



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

کتابش

آنالیز Analysis



گروه علوم پایه

پیشنهادی دانشگاه فردوسی مشهد



بیت

نام رشته: ریاضیات و کاربردها

عنوان گرایش: آنالیز

گروه تحصیلی: علوم پایه

دوره تحصیلی: کارشناسی ارشد ناپیوسته

زیرگروه تحصیلی: علوم ریاضی

نوع مصوبه: بازنگری

پیشنهادی: دانشگاه فردوسی مشهد

تاریخ تصویب: ۱۴۰۲/۰۷/۱۶

برنامه درسی بازنگری شده دوره کارشناسی ارشد ناپیوسته ریاضیات و کاربردها گرایش آنالیز، در جلسه شماره ۱۷۴ تاریخ ۱۴۰۲/۰۷/۱۶ کمیسیون برنامه ریزی 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، براساس برنامه درسی رشته ریاضیات و کاربردها گرایش آنالیز مصوب جلسه ۹۲ تاریخ ۱۳۹۵/۱۲/۰۱ کمیسیون برنامه ریزی آموزشی بازنگری شده است.

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 ۱۴۰۳-۱۴۰۴ به مدت ۵ سال قابل اجرا است و پس از آن، در صورت تشخیص کارگروه تخصصی مربوطه، نیاز به بازنگری دارد.

دکتر قاسم عموآبادینی
معاون آموزشی و رئیس کمیسیون

دکتر رضا نقی‌زاده
مدیر کل دفتر برنامه ریزی آموزش عالی
و دبیر کمیسیون





برنامه درسی

رشته: ریاضیات و کاربردها

گرایش: آنالیز

دوره : کارشناسی ارشد

دانشکده: علوم ریاضی

مصوب جلسه مورخ ۱۴۰۰/۰۵/۰۴ شورای برنامه ریزی درسی دانشگاه

این برنامه براساس آیین نامه شماره ۲۱/۲۳۸۰۶ وزارت علوم تحقیقات و فناوری در خصوص تفویض اختیارات برنامه ریزی درسی به دانشگاه های دارای هیات ممیزه توسط اعضای هیات علمی دانشکده علوم ریاضی تدوین شده و در جلسه مورخ ۱۴۰۰/۰۵/۰۴ شورای برنامه ریزی درسی دانشگاه به تصویب

است.



مصوبه شورای برنامه‌ریزی درسی دانشگاه فردوسی مشهد

رشته: ریاضیات و کاربردها

گرایش: آنالیز

دوره : کارشناسی ارشد

برنامه درسی دوره کارشناسی ارشد که توسط اعضای هیات علمی گروه آموزشی ریاضی محض تدوین شده است با اکثریت آراء به تصویب رسید.

- این برنامه از تاریخ تصویب لازم‌الاجرا است.

- هر نوع تغییر در برنامه درسی مجاز نیست مگر آنکه به تصویب شورای برنامه‌ریزی درسی دانشگاه برسد.

ایمان الله بیگدلی

مدیر برنامه‌ریزی و توسعه آموزش دانشگاه

مرتضی کوهی

رئیس گروه برنامه‌ریزی آموزشی و درسی دانشگاه

رضا پیش‌قدم

معاون آموزشی دانشگاه

رای صادره جلسه مورخ ۱۴۰۰/۰۵/۰۴ شورای برنامه‌ریزی درسی دانشگاه در مورد بازنگری برنامه درسی ریاضیات و کاربردها گرایش آنالیز در مقطع کارشناسی ارشد صحیح است. به واحد ذی‌ربط ابلاغ شود.

محمد کافی

رئیس دانشگاه





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

محل درج نشان دانشگاه
پیشنهاد دهنده

برنامه درسی رشته

ریاضیات و کاربردها

MATHEMATICS AND APPLICATIONS

مقطع کارشناسی ارشد

گرایش: آنالیز

تهیه کنندگان:

دکتر محمد جانفدا

دکتر حمیدرضا ابراهیمی ویشکی

دکتر شیرین حجازیان

دکتر رجبعلی کامیابی گل

دکتر محمد صال مصلحیان

عضو هیات علمی دانشگاه فردوسی مشهد

عضو هیات علمی دانشگاه فردوسی مشهد

عضو هیات علمی دانشگاه فردوسی مشهد

عضو هیات علمی دانشگاه فردوسی مشهد

عضو هیات علمی دانشگاه فردوسی مشهد



فصل اول

مشخصات کلی برنامه درسی



الف) مشخصات کلی، تعریف و اهداف

آنالیز نام عمومی آن بخش‌هایی از ریاضیات است که با مفاهیم حد و همگرایی مربوط‌اند و در آن‌ها موضوعاتی مثل پیوستگی و انتگرال‌گیری و مشتق‌پذیری و توابع غیر جبری بررسی می‌شود. این موضوعات را معمولاً در عرصه اعداد حقیقی یا اعداد مختلط و توابع مربوط به آن‌ها بحث می‌کنند ولی می‌توان آن‌ها را در هر فضایی از موجودات ریاضی که در آن مفهوم "نزدیکی" (فضای توپولوژیک) یا "فاصله" (فضای متریک) وجود دارد به کار برد. آنالیز ریاضی از کوشش‌های مربوط به دقیق کردن مبانی و تعریف‌های حسابان سر برآورده است. دوره کارشناسی ارشد آنالیز 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 و به دنبال پرورش متخصصانی جهت بررسی و حل مسائل نظری و عملی مربوط به آنالیز است.

ب) ضرورت و اهمیت

جهت خودکفایی مملکت در تحقیقات جدید که با آن‌ها مواجه می‌شویم لازم است متخصصینی که اشراف کامل به مسائل آنالیز ریاضی داشته باشند، تربیت شوند تا بدون نیاز به کمک دیگران مسائل در زمینه‌های فیزیکی، مهندسی و محاسباتی را تجزیه و تحلیل نمایند. پیدا کردن و تجزیه و تحلیل مدل‌های ریاضی در مسائل کاربردی از جمله مسائل مطرح در آنالیز ریاضی می‌باشد. تربیت نیروی متخصص در زمینه آنالیز می‌تواند پاسخگوی نیازهای کشور باشد.

پ) تعداد و نوع واحدهای درسی

جدول (۱) - توزیع واحدها

تعداد واحد	نوع دروس
۱۲	دروس تخصصی
۱۴	دروس اختیاری ^۱
۶	رساله / پایان‌نامه
۳۲	جمع

ت) مهارت، توانمندی و شایستگی دانش‌آموختگان

به‌عنوان متخصص در زمینه‌های نظری و عملی مسائل مربوط به آنالیز را حل و بحث نمایند.
در یافتن ساختار مدل‌های ریاضی سایر رشته‌ها همکاری نمایند.

ج) شرایط و ضوابط ورود به دوره

دانشجویان ورودی از رشته‌های غیر مرتبط یا دانشجویانی که دروس مربوط به این رشته را در دوره کارشناسی اخذ نکرده‌اند لازم است به تشخیص گروه آموزشی دروس جبرانی را از جدول شماره ۱ اخذ نمایند. لازم به ذکر است واحدهای جبرانی نباید از سقف ۱۲ واحد بیشتر باشد.



^۱ دانشجویان ملزم هستند حداقل دو درس به‌جز سمینار را از جدول شماره ۳ (دروس اختیاری کارشناسی ارشد) و مابقی را از جدول شماره ۴ (دروس تخصصی کارشناسی ارشد) اخذ نمایند.

فصل دوم

جدول عناوین و مشخصات دروس



جدول (۱) عنوان و مشخصات کلی دروس جبرانی

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد (۱-۳ واحد)	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی	نظری	عملی		
۱	آنالیز ریاضی ۱	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	مبانی آنالیز ریاضی	-
۲	توپولوژی عمومی ۱	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	مبانی آنالیز ریاضی	-
۳	توابع مختلط	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	مبانی آنالیز ریاضی	-

جدول (۲) عنوان و مشخصات کلی دروس تخصصی

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد (۱-۳ واحد)	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی	نظری	عملی		
۱	نظریه‌ی اندازه و انتگرال گیری	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	-	-
۲	مبانی آنالیز تابعی	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	نظریه‌ی اندازه و انتگرال گیری	-
۳	بنیادهای توپولوژی	۲	۲	۰	۰	۳۲	۰	-	-
۴	یک درس از سایر سرشاخه‌های ریاضیات و کاربردها	۴	۴	۰	۰	۶۴	۰	-	-



جدول (۳) عنوان و مشخصات کلی دروس اختیاری

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد (۳-۱ واحد)	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی	نظری	عملی		
۱	آنالیز تابعی ۱	۴	۴	۰	۰	۶۴	۰	مبانی آنالیز تابعی	
۲	آنالیز تابعی ۲	۴	۴	۰	۰	۶۴	۰	آنالیز تابعی ۱	
۳	آنالیز تابعی کاربردی	۴	۴	۰	۰	۶۴	۰	مبانی آنالیز تابعی	
۴	آنالیز هارمونیک	۴	۴	۰	۰	۶۴	۰	نظریه‌ی اندازه و انتگرال گیری و مبانی آنالیز تابعی	
۵	آنالیز موجک‌ها	۴	۴	۰	۰	۶۴	۰	نظریه‌ی اندازه و انتگرال گیری و مبانی آنالیز تابعی	
۶	آنالیز حقیقی	۴	۴	۰	۰	۶۴	۰	نظریه‌ی اندازه و انتگرال گیری و مبانی آنالیز تابعی	
۷	نظریه عملگرها	۴	۴	۰	۰	۶۴	۰	آنالیز تابعی ۱	
۸	فضاهای تابعی	۴	۴	۰	۰	۶۴	۰	نظریه‌ی اندازه و انتگرال گیری و مبانی آنالیز تابعی	
۹	آنالیز ماتریسی	۴	۴	۰	۰	۶۴	۰	مبانی آنالیز تابعی	
۱۰	آنالیز غیر هموار	۴	۴	۰	۰	۶۴	۰	نظریه‌ی اندازه و انتگرال گیری و مبانی آنالیز تابعی	
۱۱	آنالیز محدب	۴	۴	۰	۰	۶۴	۰	نظریه‌ی اندازه و انتگرال گیری و مبانی آنالیز تابعی	
۱۲	آنالیز تابعی غیرخطی	۴	۴	۰	۰	۶۴	۰	نظریه‌ی اندازه و انتگرال گیری و مبانی آنالیز تابعی	
۱۳	آنالیز تغییراتی	۴	۴	۰	۰	۶۴	۰	آنالیز محدب	
۱۴	آنالیز مختلط	۴	۴	۰	۰	۶۴	۰	-	
۱۵	توابع مختلط چند متغیره	۴	۴	۰	۰	۶۴	۰	آنالیز مختلط	
۱۶	آنالیز فوریه و پردازش سیگنال	۴	۴	۰	۰	۶۴	۰	نظریه‌ی اندازه و انتگرال گیری و مبانی آنالیز تابعی	
۱۷	قاب‌ها در فضاهای متناهی البعد	۴	۴	۰	۰	۶۴	۰	مبانی آنالیز تابعی	



کارشناسی ارشد ریاضیات و کاربردها / ۷

۱۸	مباحث ویژه در آنالیز	۴	۴	۰	۰	۶۴	۰
۱۹	سمینار	۲	۲	۰	۰	۳۲	۰

جدول (۴) عنوان و مشخصات کلی دروس اختیاری مشترک کارشناسی ارشد و دکتری

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد (۱-۳ واحد)	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی	نظری	عملی		
۱	جبرهای باناخ	۴	۴	۰	۰	۶۴	۰	آنالیز تابعی ۱ یا آنالیز حقیقی	
۲	نظریه عملگرهای پیشرفته	۴	۴	۰	۰	۶۴	۰	آنالیز تابعی ۱ یا آنالیز حقیقی	
۳	آنالیز هارمونیک پیشرفته	۴	۴	۰	۰	۶۴	۰	آنالیز تابعی ۱ یا آنالیز حقیقی	
۴	آنالیز هارمونیک کاربردی	۴	۴	۰	۰	۶۴	۰	آنالیز هارمونیک	
۵	فضاهای باناخ پیشرفته	۴	۴	۰	۰	۶۴	۰	مبانی آنالیز تابعی	
۶	آنالیز تابعی غیرخطی پیشرفته	۴	۴	۰	۰	۶۴	۰	آنالیز تابعی ۱	
۷	آنالیز مختلط پیشرفته	۴	۴	۰	۰	۶۴	۰	آنالیز تابعی ۱ یا آنالیز تابعی غیرخطی	



فصل سوم

ویژگی‌های دروس



نظریه‌ی اندازه و انتگرال گیری			عنوان درس به فارسی
Measure Theory and Integration			عنوان درس به انگلیسی
تخصصی			نوع درس
نظری ■ عملی □ نظری-عملی □	تعداد واحد و تعداد ساعت	۳ واحد- ۴۸ ساعت	نوع واحد
-	دروس هم نیاز	-	دروس پیش نیاز

هدف کلی

یادگیری مفاهیم پایه‌ای نظریه‌ای اندازه و انتگرال و فضاهای وابسته

اهداف ویژه

تسلط بر مفاهیم فضای اندازه، انواع اندازه، فضاهای تابعی وابسته و خواص آن‌ها

مباحث یا سرفصل‌ها

۱. مفاهیم نظریه اندازه از جمله سیگما-جبر
 ۲. مجموعه‌های بورل و اندازه
 ۳. اندازه بیرونی و قضیه‌ی کاراتودوری
 ۴. ساختار اندازه لبگ روی اعداد حقیقی
 ۵. معرفی انتگرال لبگ و خواص آن
 ۶. قضیه‌های همگرایی (همگرایی یکنوا و تسلطی لبگ)
 ۷. اندازه‌ی حاصل ضربی
 ۸. قضیه فوبینی*
 ۹. اندازه حقیقی و مختلط و تجزیه‌های هان و جردن*
 ۱۰. قضیه‌ی رادن-نیکودیم*؛ قضیه‌ی نمایش ریس*
 ۱۱. فضاهای L^p
 ۱۲. قضیه‌ی ریس-فیشر
 ۱۳. معرفی دوگان فضاهای L^p
 ۱۴. معرفی فضای اندازه‌ها و معرفی دوگان $C_0(X)$
- موارد با * می‌توانند بدون اثبات ارائه شوند.

راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف

روش توضیحی، بحث گروهی و تبادل نظر با دانشجویان، پرسش و پاسخ، سمینار

راهبردهای ارزشیابی

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
۲۰٪	۳۰٪	نوشتاری: ۵۰٪	-
		عملکردی: -	

فهرست منابع

منابع اصلی

Folland, G. B. (1999). *Real Analysis*, J. Wiley & Sons.
 Rudin, W. (1987). *Real and Complex Analysis*, McGraw-Hill.
 Salamon, Dietmar A. (2016). *Measure and Integration*, European Mathematical Society.

منابع فرعی

Aliprantis, C.D. & Burkinshaw, O. (1998). *Principles of Real Analysis*, Academic Press.
 Kuznetsov, C. S. (2006). *Measure Theory, A First Course*, Academic Press.
 Royden, H. T. & Fitzpatrick, P. (2010). *Real Analysis*, Pearson.
 Stein, E. M. & Shakarchi, R. (2005). *Real Analysis: Measure Theory, Integration, and Hilbert Spaces*, Princeton University Press.



مبانی آنالیز تابعی			عنوان درس به فارسی
Basics of Functional Analysis			عنوان درس به انگلیسی
تخصصی			نوع درس
نظری ■ عملی □ نظری-عملی □	تعداد واحد و تعداد ساعت	۳ واحد- ۴۸ ساعت	نوع واحد
نظریه‌ی اندازه و انتگرال گیری	دروس هم نیاز	-	دروس پیش نیاز

هدف کلی

آشنایی با مفاهیم بنیادین فضاهای نرم‌دار، باناخ و هیلبرت و شناخت انواع عملگرها روی فضاهای هیلبرت

اهداف ویژه

تسلط بر مفاهیم مثال‌ها و قضایای پایه‌ای مربوط به فضاهای باناخ و هیلبرت

مباحث یا سرفصل‌ها

- مفاهیم اولیه‌ی فضاهای باناخ
- فضای تبدیلات خطی کران‌دار
- فضای نرم‌دار خارج قسمتی، دوگان فضاهای نرم دار
- قضیه‌های هان-باناخ، نگاشت باز*
- گراف بسته
- کران‌داری یکنواخت و قضیه‌ی باناخ-اشتینهاوس
- الحاقی یک تبدیل خطی کران‌دار
- مفاهیم مقدماتی فضاهای هیلبرت شامل قضیه‌ی نمایش ریس، پایه‌های متعامد یکه
- فضای $B(H)$ شامل معرفی الحاقی یک عملگر، عملگرهای تصویری، خود الحاق، مثبت و یکانی عملگرهای فشرده و عملگر فردهم

راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف

روش توضیحی، بحث گروهی و تبادل نظر با دانشجویان، پرسش و پاسخ، سمینار

راهبردهای ارزشیابی

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
۲۰٪	۳۰٪	نوشتاری: ۵۰٪	-
		عملکردی: -	

فهرست منابع

منابع اصلی

Conway, John B. (1997). *A Course in Functional Analysis*, 2nd ed. Springer-Verlag.
 Folland, G. B. (1999). *Real Analysis*, J. Wiley & Sons.
[Robinson](#), J. C. (2020). *An Introduction to Functional Analysis*, 1st Edition, Cambridge Univ. Press.

منابع فرعی

Kreyszig, Erwin. (1978). *Introductory Functional Analysis with Applications*, JohnWiley.



بنیادهای توپولوژی			عنوان درس به فارسی
Foundations of Topology			عنوان درس به انگلیسی
تخصصی			نوع درس
۲ واحد - ۳۲ ساعت	تعداد واحد و تعداد ساعت	نظری ■ عملی □ نظری-عملی □	نوع واحد
توپولوژی	دروس هم نیاز	-	دروس پیش نیاز

هدف کلی

فراگیری مفاهیم اساسی و بنیادی توپولوژی پایه و مفاهیمی توپولوژیکی

اهداف ویژه

تقویت دانش نظری در درک مفاهیم توپولوژیکی

مباحث یا سرفصل‌ها

- یادآوری مفاهیم اساسی توپولوژی
- توپولوژی حاصل ضربی
- توپولوژی خارج قسمتی
- توپولوژی ضعیف
- فشردگی موضعی، فیلترها و تورها
- یادآوری اصول جداسازی و شمارایی
- لم اوریسون*
- قضیه تیخونوف*
- یکنواختی‌ها و توپولوژی یکنواخت
- قضیه‌ی آسکولی-آرزلا
- قضیه‌ی استون و ایراشتراس
- توپولوژی‌های روی $C_c(X)$

راهنماهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف

روش توضیحی، بحث گروهی و تبادل نظر با دانشجویان، پرسش و پاسخ، سمینار

راهنماهای ارزشیابی

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
۲۰٪	۳۰٪	نوشتاری یا شفاهی: ۵۰٪	-
		عملکردی: -	

فهرست منابع

Munkres, J. R. (2000). *Topology*, 2nd Edition. Prentice Hall, Inc.
 Wilansky, A. (1970). *Topology for Analysis*, Ginn and Company.



آنالیز تابعی ۱			عنوان درس به فارسی
Functional Analysis I			عنوان درس به انگلیسی
اختیاری			نوع درس
نظری ■ عملی □ نظری-عملی □	تعداد واحد و تعداد ساعت	۴ واحد-۶۴ ساعت	نوع واحد
مبانی آنالیز تابعی	دروس هم نیاز	-	دروس پیش نیاز

هدف کلی

فراگیری مباحث پایه‌ای آنالیز تابعی

اهداف ویژه

درک مفاهیم بنیادین آنالیز تابعی و فضاهای توپولوژیک برداری

مباحث یا سرفصل‌ها

- فضاهای توپولوژیک برداری
- نیم نرم‌ها و فضاهای محدب موضعی
- قضایای با بعد متناهی
- فضاهای متریک پذیر و نرم پذیر؛ فضاهای خارج قسمتی، مثال‌ها، رشته بئر
- صورت توپولوژیک قضایای نگاشت باز، باناخ اشتینهاوس و نگاشت بسته (بدون اثبات)
- قضیه هان-باناخ
- صورت‌های هندسی و نتایج آن
- توپولوژی‌های ضعیف و ضعیف*
- همگرایی در این توپولوژی‌ها
- قضیه باناخ آلاگلو و کرین میلن (بدون اثبات)
- مقدمه جبرهای باناخ، معکوس پذیری، ایده آل‌ها و رادیکال‌ها، طیف و شعاع طیفی، حسابان تابعی تحلیلی
- جبرهای باناخ جابجایی
- مشخصه‌ها و قضیه نمایش گلفند.

راهنمای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف

روش توضیحی، بحث گروهی و تبادل نظر با دانشجویان، پرسش و پاسخ، سمینار

راهنمای ارزشیابی

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
۲۰٪	۳۰٪	نوشتاری یا شفاهی: ۵۰٪ عملکردی: -	-

فهرست منابع

منابع اصلی

Conway, J. B. (1990). *A Course in Functional Analysis*, 2nd Edition. Graduate Texts in Mathematics, 96. Springer-Verlag, New York.
 Rudin, W. (1991). *Functional Analysis*, 2nd Edition. International Series in Pure and Applied Mathematics. McGraw-Hill, Inc, New York.
 Voigt, J. (2020). *A Course on Topological Vector Spaces*, Compact Textbooks in Mathematics. Birkhäuser/Springer, Cham.

منابع فرعی

Kadison, R. V. & Ringrose, J. R. (1983). *Fundamentals of the Theory of Operator Algebras*, Vol. I. Elementary theory. Pure and Applied Mathematics, 100, Academic Press, Inc, New York.

آنالیز تابعی ۲			عنوان درس به فارسی
Functional Analysis II			عنوان درس به انگلیسی
اختیاری			نوع درس
نظری ■ عملی □ نظری-عملی □	تعداد واحد و تعداد ساعت	۴ واحد-۶۴ ساعت	نوع واحد
آنالیز تابعی ۱	دروس هم نیاز		دروس پیش نیاز

هدف کلی

فراگیری برخی مفاهیم پیشرفته‌ی آنالیز تابعی

اهداف ویژه

شناخت انواع توپولوژی و برخی فضاهاى مورد نیاز در آنالیز تابعی

مباحث یا سر فصل‌ها

- مقدمه‌ای در توپولوژی‌های ضعیف و ضعیف* روی فضاهاى باناخ و دوگان آن
- جدا پذیری و متریک پذیری توپولوژی ضعیف*،
- دسته‌بندی فضاهاى انعکاسی
- فضای $C(X)$
- قضیه استون و ایراشتراس و نتایج آن و دوگان $C(X)$
- قضیه نقطه ثابت شودر
- قضیه نقطه ثابت مارکوف کاکوتانی

راهنماهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف

روش توضیحی، بحث گروهی و تبادل نظر با دانشجویان، پرسش و پاسخ، سمینار

راهنماهای ارزشیابی

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
۲۰٪	۳۰٪	نوشتاری یا شفاهی: ۵۰٪ عملکردی: -	-

فهرست منابع

- Conway, J. B. (1990). *A Course in Functional Analysis*. 2nd Ed. Graduate Texts in Mathematics, 96. Springer-Verlag, New York.
- Robinson, J. (2020). *An Introduction to Functional Analysis*, Cambridge University Press.
- Schechter, M. (2002). *Principles of Functional Analysis*, 2nd Ed. Graduate Studies in Mathematics, 36. American Mathematical Society, Providence, RI.



عنوان درس به فارسی			آنالیز تابعی کاربردی	
عنوان درس به انگلیسی			Applied Functional Analysis	
نوع درس			تخصصی	
نوع واحد			نظری ■ عملی □	نظری-عملی □
دروس پیش نیاز			مبانی آنالیز تابعی	دروس هم نیاز
			۴ واحد-۶۴ ساعت	-

هدف کلی

آشنایی با فضاهای باناخ، فضاهای هیلبرت، توزیع‌ها، فضاهای سوبولف و جواب‌های ضعیف معادلات دیفرانسیل

اهداف ویژه

درک کاربردهای مختلف آنالیز تابعی

مباحث یا سرفصل‌ها

- فضاهای باناخ: تعریف فضای باناخ و مثال‌هایی از فضاهای توابع پیوسته و ضعیف و ضعیف-ستاره، فضاهای بازتابی، فضای توابع پیوسته کراندار، قضیه تقریب اشتون-وایراشتراس، قضیه فشردگی آسکولی
- عملگرهای خطی کراندار: اصل کران‌داری یکنواخت، قضیه نگاشت باز، عملگرهای الحاقی، عملگرهای فشرد
- فضاهای هیلبرت: فضای ضرب داخلی، تصویر متعامد، قضیه ریس، متعامد سازی، عملگرهای معین مثبت، همگرایی ضعیف، عملگرهای فشرد و عملگرهای الحاقی روی فضای هیلبرت
- توزیع‌ها: توابع تست و تعریف توزیع، محمل توزیع، پیچش توابع و توزیع‌ها، جواب‌های اساسی، فضای شوارتس، تبدیل فوریه در L^1 و L^2 فوریه معکوس
- فضاهای سوبولف: تعریف فضاهای سوبولف، تقریب با توابع هموار، قضایای توسیع، قضایای جانشانی، قضایای فشردگی، فضاهای دوگان، تعریف فضاهای سوبولف با تبدیل فوریه، فضاهای سوبولف کسری، قضیه اثر
- جواب‌های ضعیف: مسائل تغییراتی، مثال از معادلات بیضوی، منظمی جواب‌های ضعیف، روش گلرکین، قضیه لکس-میلگرام، اصل ماکزیمم، مسائل مقدار ویژه
- نیم گروه‌ها: عملگرهای خطی بیکران، نگاشت نمایی، قضیه هیله-یوشیدا، مثال از معادلات گرما و موج و شرودینگر و غیره

راهنمای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف

روش توضیحی، بحث گروهی و تبادل نظر با دانشجویان، پرسش و پاسخ، سمینار

راهنمای ارزشیابی

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
۲۰٪	۳۰٪	نوشتاری یا شفاهی: ۵۰٪ عملکردی: -	-

فهرست منابع

منابع اصلی

Atkinson, K. & Han, W. (2009). *Theoretical Numerical Analysis. A Functional Analysis Framework*, 3rd Edition, Springer.
 Aubin, J. P. (2000). *Applied Functional Analysis*, 2nd Edition, Pure and Applied Mathematics. Wiley-Interscience, New York.
 Bressan, A. (2013). *Lecture Notes on Functional Analysis with Applications to Linear Partial Differential Equations*, American Mathematical Society.
 Brezis, H. (2011). *Functional Analysis, Sobolev Spaces and Partial Differential Equations*, Springer.
 Demkowicz, L. F. & Tinsley, O. J. (2010). *Applied Functional Analysis*, 2nd Edition, CRC Press, Boca Raton, FL.

منابع فرعی

Kesavan, S. (1989). *Topics in Functional Analysis*, New Age International (P) Ltd.
 Milani, M. (1998). *Applied Functional Analysis and Partial Differential Equations*, World Scientific Publishing Co, Inc, River Edge, NJ.
 Zeidler, E. (1995). *Applied Functional Analysis. Main Principles and their Applications*, Applied Mathematical Sciences, 109. Springer-Verlag, New York.



آنالیز هارمونیک			عنوان درس به فارسی
Harmonic Analysis			عنوان درس به انگلیسی
تخصصی			نوع درس
نظری ■ عملی □ نظری-عملی □	تعداد واحد و تعداد ساعت	۴ واحد-۶۴ ساعت	نوع واحد
نظریه‌ی اندازه و انتگرال گیری - مبانی آنالیز تابعی	دروس هم نیاز		دروس پیش نیاز

هدف کلی

بررسی و مطالعه مفاهیم آنالیز هارمونیک به ویژه نظریه گروه‌های توپولوژی، نمایش‌ها و جبرهای پیچشی و اندازه‌ها روی گروه‌های توپولوژیک

اهداف ویژه

شناخت مفاهیم پایه‌ی گروه‌های توپولوژیک

مباحث یا سرفصل‌ها

- نظریه گروه‌های توپولوژیک
- وجود اندازه‌ی هار روی گروه‌های توپولوژیک موضع فشرده، تابع مدولی، پیچش و جبر پیچشی $L^1(G)$
- وجود همانی تقریبی کراندار روی این جبر و ایدال‌های آن
- جبر پیچشی اندازه‌ها روی گروه توپولوژیک، $M(G)$ ، ارتباط آن با $L^1(G)$
- تبدیل فوریه و گروه دوگان
- نمایش‌های یکانی و تابع‌های از نوع مثبت
- قضیه‌ی دوگانی پونترآگین و عکس تبدیل فوریه

راهنماهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف

سخنرانی، بحث گروهی و تبادل نظر با دانشجویان، پرسش و پاسخ، سمینار

راهنماهای ارزشیابی

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
۲۰٪	۳۰٪	نوشتاری یا شفاهی: ۵۰٪ عملکردی: -	-

فهرست منابع

منابع اصلی

Deitmar, A. & Echterhoff, S. (2016). *Principles of Harmonic Analysis*, Springer.
Folland, G. B. (1995). *A Course in Abstract Harmonic Analysis*, CRC Press.
Hewitt, E. & Ross, K. A. (1963). *Abstract Harmonic Analysis*, Vol I, II, Springer-Verlag.

منابع فرعی

Kaniuth, E. (2009). *A Course in Commutative Banach Algebras*, Springer-Verlag New York.
Reitter, H. & Stegeman, J. D. (2000). *Classical Harmonic Analysis and Locally Compact Groups*, London Mathematical Society.



عنوان درس به فارسی			آنالیز موجک‌ها
عنوان درس به انگلیسی			Wavelet Analysis
نوع درس			اختیاری
نوع واحد	نظری ■ عملی □	نظری-عملی □	تعداد واحد و تعداد ساعت
دروس پیش‌نیاز	نظریه‌ی اندازه و انتگرال گیری - مبانی آنالیز تابعی	دروس هم نیاز	۴ واحد- ۶۴ ساعت

هدف کلی

آشنایی با نظریه موجک و کاربردهای آن

اهداف ویژه

شناخت موجک‌ها و تبدیلات موجکی

مباحث یا سرفصل‌ها

- مروری بر فضاها، هیلبرت و پایه‌های متعامد یکه
- عملگرهای روی فضاها، هیلبرت
- مقدمه‌ای بر آنالیز فوری (قضایای پلانچرل و معکوس فوری)
- نرم‌افزار متلب در آنالیز فوری
- مقدمه‌ای بر قاب‌ها و عملگرهای آن
- سیستم‌ها و قاب‌های گابور، تبدیل زاک، کاربردها و نرم‌افزار متلب
- تبدیلات موجک (پیوسته و گسسته)
- قاب‌های موجکی، کاربردها و نرم‌افزار، متلب (جعبه‌ابزار موجک در متلب)
- آنالیز چند ریزه‌ساز، ساختن موجک، مثال‌ها (موجک هار)، کاربردها (با متلب)

راهنمای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف

سخنرانی، بحث گروهی و تبادل نظر با دانشجویان، پرسش و پاسخ، سمینار

راهنمای ارزشیابی

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
۲۰٪	۳۰٪	نوشته‌ای یا شفاهی: ۵۰٪	-
		عملکردی: -	

تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه

نرم‌افزار ریاضی MATLAB

فهرست منابع

منابع اصلی

Christinsen, O. (2016). *An Introduction to Frames and Riesz Bass*, Second ed, Springer-Verlag.
 Debnath, L. (2001). *Wavelet Transforms and Their Applications*, Birkhauser.
 Grochenig, K. (2001). *Foundations of Time Frequency Analysis*, Birkhauser.
 Mallat, S. (2009). *A Wavelet Tour of Signal Processing*, ElsevierInc.

منابع فرعی

Heil C.E. & Walnut, D.F. (1989). *Continuous and discrete wavelet transforms*, SIAM Review, 31, 628-666.
 Hong, D.; Wang J. & Gardner, R. (2005). *Real Analysis with an Introduction to Wavelets and Applications*, Elsevier Inc.
 Walker, J.S. (2008). *A Primer on Wavelets and Their Scientific Applications*, Chapman and Hall/CRC.



آنالیز حقیقی			عنوان درس به فارسی
Real Analysis			عنوان درس به انگلیسی
اختیاری			نوع درس
نظری ■ عملی □ نظری-عملی □	تعداد واحد و تعداد ساعت	۴ واحد-۶۴ ساعت	نوع واحد
نظریه‌ی اندازه و انتگرال گیری - مبانی آنالیز تابعی	دروس هم نیاز		دروس پیش نیاز

هدف کلی

آشنایی با مفاهیم تکمیلی آنالیز حقیقی، نظریه اندازه‌های مختلط و علامت‌دار، قضیه نمایش ریس و دوگان‌های برخی فضاها با ناخ

اهداف ویژه

تقویت دانش نظری وابسته به مفاهیم پیشرفته‌ی آنالیز حقیقی مورد نیاز در دروس پیشرفته‌ی آنالیز

مباحث یا سرفصل‌ها

- اندازه‌های مختلط و علامت‌دار
- تغییرات کل
- انتگرال پذیری
- قضیه تجزیه هان و جردن
- توابع انتگرال پذیر نسبت به اندازه‌های علامت‌دار
- پیوستگی مطلق
- قضیه رادون نیکودیم
- دوگان فضای $L^p(\mu)$ اندازه حاصل ضربی
- قضایای فوبینی و تونلی
- قضیه‌های نمایش ریس
- دوگان فضای $C_0(X)$
- آشنایی با انواع همگرایی دنباله‌ی توابع از جمله همگرایی در اندازه

راهنماهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف

سخنرانی، بحث گروهی و تبادل نظر با دانشجویان، پرسش و پاسخ، سمینار

راهنماهای ارزشیابی

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
۲۰٪	۳۰٪	نوشتاری یا شفاهی: ۵۰٪ عملکردی: -	-

فهرست منابع

منابع اصلی

Folland, G. B. (2013). *Real Analysis, Modern Techniques and Their Applications*, John Wiley & Sons.
Rudin, W. (1986). *Real and Complex Analysis*, McGraw-Hill.

منابع فرعی

Hewitt, E. & Stromberg, K. (1965). *Real and Abstract Analysis*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg.



نظریه عملگرها			عنوان درس به فارسی
Operator Theory			عنوان درس به انگلیسی
اختیاری			نوع درس
۴ واحد - ۶۴ ساعت	تعداد واحد و تعداد ساعت	نظری ■ عملی □ نظری-عملی □	نوع واحد
	دروس هم نیاز	آنالیز تابعی ۱	دروس پیش نیاز

هدف کلی

فراگیری مباحث مربوط به عملگرهای روی فضاهای باناخ و هیلبرت

اهداف ویژه

تقویت دانش نظری دانشجویان در مورد عملگرهای روی فضاهای باناخ و هیلبرت

مباحث یا سرفصل‌ها

- جبرهای باناخ $B(X)$
- عملگرهای فشرده و فشرده ضعیف
- عملگرهای فرد هولم
- طیف عملگرهای فشرده
- الحاق عملگرها روی فضاهای باناخ و الحاق عملگرهای فشرده
- فضای $B(H)$ و جبرهای C^*
- حسابان تابعی و حسابان طیفی برای عملگرهای نرمال
- تابعک‌های خطی مثبت
- نگاشت‌های مثبت

راهنمای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف

سخنرانی، بحث گروهی، پرسش و پاسخ، سمینار، بحث و تبادل نظر با دانشجویان

راهنمای ارزشیابی

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
۲۰٪	۳۰٪	نوشتاری یا شفاهی: ۵۰٪ عملکردی: -	-

فهرست منابع

Kadison, R. V. & Ringrose, J. R. (1983). *Fundamentals of the theory of operator algebras*. Vol. I. Elementary theory. Pure and Applied Mathematics, 100. Academic Press, Inc, New York.
Murphy, G. J. (1990). *C*-algebras and operator theory*. Academic Press, Inc, Boston, MA.
Muscat, J. (2014). *Functional analysis. An introduction to metric spaces, Hilbert spaces, and Banach algebras*, Springer, Cham.



عنوان درس به فارسی			فضاهای تابعی
عنوان درس به انگلیسی			Function Spaces
نوع درس			اختیاری
نوع واحد	نظری ■ عملی □	تعداد واحد و تعداد ساعت	۴ واحد- ۶۴ ساعت
دروس پیش نیاز	مبانی آنالیز تابعی - نظریه‌ی اندازه و انتگرال گیری	دروس هم نیاز	

هدف کلی

آشنایی با مفاهیمی چون اندازه‌های برداری، انتگرال بوخنر و خاصیت رادون-نیکودیم و بررسی ویژگی‌های هندسی فضاهای تابعی

اهداف ویژه

تقویت دانش نظری در زمینه فضاهای تابعی و برخی خواص آن‌ها

مباحث یا سرفصل‌ها

- اندازه‌های برداری
- انتگرال بوخنر
- انتگرال پتیس
- قضایای تحلیلی رادون-نیکودیم و عملگرها بر $L^1(\mu)$
- خاصیت رادون-نیکودیم، دوگان فضای $L^p(\mu, X)$
- فضاهای گلفاند
- نمایش عملگرهای فشرده و ضعیف فشرده بین فضای توابع پیوسته
- نمایش عملگرهای مطلقاً جمع‌پذیر بین فضای توابع
- قضیه کرین-میلن، خاصیت کرین-میلن و خاصیت رادون-نیکودیم

راهنماهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف

سخنرانی، بحث گروهی، پرسش و پاسخ، سمینار، بحث و تبادل نظر با دانشجویان

راهنماهای ارزشیابی

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
۲۰٪	۳۰٪	نوشتاری یا شفاهی: ۵۰٪ عملکردی: -	-

فهرست منابع

- Diestel, J. & Uhl, Jr, J. J. (1977). *Vector Measures*, AMS.
- Diestel, J. & Jarchow, H. & Tonge, A. (1995). *Absolutely Summing Operator*, Cambridge University Press.
- Fleming, R. J. & Jamison, J. E. (2008). *Isometries on Banach spaces: function spaces*. Chapman & Hall, Vol. I & II.
- Singh, R. K. & Manhas, J. S. (1993). *Composition Operators on Functions Spaces*, North-Holland.



آنالیز ماتریسی			عنوان درس به فارسی
Matrix Analysis			عنوان درس به انگلیسی
اختیاری			نوع درس
نظری ■ عملی □ نظری-عملی □	تعداد واحد و تعداد ساعت	۴ واحد-۶۴ ساعت	نوع واحد
مبانی آنالیز تابعی	دروس هم نیاز	-	دروس پیش نیاز

هدف کلی

آشنایی با انواع ماتریس ها و خواص آنالیزی برخی مجموعه های خاص از آن ها و همچنین تجزیه های ماتریسی

اهداف ویژه

تقویت دانش نظری دانشجویان در خصوص ماتریس ها، خواص آن ها، تجزیه های آن ها و برخی نامساوی های ماتریسی

مباحث یا سرفصل ها

- تجزیه های ماتریسی
- تجزیه SVD
- تجزیه شور
- تجزیه بالا مثلثی
- ماتریس های نرمال
- هرمیتی و مثبت
- توابع ماتریسی
- میانگین های ماتریسی
- نامساوی های ماتریسی و نامساوی های مقادیر ویژه
- نرم های ماتریسی، نرم های یکانی پایا، نامساوی های نرمی

راهنماهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف

سخنرانی، بحث گروهی و تبادل نظر با دانشجویان، پرسش و پاسخ.

راهنماهای ارزشیابی

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
۲۰٪	۳۰٪	نوشتاری یا شفاهی: ۵۰٪	-
		عملکردی: -	

فهرست منابع

- Bhatia, R. (1997). *Matrix analysis*. Graduate Texts in Mathematics, 169. Springer-Verlag, New York.
- Hiai, F. & Petz, D. (2014). *Introduction to matrix analysis and applications*. Universitext. Springer, Cham; Hindustan Book Agency, New Delhi.
- Zhang, F. (2011). *Matrix theory. Basic results and techniques*, 2nd Edition. Universitext. Springer, New York.



عنوان درس به فارسی			آنالیز غیر هموار
عنوان درس به انگلیسی			Nonsmooth Analysis
نوع درس			اختیاری
نوع واحد	نظری ■ عملی □	نظری-عملی □	تعداد واحد و تعداد ساعت
دروس پیش نیاز	نظریه‌ی اندازه و انتگرال گیری- مبانی آنالیز تابعی	دروس هم نیاز	۴ واحد- ۶۴ ساعت
			-

هدف کلی

آشنایی با مفاهیم بنیادی آنالیز غیر هموار از قبیل زیر گرادیان و مخروط و کاربردهای این نظریه در مسائل بهینه‌سازی و کنترل

اهداف ویژه

درک روش‌های پیشرفته مربوط به تحلیل‌های چندمتغیره گسسته در تحقیقات کاربردی

مباحث یا سر فصل‌ها

- مثال‌هایی از مسائل غیر هموار
- مخروط‌های نرمال، تقریبی
- زیر گرادیان تقریبی، زیر گرادیان کلارک و زیر گرادیان حدی
- قوانین جمع
- زنجیره‌ای و ترکیب مربوط به زیر گرادیان تقریبی و بقیه زیر گرادیان‌ها
- مخروط‌های مماس و خواص آن‌ها
- توابع منظم و مجموعه‌های منظم
- مسائل بهینه‌سازی مقید غیر هموار، قضیه حل‌پذیری
- معادلات شمولی در نظریه کنترل و روش حل آن‌ها
- فیدبک
- پایایی سیستم‌های کنترل
- نقطه تعادل در مسائل کنترل

راهنماهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف

سخنرانی، بحث گروهی، پرسش و پاسخ، سمینار، بحث و تبادل نظر با دانشجویان

راهنماهای ارزشیابی

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
۲۰٪	۳۰٪	نوشتاری یا شفاهی: ۵۰٪	-
		عملکردی: -	

فهرست منابع

Clarke, F. H. & Ledyaev, Yu. S. & Stern, R. J. & Wolenski, P. R. (1998). *Nonsmooth Analysis and Control Theory*, Graduate Texts in Mathematics 178, Springer, NY.
 Clarke, F. H. (1983). *Optimization and Nonsmooth Analysis*, Wiley Interscience, New York.
 Schirotzek, W. (2007). *Nonsmooth Analysis*, Springer, NY.



عنوان درس به فارسی			آنالیز محدب
عنوان درس به انگلیسی			Convex Analysis
نوع درس			اختیاری
نوع واحد	نظری ■ عملی □	نظری-عملی □	تعداد واحد و تعداد ساعت
دروس پیش نیاز	نظریه‌ی اندازه و انتگرال گیری و مبانی آنالیز تابعی	دروس هم نیاز	۴ واحد- ۶۴ ساعت
			-

هدف کلی

مطالعه و بررسی مفاهیم اصلی آنالیز محدب که در نظریه بهینه‌سازی و آنالیز تابعی

اهداف ویژه

تقویت دانش نظری و عملی دانشجویان در حل مسائل نظری و کاربردی

مباحث یا سر فصل‌ها

- مقدماتی از مجموعه‌های آفین- محدب
- توابع آفین
- توابع محدب و خواص آن‌ها
- درون نسبی مجموعه‌های محدب
- بستار توابع محدب
- مخروط‌های دور شونده
- پیوستگی توابع محدب
- قضایای جداسازی توابع محمل
- قطب‌های مجموعه‌های محدب و توابع محدب عملگرهای دوگان
- توابع چندوجهی و مجموعه‌های محدب چندوجهی
- قضیه هلی و دستگاه نابرابری‌ها
- یکنوایی زیر گرادیان

راهنماهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف

سخنرانی، بحث گروهی، پرسش و پاسخ، سمینار، بحث و تبادل نظر با دانشجویان

راهنماهای ارزشیابی

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
۲۰٪	۳۰٪	نوشتاری یا شفاهی: ۵۰٪	-
		عملکردی: -	

فهرست منابع

- Borwein J. M. & Lewis, A. S. (2000). *Convex Analysis and Nonlinear Optimization Theory and Examples*, Springer.
- Rockafelar, R. T. (1972). *Convex Analysis*, Princeton, N. J.
- Zalinescu, C. (2002). *Convex Analysis in General Vector spaces*, World Scientific.



آنالیز تابعی غیر خطی			عنوان درس به فارسی
Nonlinear Functional Analysis			عنوان درس به انگلیسی
اختیاری			نوع درس
نظری ■ عملی □ نظری-عملی □	تعداد واحد و تعداد ساعت	۴ واحد-۶۴ ساعت	نوع واحد
مبانی آنالیز تابعی و نظریه‌ی اندازه و انتگرال گیری	دروس هم نیاز	-	دروس پیش نیاز

هدف کلی

معرفی مزدوج توابع و کاربردهای آن در زیر دیفرانسیل توابع و خواص زیر دیفرانسیل و کاربرد آن در بهینه‌سازی و مسائل مینیمکس

اهداف ویژه

تقویت دانش نظری و عملی در کاربردهای آنالیز تابعی

مباحث یا سرفصل‌ها

- نابرابری‌های تغییراتی اکلد و قضیه نقطه ثابت کارستی
- مزدوج توابع و خواص آن‌ها
- حساب زیر دیفرانسیل مخروط‌های نرمال و مماس
- خواص جواب‌ها از مسائل مینیمم‌سازی محدب، گرادیان و زیر گرادیان تعمیم‌یافته از توابع موضعاً محدب
- مخروط نرمال و مماس زیرمجموعه‌های دلخواه
- قضیه کی فن - فون نیومن
- بررسی جواب معادلات غیرخطی،
- نابرابری‌های تغییراتی و شبه نابرابری‌های تغییراتی
- مدل فون نیومن
- قضیه پرون، فروبینیوس و پوشانی
- M-ماتریس
- قضیه‌ی KKM و ارتباط آن با قضیه نقطه ثابت برائ

راهنماهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف

سخنرانی، بحث گروهی، پرسش و پاسخ، سمینار، بحث و تبادل نظر با دانشجویان

راهنماهای ارزشیابی

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
۲۰٪	۳۰٪	نوشتاری یا شفاهی: ۵۰٪ عملکردی: -	-

فهرست منابع

- Aubin, J. P. (1998). *Optima and Equilibria, An Introduction to Nonlinear Analysis*, Springer.
- Border, K. C. (1985). *Fixed Point Theorems with Applications to Economics and Game Theory*, Cambridge University Press.
- Klaus, D. (1985). *Nonlinear Functional Analysis*, Springer.
- Takahashi, W. (2000). *Nonlinear Functional Analysis*, Yokohama Pub.



آنالیز تغییراتی			عنوان درس به فارسی
Variational Analysis			عنوان درس به انگلیسی
اختیاری			نوع درس
نظری ■ عملی □ نظری-عملی □	تعداد واحد و تعداد ساعت	۴ واحد-۶۴ ساعت	نوع واحد
آنالیز محدب	دروس هم نیاز	-	دروس پیش نیاز

هدف کلی

بررسی نظریه اصول تغییراتی و کاربردهای آن

اهداف ویژه

تقویت دانش نظری و عملی دانشجویان در مباحث اصول تغییراتی و برخی کاربردهای آن

مباحث یا سرفصل‌ها

- اصول تغییراتی اکلند
- فرم‌های هندسی اصول تغییراتی کاربرد اصول تغییراتی در قضایای نقطه ثابت
- اصول تغییراتی بوروین پرایس
- تکنیک‌های تغییراتی در نظریه زیر دیفرانسیل
- قضایای میانگین و کاربردهای آن
- قوانین زنجیره‌ای و توابع لیپانوف
- دیفرانسیل‌های تعمیم یافته در فضاها با ناخ
- زیر دیفرانسیل توابع مجموعه مقدار
- تکنیک‌های تغییراتی در آنالیز محدب
- اصل فرین در آنالیز تغییراتی

راهنمای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف

سخنرانی، بحث گروهی، پرسش و پاسخ، سمینار، بحث و تبادل نظر با دانشجویان

راهنمای ارزشیابی

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
۲۰٪	۳۰٪	نوشتاری یا شفاهی: ۵۰٪ عملکردی: -	-

فهرست منابع

- Borwein, J. & Zhu, Q. J. (2000). *The Techniques of Variational Analysis*, Springer.
 Giannessia, F. & Maugeri, A. (2005). *Variational Analysis and Applications*, Springer.
 Mordukhovich, B. S. (2006). *Variational Analysis and Generalized Differentiation I*, Springer.



آنالیز مختلط			عنوان درس به فارسی
Complex Analysis			عنوان درس به انگلیسی
اختیاری			نوع درس
نظری ■ عملی □ نظری-عملی □	تعداد واحد و تعداد ساعت	۴ واحد-۶۴ ساعت	نوع واحد
-	دروس هم نیاز	-	دروس پیش نیاز

هدف کلی

بررسی قضایای بنیادی مربوط به نظریه توابع مختلط

اهداف ویژه

تقویت دانش نظری دانشجویان در مباحث پیشرفته‌ی آنالیز هارمونیک

مباحث یا سرفصل‌ها

- توابع تحلیلی و سری‌های توانی
- قضیه کشی در حالت کلی
- فرمول انتگرال کوشی
- توابع تام و برخه ریخت
- قضیه آدامار
- رویه‌های ریمانی
- نگاشت‌های همدیس
- قضیه نگاشت باز، مانده و کاربردهای آن
- اصل ماکزیمم قدر مطلق
- قضیه نگاشت ریمن
- توابع وایراشتراس
- قضایای پیکار
- قضیه بلاک، قضیه رونگه، قضیه میتاگ لفلر
- توابع همساز. اصل بازتابی شوارتس - قضیه روزه - لم شو ارتس - کریستوفل - خانواده‌های نرمال و فشردگی - قضیه مانتل - قضیه حاصل ضرب وایرشراس - تابع زتای ریمان

راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف

سخنرانی، بحث گروهی، پرسش و پاسخ، سمینار، بحث و تبادل نظر با دانشجویان

راهبردهای ارزشیابی

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
۲۰٪	۳۰٪	نوشتاری یا شفاهی: ۵۰٪ عملکردی: -	-

فهرست منابع

- Conway, B. (1978). *Functions of One Complex Variable*, Second Edition, Springer-Verlag.
- Gamelin, T. W. (2000). *Complex Analysis*, Springer.
- Krantz, S. G. (2008). *A Guide to Complex Variables*, MAA.
- Narasimhan, R. & Nievergelt, Y. (2001). *Complex Analysis in One Variable*, 2nd Edition, Birkhäuser.
- Rudin, W. (1974). *Real and Complex Analysis*, McGraw-Hill.



عنوان درس به فارسی			توابع مختلط چند متغیره
عنوان درس به انگلیسی			Complex Functions of Several Variables
نوع درس			اختیاری
نوع واحد			نظری ■ عملی □ نظری-عملی □
دروس پیش نیاز			آنالیز مختلط
دروس هم نیاز			۴ واحد- ۶۴ ساعت
			-

هدف کلی

مطالعه نظریه توابع مختلط چند متغیره، توابع هلمرفیک، بررسی خواص و بیان قضایای بنیادی این نظریه و مقایسه آن با نظریه توابع مختلط یک متغیره

اهداف ویژه

تقویت دانش نظری دانشجویان درباره ی خواص توابع مختلط چند متغیره

مباحث یا سرفصل ها

- هندسه مختلط
- فرم های هرمیتی و حاصل ضرب های داخلی
- دامنه های رینهارد
- سری های توانی (چند متغیره)
- نگاشته های دیفرانسیل پذیر مختلط
- توابع هلمرفیک
- فرمول انتگرال کشی (چند متغیره) شکل هارتوژ
- معادلات کشی ریمان
- ژاکوبین مختلط
- قضایای نگاشت وارون و پیوستگی
- توابع هارمونیک و چند زیر هارمونیک و خواص آنها
- شبه تحذب، تحذب هلمرفی و قضیه کارتان-تولن
- دامنه های هلمرفی، دامنه های ریمانی روی، پوش هلمرفی
- قضیه آماده سازی و ایراشتراس
- مجموعه های تحلیلی و پوشش های شاخه شده

راهنمای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف

سخنرانی، بحث گروهی، پرسش و پاسخ، سمینار، بحث و تبادل نظر با دانشجویان

راهنمای ارزشیابی

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
۲۰٪	۳۰٪	نوشتاری یا شفاهی: ۵۰٪ عملکردی: -	-

فهرست منابع

- Fritzsche, E. & Grauert, H. (2002). *From Holomorphic Functions to Complex Manifolds*, Springer-Verlag.
- Gunning, R. G. (1990). *Introduction to Holomorphic Functions of Several Variables*, Vol I, II. Wadsworth Brooks Cole.
- Kaup, J. & Kaup, B. (1983). *Holomorphic Functions of Several Variables*, Walter de Gruyter.



عنوان درس به فارسی			آنالیز فوریه و پردازش سیگنال	
عنوان درس به انگلیسی			Fourier Analysis and Signal Processing	
نوع درس			اختیاری	
نوع واحد			نظری ■ عملی □ نظری-عملی □	تعداد واحد و تعداد ساعت
دروس پیش نیاز			نظریه‌ی اندازه و انتگرال گیری - مبانی آنالیز تابعی	۴ واحد- ۶۴ ساعت
			دروس هم نیاز	-

هدف کلی

آشنایی نظری با آنالیز فوریه و کاربردهای عملی آن در پردازش سیگنال و تصویر

اهداف ویژه

تقویت دانش نظری و عملی دانشجویان در آنالیز فوریه و پردازش سیگنال‌ها

مباحث یا سرفصل‌ها

- معرفی سیگنال و سیستم‌های تحت انتقال (زمان) پایا
- سری فوریه و تبدیل فوریه روی دستگاه اعداد حقیقی
- تبدیل فوریه سریع و بسته‌ی تبدیل فوریه در نرم‌افزار متلب
- قضایای نمونه‌گزینی و پدیده گیس
- پردازش سیگنال و تصویر
- نرم‌افزار متلب در پردازش سیگنال و تصویر

راهنمای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف

سخنرانی، بحث گروهی، پرسش و پاسخ، سمینار، بحث و تبادل نظر با دانشجویان

راهنمای ارزشیابی

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
٪۱۰	٪۳۰	نوشتاری: ٪۵۰	٪۱۰
		عملکردی: -	

فهرست منابع

منابع اصلی

Chitode, J. S. (2009). *Signals and systems*, Technical Publishings Pune.
 Folland, G. B. (1992). *Fourier Analysis*, American Mathematical Society.
 Mallat, S. (2009). *A Wavelet Tour of Signal Processing*, Elsevier.
 Oppenheim, V. & Willsky, A. S. & Nawab, S. H. (1997). *Signals and systems*, Prentice Hall.

منابع فرعی

Folland, G. B. (2013). *Real Analysis: Modern Techniques and Their Applications*, John Wiley & Sons.



عنوان درس به فارسی			قاب‌ها در فضاهای متناهی البعد	
عنوان درس به انگلیسی			Frames in Finite Dimensional Spaces	
نوع درس			اختیاری	
نوع واحد			نظری ■ عملی □	نظری-عملی □
دروس پیش‌نیاز			مبانی آنالیز تابعی	دروس هم‌نیاز
			-	۴ واحد-۶۴ ساعت

هدف کلی

آشنایی با مفاهیم اساسی قاب‌ها در فضای متناهی و کاربردهای آن‌ها

اهداف ویژه

تقویت دانش نظری دانشجویان در نظریه قاب‌ها در فضای متناهی البعد و شناخت کاربردهای آن

مباحث یا سرفصل‌ها

- مروری بر نظریه‌ی عملگرها در فضاهای از بعد متناهی نظیر معکوس مور-پنروز عملگرها، ریشه‌ی دوم عملگر، تابک اثر و قضیه‌ی طیفی
- مفهوم قاب و عملگرهای نظیر آن
- قاب‌ها و ماتریس‌ها
- پتانسیل قاب
- الگوریتم‌های عددی
- قاب‌ها در صفحه
- اتساع قاب‌ها
- دوگان قاب و قاب‌های متعامد
- قاب‌های مجزا
- تجزیه‌های عملگر قاب
- قاب‌های همساز، قاب‌های گروه
- قضیه‌های راد-هورن و کاربردها
- قاب‌های گابور در فضای متناهی البعد
- نمونه‌گزینی و نمونه‌گزینی در فضاهای از بعد متناهی
- کاربردی از نمونه‌گزینی در پردازش سیگنال

راهنمای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف

سخنرانی، بحث گروهی، پرسش و پاسخ، سمینار، بحث و تبادل نظر با دانشجویان

راهنمای ارزشیابی

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
۲۰٪	۳۰٪	نوشتاری یا شفاهی: ۵۰٪ عملکردی: -	-

فهرست منابع

منابع اصلی

Casazza, H. & Kutynniok, P. G. (2013). *Finite Frames, Theory and Applications*, Springer.

Han, D. & Kornelson, K. & Larson, D. & Weber, E. (2007). *Frames for Undergraduates*, American Mathematical Society.

Christensen, O. (2016). *An Introduction to Frames and Riesz Basis*, 2nd Edition, Springer.

منابع فرعی



مباحث ویژه در آنالیز			عنوان درس به فارسی
Special Topics in Mathematical Analysis			عنوان درس به انگلیسی
اختیاری			نوع درس
نظری ■ عملی □ نظری-عملی □	تعداد واحد و تعداد ساعت	۴ واحد-۶۴ ساعت	نوع واحد
-	دروس هم نیاز	-	دروس پیش نیاز

هدف کلی

در این درس مباحث جدید آنالیز و در مرزهای دانش آموزش داده می شود.

اهداف ویژه:

- توانایی به کار بردن روش ها و تکنیک های جدید در حوزه آنالیز

مباحث یا سرفصل ها:

این درس در هر ترم بر اساس پیشنهاد اعضای گروه یک یا دو مبحث جدید و پیشرفته به صورت ویژه به دانشجویان آموزش داده می شود. مباحث یا سرفصل ها از سوی پیشنهاددهنده در ابتدای هر ترم بعد از تأیید شورای آموزشی گروه به دانشجویان ارائه می شود. استاد مربوطه موظف است دو ماه قبل از شروع نیمسال، طرح درس را در جلسه شورای تحصیلات تکمیلی ارائه و به تصویب رساند.

طبعاً این درس در سال های آتی با نام خاص خود ارائه خواهد شد و در لیست جدول دروس اختیاری قرار خواهد گرفت.

راهنماهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف

نظر گروه



عنوان درس به فارسی		جبرهای باناخ	
عنوان درس به انگلیسی		Banach Algebras	
نوع درس		اختیاری (مشترک کارشناسی ارشد و دکتری)	
نوع واحد	نظری ■ عملی □ نظری-عملی □	تعداد واحد و تعداد ساعت	۴ واحد-۶۴ ساعت
دروس پیش نیاز	آنالیز تابعی ۱ یا آنالیز حقیقی	دروس هم نیاز	-

هدف کلی

آشنایی با مفاهیم پیشرفته مربوط به نظریه جبرهای باناخ

اهداف ویژه

توان شناخت مفاهیم پیشرفته‌ی در جبرهای باناخ

مباحث یا سرفصل‌ها

- جبرهای نرم دار و جبرهای باناخ
- عناصر وارون پذیر
- طیف، شعاع طیفی و قضیه‌های مربوط، نرم‌های معادل، یک‌همنانی تقریبی، قضیه تجزیه کوهن
- انتگرال برداری مقدار و حساب تابعی یک متغیره تحلیلی
- قضیه نگاش طیفی
- جبرهای باناخ جابه‌جایی؛ جبرهای توابع پیوسته؛ جبرهای باناخ سری‌های توانی
- هم‌ریختی‌ها، ایده‌آل‌ها، فضای ایده‌آل بیشین، رادیکال، تبدیل و نمایش گلفاند
- پیوستگی خودکار هم‌ریختی‌ها
- جبرهای باناخ با برگشت
- مقدماتی از C^* جبرها، جبرهای - خارج قسمتی، جبرهای باناخ نیم ساده، نظریه نمایش
- لم رنسفورد و قضیه یکتایی نرم جانسون و تعمیم آن
- قضیه بنیادی کرانداری
- ضرب تانسوری جبرهای باناخ، مدول‌های یک جبر باناخ و نظریه نمایش
- اشتقاق‌های پیوسته و ناپیوسته، اشتقاق‌های درونی
- میانگین‌پذیری روی جبرهای باناخ

راهنمای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف

تدریس مستقیم، بحث گروهی، پرسش و پاسخ، سمینار، بحث و تبادل نظر با دانشجویان

راهنمای ارزشیابی

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
۲۰٪	۳۰٪	نوشتاری یا شفاهی: ۵۰٪ عملکردی: -	-

فهرست منابع

منابع اصلی

Bonsall F. F. & Duncan, J. (1973). *Complete normed algebras*, Springer-Verlag.
Dales, G. H. et.al. (2003). *Introduction to Banach algebras, Operators and Harmonic Analysis*, Cambridge University Press.

منابع فرعی

Allan, G. R. (2011). *Introduction to Banach Spaces and Algebras*, Oxford Graduate Texts in Mathematics, Oxford University Press.
Aupetit, B. (1991). *A Primer on Spectral Theory*, Springer-Verlag.
Dales, H. G. (2000). *Banach Algebras and Automatic Continuity*, Oxford University Press, Clarendon Press.
Kaniuh, L. (2009). *A Course in Commutative Banach Algebras*, Springer.
Palmer, D. W. (Vol. 1, 1994 and Vol. 2, 2001). *Banach Algebras and The General Theory of *-Algebras*, Cambridge University Press (Encyclopedia of Mathematics and its Applications).
Zelazko, W. (1973). *Banach Algebras*, Elsevier Publishing Company.

عنوان درس به فارسی			نظریه عملگرهای پیشرفته	
عنوان درس به انگلیسی			Advanced Operator Theory	
نوع درس			اختیاری (مشترک کارشناسی ارشد و دکتری)	
نوع واحد			نظری ■ عملی □ نظری-عملی □	تعداد واحد و تعداد ساعت
دروس پیش نیاز			آنالیز تابعی ۱ یا آنالیز حقیقی	۴ واحد- ۶۴ ساعت
				دروس هم نیاز -

هدف کلی

آشنایی با مفاهیم پیشرفته تر نظریه عملگرها به گونه ای که آمادگی لازم برای پژوهش در این شاخه فراهم گردد.

اهداف ویژه

تقویت دانش نظری در مباحث پیشرفته ی نظریه ی عملگرها

مباحث یا سرفصل ها

- نمایش جبرهای C^* و ساختار گلفاند-نیمارک-سگال
- حسابان تابعی برای عملگرهای نرمال
- نظریه طیفی و طیفی موضعی
- قضیه طیفی برای عملگرهای فشرده نرمال، عملگرهای طیفی، عملگرهای تجزیه پذیر، عملگرهای زیر نرمال، عملگرهای شبه نرمال، عملگرهای شیف، شیف و زندار و توئیلتر
- قضیه چگالی کاپلانسکی
- قضیه با لا= پایین پدرسن
- انعکاس
- عملگرهای بیکران و خواص اساسی آنها
- طیف تیلور و طیف اساسی تیلور

راهنماهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف

تدریس مستقیم، بحث گروهی، پرسش و پاسخ، سمینار، بحث و تبادل نظر با دانشجویان

راهنماهای ارزشیابی

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
۲۰٪	۳۰٪	نوشتاری یا شفاهی: ۵۰٪	-
		عملکردی: -	

فهرست منابع

منابع اصلی

Conway, J.B. (2000). *A Course in Operator Theory*, AMS.
Murphy, G.J. (1990). *C*-Algebras and Operator Theory*, Academic Press.

منابع فرعی

Conway, J.B. (1990). *A Course in Functional Analysis*, 2nd Edition, Springer.
Kadison R.V. & Ringrose, J.R. (1983). *Fundamentals of the Theory of Operator Algebras*, Volume I, Academic Press.
Kubrusly, C.S. (2001). *Elements of Operator Theory*, Birkhauser.
Muller, J. (2007). *Spectral Theory of Linear Operators*, Birkhauser.



عنوان درس به فارسی		آنالیز هارمونیک پیشرفته	
عنوان درس به انگلیسی		Advanced Harmonic Analysis	
نوع درس		اختیاری (مستترک کارشناسی ارشد و دکتری)	
نوع واحد		نظری ■ عملی □ نظری-عملی □	تعداد واحد و تعداد ساعت
دروس پیش نیاز		آنالیز تابعی ۱ یا آنالیز حقیقی	دروس هم نیاز
			۴ واحد-۶۴ ساعت

هدف کلی

آشنایی با مباحث پیشرفته آنالیز هارمونیک

اهداف ویژه

تقویت دانش آنالیز هارمونیک در سطح پیشرفته

مباحث یا سرفصل‌ها

- مطالعه جبرهای باناخ روی گروه‌های فشرده موضعی، نظیر جبر پیچشی $L^1(G)$ ، جبر اندازه‌ها $M(G)$ ، جبر توابع پیوسته یکنواخت چپ $LUC(G)$ ، جبر توابع تقریباً دوره‌ای ضعیف $WAP(G)$
- آنالیز روی گروه‌های موضعاً فشرده آبلی: گروه دوگان، قضیه دوگانی پونتریاگین و نمایش‌ها، تبدیل فوریه، ایده آل‌های بسته در $L^1(G)$ ، ترکیب طیفی، فشرده‌سازهای گروهی، فشرده‌سازی بور
- آنالیز روی گروه‌های فشرده: نمایش گروه‌های فشرده، قضیه‌های پیتروایل، آنالیز فوریه روی گروه‌های فشرده
- ساختار G/H و نمایش القایی، اندازه‌های G -ناورد روی G/H ، مقدمه ماتین مکی
- مباحثی پیشرفته در نظریه نمایش: C^* -جبر گروهی، ساختار دوگان، حاصل ضرب تانسوری، قضیه پلانشرل، جبرهای فوریه و فوریه-استیلتیس، جبرهای فون نویمان گروهی

راهنمای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف

تدریس مستقیم، بحث گروهی، پرسش و پاسخ، سمینار، بحث و تبادل نظر با دانشجویان

راهنمای ارزشیابی

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
۲۰٪	۳۰٪	نوشتاری یا شفاهی: ۵۰٪ عملکردی: -	-

فهرست منابع

منابع اصلی

Folland, G.B. (1995). A Course in Abstract Harmonic Analysis, CRC Press .
Hewitt, H. & Ross, K.A. (1963). Abstract Harmonic Analysis, Vol I, II, Springer-Verlag .

منابع فرعی

Dales, H.G. (2000). Banach Algebras and Automatic Continuity, Oxford University Press .
Palmer, T.W. (Vol I, II, 1994, 2001). Banach Algebras and the General Theory of *-Algebras.



عنوان درس به فارسی		آنالیز هارمونیک کاربردی	
عنوان درس به انگلیسی		Applied Harmonic Analysis	
نوع درس		اختیاری (مستترک کارشناسی ارشد و دکتری)	
نوع واحد		نظری ■ عملی □ نظری-عملی □	تعداد واحد و تعداد ساعت ۴ واحد-۶۴ ساعت
دروس پیش نیاز		آنالیز هارمونیک	دروس هم نیاز -

هدف کلی

بررسی کاربردهای مهم و اساسی آنالیز هارمونیک در شاخه‌های کاربردی از جمله پردازش سیگنال، پردازش تصویر و آنالیز عددی

اهداف ویژه

تقویت دانش نظری و عملی دانشجویان در شناخت برخی کاربردهای آنالیز هارمونیک

مباحث یا سرفصل‌ها

- مروری سریع بر مفاهیم آنالیز هارمونیک (نظیر گروه‌های توپولوژیک فشرده موضعی، اندازه هار، نظریه نمایش گروه‌ها و غیره)
- تبدیلات فوریه، سری فوریه، تبدیلات فوریه گسسته
- تبدیلات سینوسی و کسینوسی گسسته
- قضایای نمونه‌گیری
- نظریه قاب، قاب‌های فوریه پنجره‌ای
- قاب موجک، موجک هار، موجک‌های شانن-لیتلوود-پیلی
- پایه‌های موجک و چند ریزه‌ساز
- تبدیل موجک گسسته تبدیلات والش
- تبدیل بسته موجک گسسته
- تبدیل موجک گسسته جعبه‌ای
- کاربرد در فشرده‌سازی و تقریب تصویر

راهنمای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف

تدریس مستقیم، بحث گروهی، پرسش و پاسخ، سمینار، بحث و تبادل نظر با دانشجویان

راهنمای ارزشیابی

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
۲۰٪	۳۰٪	نوشتاری یا شفاهی: ۵۰٪ عملکردی: -	-

فهرست منابع

منابع اصلی

Briggs, W. L. & Henson, V. L. (1995). *The DFT: An Owner's Manual for the Discrete Fourier Transform*, SIAM.
 Daubechies, I. (1992). *Ten Lectures on Wavelets*.
 Folland, G. B. (1992). *Fourier Analysis and its Applications*.
 Foucart, S. & Rauhut, H. (2013). *A Mathematical Introduction to Compressive Sensing*, Springer.
 Mallat, S. (1999). *A Wavelet Tour of Signal Processing*, 2nd Edition, Academic Press.

منابع فرعی

Deitmar, A. (2005). *A First Course in Harmonic Analysis*, Springer-Verlag.
 Folland, G. B. (1995). *A Course in Abstract Harmonic Analysis*, CRC Press.



عنوان درس به فارسی			فضاهای باناخ پیشرفته
عنوان درس به انگلیسی			Advanced Banach Spaces
نوع درس			اختیاری (مستترک کارشناسی ارشد و دکتری)
نوع واحد			نظری ■ عملی □ نظری-عملی □
دروس پیش نیاز			مبانی آنالیز تابعی
دروس هم نیاز			۴ واحد- ۶۴ ساعت

هدف کلی

فراگیری مفاهیم اساسی و کاربردی فرآیندهای لوی که یک فرآیند تصادفی با نموهای مستقل و همگن است با هدف پرورش تفکر خلاق، آینده‌نگر و انتقادی، در علوم ریاضی، فیزیک، علوم مهندسی، ریاضیات مالی و ریاضیات

اهداف ویژه

آشنایی با مفاهیم پیشرفته مربوط به نظریه فضاهای باناخ

مباحث یا سرفصل‌ها

- فضاهای باناخ، فضاهای باناخ دنباله‌ای
- فضاهای تابعی، فضاهای باناخ مشبک‌های، فضاهای انعکاسی
- معرفی انواع توپولوژی روی فضاهای نرم‌دار و باناخ و ارتباط آن‌ها مانند توپولوژی ضعیف و نقطه به نقطه، کامل سازی، عملگرهای فشرده ضعیف، فشرده‌گی ضعیف در فضاهای اندازه، فضاهای به شدت ناهمبند و نگاشت گلیسون، فضاهای چند نرمی
- نقاط فرین و قضیه کرین-میلن
- ویژگی‌هایی از قضیه‌های تقریب و ایراشتراس، قضیه باناخ-استون
- مسئله زیر فضاهای ناورد (پایا)
- مسئله زیر فضای متمم دار
- مسئله الکساندروف
- ویژگی‌های توپولوژیک فضاهای باناخ و مباحث مربوط

راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف

تدریس مستقیم، بحث گروهی، پرسش و پاسخ، سمینار، بحث و تبادل نظر با دانشجویان

راهبردهای ارزشیابی

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
۲۰٪	۳۰٪	نوشتاری یا شفاهی: ۵۰٪	-
		عملکردی: -	

فهرست منابع

منابع اصلی

Albiac, F. & Kalton, N. (2005). *Topics in Banach Space Theory*, Springer.
 Carothers, N.L. (2005). *A Short Course on Banach Space Theory*, London Math. Soc, Student Texts, Cambridge University Press.
 Fabian, M. & Habala, P. & Hajek, P. & Montesinos, V. & Zizler, V. (2011). *Banach Space Theory*, Springer.

منابع فرعی

Allan, G.R. (2011). *Introduction to Banach Spaces and Algebras*, Oxford Graduate Texts in Mathematics, Oxford University Press.
 Dales, H.G. (2000). *Banach Algebras and Automatic Continuity*, Oxford University Press, Clarendon Press.
 Lindenstrauss, J. & Tzaferiri, L. (1973). *Classical Banach Spaces*, Lecture Notes in Mathematics 338, Springer-Verlag, New York.
 Lindenstrauss, J. & Tzaferiri, L. (1977). *Classical Banach Spaces I, Sequence Spaces*, Springer-Verlag, New York.
 Lindenstrauss, J. & Tzaferiri, L. (1979). *Classical Banach Spaces II, Function Spaces*, Springer-Verlag, New York.
 Semadeni, Z. (1971). *Banach Space of Continuous Functions*, Vol. 1, Polish Scientific Publishers.
 Wilansky, A. (1970). *Topology for Analysis*, Ginn and Company.



عنوان درس به فارسی		آنالیز تابعی غیر خطی پیشرفته	
عنوان درس به انگلیسی		Advanced Nonlinear Functional Analysis	
نوع درس		اختیاری (مشترک کارشناسی ارشد و دکتری)	
نوع واحد	نظری ■ عملی □ نظری-عملی □	تعداد واحد و تعداد ساعت	۴ واحد- ۶۴ ساعت
دروس پیش نیاز	آنالیز تابعی ۱	دروس هم نیاز	-

هدف کلی

آشنایی با مفاهیم پیشرفته مربوط به آنالیز تابعی غیر خطی

اهداف ویژه

تقویت دانش نظری در مباحث پیشرفته‌ی آنالیز تابعی غیر خطی

مباحث یا سر فصل‌ها

- یادآوری فشردگی ضعیف عملگرهای خطی
- قضیه بیشاپ فلیس، قضیه جیمز
- توابع نیم پیوسته پایینی و اختیار کردن مینیمم روی فشرده‌ها
- حدهای باناخ و میانگین‌های ناورد
- اصل تغییراتی اکیلند و قضیه کاریستی
- برخی ویژگی‌های فضاها‌ی هیلبرت مانند وجود تصویر متریکی و ویژگی اویپال
- اثبات وجود نقطه ثابت برای نگاشت‌های نانبساطی در فضاها‌ی هیلبرت قضیه همگرایی براودر قضیه‌ی ارگودیکی بایلون (خطی و غیر خطی)
- نیم گروه‌های نانبساطی، نیم گروه‌های لیپ شیتزی
- هندسه فضاها‌ی باناخ شامل فضاها‌ی اکیدا محدب و فضاها‌ی به طور یکنواخت محدب
- معرفی نگاشت دو گانی یک فضای باناخ مشتق پذیری نرم فضاها‌ی باناخ هموار فضاها‌ی باناخ به طور یکنواخت هموار وجود نقطه ثابت برای نگاشت‌های نانبساطی در فضاها‌ی باناخ عملگرهای افزاینده حلال و تقریب یوشیدا
- قضیه فان- براودر
- قضیه نقطه ثابت فان برای نگاشت‌های چند مقداری
- قضیه‌های مینیماکس
- قضیه دستگاه فان
- کاربردهای مباحث پیشین در نابرابری‌های تغییراتی در مباحث مربوط به نرم مینیمم و غیره.
- توزیع تجربی و مفصل تجربی، ارتباط مفصل تجربی و رتبه‌ها

راهنما‌های تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف

تدریس مستقیم، بحث گروهی، پرسش و پاسخ، سمینار، بحث و تبادل نظر با دانشجویان

راهنما‌های ارزشیابی

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
۲۰٪	۳۰٪	نوشتاری یا شفاهی: ۵۰٪ عملکردی: -	-

فهرست منابع

Takahashi, Wataru. (2000). *Nonlinear Functional Analysis*, Yokohama Publishers.



عنوان درس به فارسی		آنالیز مختلط پیشرفته	
عنوان درس به انگلیسی		Advanced Complex Analysis	
نوع درس		اختیاری (مشترک کارشناسی ارشد و دکتری)	
نوع واحد	نظری ■ عملی □ نظری-عملی □	تعداد واحد و تعداد ساعت	۴ واحد- ۶۴ ساعت
دروس پیش نیاز	آنالیز تابعی ۱ یا آنالیز تابعی غیرخطی	دروس هم نیاز	-

هدف کلی

تحلیل و بررسی توابع همساز و زیر همساز و قضایای مربوط به آن‌ها و سپس مطالعه دیدگاه‌های هندسی توابع مختلط

اهداف ویژه

تقویت دانش نظری در مباحث پیشرفته‌ی آنالیز مختلط

مباحث یا سرفصل‌ها

- توابع همساز و اصل هارنک، توابع زیرهمساز، مرتبه و نوع توابع زیرهمساز روی صفحه مختلط
- انتگرال پوآسون و قضیه ریز
- قضیه کورونا
- توابع گرین و اندازه همساز
- توابع همساز و زیرهمساز روی رویه‌های ریمانی
- مسئله دیریکله
- قضیه راد- کارتان
- دیدگاه هندسی توابع مختلط
- خمیدگی و لم شوارتز از دیدگاه هندسی
- خانواده نرمال و متریک کروی
- قضیه مانتل و قضایای پیکار با استفاده از روش هندسی
- متریک‌های کاراتودوری و کوبایاشی روی زیر دامنه‌های صفحه مختلط

راهنماهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف

تدریس مستقیم، بحث گروهی، پرسش و پاسخ، سمینار، بحث و تبادل نظر با دانشجویان

راهنماهای ارزشیابی

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
۲۰٪	۳۰٪	نوشتاری یا شفاهی: ۵۰٪ عملکردی: -	-

فهرست منابع

منابع اصلی

Conway, J.B. (1978). *Functions of One complex Variable*, Second Edition, Springer-Verlag.

Narasimhan, R. & Nievergelt, Y. (2001). *Complex Analysis in One Variable*, Second Edition, Birkh.urer.

منابع فرعی

Krantz, S.G. (1990). *Complex Analysis; the Geometric Viewpoint*, Carus Math. Monograph 23MAA.

Rudin, W. (1974). *Real and Complex Analysis*, McGraw-Hill.

