطی و غیر خطی، مکانیک شاره ها، معادله اوپلر، معادله نویر-استوکس.

مراجع:

E. C. Evans, Partial Differential Equations, American Mathematical Society, ۲۰۱۰



۲- Dafermos, Hyperbolic Conservation Laws in Continuum Physics, *Springer* ۲۰۰۰

۳-Temam, Navier-Stokes Equations. *North-Holland* ۱۹۷۹

۴-Galdi, An Introduction to the Mathematical Theory of the Navier-Stokes Equations, *Springer* ۲۰۱۱

۵- Spivak, Physics for Mathematicians-Mechanics I. *Publish or Perish* ۲۰۱۰.

۶-Ciarlet, Mathematical Elasticity. Vol. I. Three-dimensional elasticity. *North-Holland* ۱۹۸۸.

۷-Alinhac S. Hyperbolic Partial Differential Equations. *Springer Science & Business Media*; ۲۰۰۹

عنوان درس		فارسی	آنالیز تابعی کاربردی									
		انگلیسی	Applied Functional Analysis									
نوع واحد		تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز								
ندارد	پایه	۴	۶۴	اختیاری		تخصصی		اصلی				
				نظری	عملی	نظری	عملی	نظری	عملی			
	آموزش تکمیلی 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 : بررسی و مطالعه مسائل اولیه و اساسی در آنالیز تابعی و کاربردهای آن .

سرفصل درس:

معرفی فضاهای هیلبرت و نرم‌دار - قضایای بهترین تقریب - زیر فضا و فضای خارج قسمت، حاصلضرب فضاهای هیلبرت، پایه متعاد برای فضاهای هیلبرت.

گسترش عملگرهای خطی پیوسته و فضایی جدا سازی، دو گان فضاهای هیلبرت و ترانهاده عملگرهای خطی - دوگان فضاهای خارج قسمت و حاصلضرب متناهی فضاهای هیلبرت.

قضیه باناخ - گراف بسته و اصل کرانداری یکنواخت .



ساختن فضاهاى هیلبرت فضاى L عملگرپیچش، فضاى سوبولوف از توابع یک متغیره و دوگان آنها، فضاى سوبولوف توابع چند متغیره و دوگان آنها، مقدمه اى بر آنالیز مجموعه مقدار و آنالیز محدب.

۱. J. P. Aubin, "Applied functional analysis.", ۲nd Edition, Pure and Applied Mathematics. Wiley Interscience, New York, ۲۰۰۰.

۲. L. F. Demkowicz and O. J. Tinsley, "Applied functional analysis.", ۲nd Edition, CRC Press, Boca Raton, FL, ۲۰۱۰.

۳. M. Milan, "Applied functional analysis and partial differential equations.", World Scientific Publishing Co., Inc., River Edge, NJ, ۱۹۹۸.

۴. E. Zeidler, "Applied functional analysis. Main principles and their-applications.", Applied Mathematical Sciences, ۱۰۹. Springer- Verlag, New York, ۱۹۹۵

