

ریاضیات مهندسی پیشرفته

دکتر اصغر برادران رحیمی
استاد دانشگاه فردوسی مشهد

سرشناسه:	برادران رحیمی، اصغر، ۱۳۲۹ -
عنوان و نام پدیدآور:	ریاضیات مهندسی پیشرفته / اصغر برادران رحیمی؛ ویراستاران علمی کاظم مسلم، ماشاءالله سعیدیان .
مشخصات نشر:	مشهد: دانشگاه فردوسی مشهد، ۱۳۹۶.
مشخصات ظاهری:	۴۶۲ ص. : مصور، جدول، نمودار.
فروست:	انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد؛ شماره ۳۷۷.
شابک:	ISBN: 978-964-386-026-4
وضعیت فهرست‌نویسی: فیپا.	
یادداشت:	ص. ع. به انگلیسی: A. Baradaran Rahimi. Advanced Engineering Mathematics.
یادداشت:	چاپ هشتم: ۱۳۹۶.
یادداشت:	چاپ نهم: ۱۴۰۳ (فیپا).
یادداشت:	چاپ قبلی: دانشگاه فردوسی (مشهد)، ۱۳۸۲.
موضوع:	ریاضیات مهندسی -- راهنمای آموزشی (عالی)
موضوع:	Engineering mathematics -- Study and teaching (Higher)
موضوع:	ریاضیات مهندسی -- مسائل تمرین‌ها و غیره (عالی)
موضوع:	Engineering mathematics -- Problems, exercises, etc. (Higher)
شناسه افزوده:	مسلم، کاظم، ویراستار
شناسه افزوده:	سعیدیان، ماشاءالله، ویراستار
شناسه افزوده:	دانشگاه فردوسی مشهد.
رده‌بندی کنگره:	۱۳۹۶ - ۳۳۵٫۹ / ۳۳۰ TA
رده‌بندی دیوبی:	۶۲۰/۰۰۱۵۱
شماره کتابشناسی ملی:	۵۲۱۱۴۶۹

ریاضیات مهندسی پیشرفته

پدیدآورنده: دکتر اصغر برادران رحیمی
ویراستاران علمی: دکتر کاظم مسلم، دکتر ماشاءالله سعیدیان
مشخصات: وزیری، ۲۵۰ نسخه، چاپ نهم، بهار ۱۴۰۳ (اول، ۱۳۸۲)
چاپ و صحافی: چاپخانه دقت
بها: ۳/۹۰۰/۰۰۰ ریال
حق چاپ برای انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد محفوظ است.



مراکز پخش:	
فروشگاه و نمایشگاه کتاب پردیس: مشهد، میدان آزادی، دانشگاه فردوسی مشهد، جنب سلف یاس	
تلفن: ۳۸۸۳۳۷۲۷ - ۳۸۸۰۲۶۶۶ (۰۵۱)	
مؤسسه کتابیران: تهران، میدان انقلاب، خیابان کارگر جنوبی، بین روانمهر و وحید نظری، بن‌بست	
گشتاسب، پلاک ۸ تلفن: ۶۶۴۸۴۷۱۵ (۰۲۱)	
مؤسسه دانشیران: تهران، خیابان انقلاب، خیابان منیری جاوید (اردیبهشت) نبش خیابان نظری، شماره ۱۴۲	
تلفکس: ۶۶۴۰۰۲۲۰ - ۶۶۴۰۰۱۴۴ (۰۲۱)	

فهرست مطالب

۱۱

پیشگفتار مؤلف

فصل اول

۱۳

مروری بر معادلات دیفرانسیل معمولی

۱۳

۱-۱ معادلات دیفرانسیل معمولی

۱۶

۱-۲ مسائل با مقدار اولیه و مقدار مرزی

۱۷

۱-۳ تئوری معادلات خطی همگن

۱۹

۱-۴ حل معادلات خطی همگن

۲۳

۱-۵ معادلات خطی غیر همگن

۳۲

۱-۶ معادلات دیفرانسیل غیر خطی از مرتبه اول

۳۶

۱-۷ معادلات دیفرانسیل غیر خطی از مرتبه بالاتر

۴۸

مسائل

فصل دوم

سری و انتگرال فوریه

۵۱	۲-۱	معادلات دیفرانسیل معمولی
۵۱	۲-۲	سری فوریه و روابط اولر
۵۲	۲-۳	توابع نوسانی با نوسان دلخواه
۶۰	۲-۴	توابع زوج و فرد
۶۳	۲-۵	بسط نیم دامنه
۶۶	۲-۶	انتگرال فوریه
۶۷		مسایل
۷۱		

فصل سوم

معادلات با مشتق‌های جزئی

۷۳	۳-۱	مقدمه
۷۳	۳-۲	مفاهیم اولیه
۷۴	۳-۳	معادله یک بعدی موج- حرکت یک نخ مرتعش
۷۵	۳-۴	معادلات با مشتقات جزئی نیمه خطی از مرتبه اول
۷۷	۳-۵	معادلات با مشتقات جزئی خطی و نیمه خطی از مرتبه دوم
۸۵	۳-۵-۱	معادلات خطی از مرتبه دوم، همگن و با ضرایب ثابت
۸۶	۳-۶	روش تفکیک متغیرها
۸۸	۳-۷	مشخصه‌های معادلات با مشتقات جزئی خطی از مرتبه دوم
۱۰۲	۳-۸	معادلات با مشتقات جزئی خطی از مرتبه دوم غیر همگن
۱۰۷		مسایل
۱۲۲		

فصل چهارم

توابع مختلط

۱۱۷	۴-۱	کلیات اعداد مختلط
۱۱۷		

۱۲۰	۴-۲	نمایش اعداد مختلط در دستگاه مختصات قطبی
۱۲۵	۴-۳	تابع مختلط
۱۲۶	۴-۴	حد پیوستگی، تابع تحلیلی
۱۳۵	۴-۵	برخی از خصوصیات توابع تحلیلی
۱۳۸	۴-۶	تابع نمایی
۱۴۱	۴-۷	ریشه اعداد مختلط
۱۴۲	۴-۸	توابع مثلثاتی و هاپربولیک
۱۴۴	۴-۹	توابع معکوس مثلثاتی و هاپربولیک
۱۴۶	۴-۱۰	توابع لگاریتمی
۱۴۹	۴-۱۱	انتگرال توابع مختلط
۱۵۲	۴-۱۲	خواص انتگرال خطی مختلط
۱۵۳	۴-۱۳	قضیه انتگرال کوشی
۱۵۸	۴-۱۴	فرمول انتگرال کوشی
۱۶۱	۴-۱۵	مشتقات فرمول انتگرال کوشی
۱۶۳		مسایل

فصل پنجم

سری تیلور و لورنت

۱۶۷	۵-۱	سری تیلور
۱۶۷	۵-۲	سری لورنت
۱۷۱	۵-۳	نقاط تکین (منفرد)
۱۷۵		مسایل
۱۷۷		

فصل ششم

انتگرال گیری با روش باقی مانده

۱۷۹	۶-۱	باقی مانده
۱۷۹		

۱۸۳	۶-۲ قضیه باقی مانده
۱۸۴	۶-۳ محاسبه انتگرالهای حقیقی
۱۹۴	مسایل

فصل هفتم

۱۹۷	نگاشت و نگاشت همدیس
۱۹۷	۷-۱ نگاشت
۲۰۴	۷-۲ نگاشت همدیس
۲۰۶	۷-۳ تبدیل خط کسری
۲۱۱	۷-۴ تبدیل شوارتز- کریستوفل
۲۱۳	مسایل

فصل هشتم

۲۱۶	مروری بر جبر خطی
۲۱۶	۸-۱ تعاریف
۲۲۰	۸-۲ ماتریس اچلان (پله مانند)
۲۲۲	۸-۳ معکوس ماتریس
۲۳۱	۸-۴ معادلات دیفرانسیل خطی همزمان
۲۳۵	۸-۵ تجزیه Lu
۲۳۸	مسایل

فصل نهم

۲۴۳	سیستم محورهای مختصات
۲۴۳	۹-۱ محورهای مختصات کارتزین
۲۴۴	۹-۲ محورهای مختصات منحنی الخط
۲۴۶	۹-۳ سیستم های منحنی الخط عمود بر هم

۲۵۱	۹-۴ مشتق بردارهای یکه
۲۵۵	۹-۵ عملگر
۲۵۶	۹-۶ گرادیان یک تابع اسکالر
۲۵۷	۹-۷ دیورژانس یک بردار
۲۶۱	۹-۷-۱ لاپلاسیان یک اسکالر
۲۶۱	۹-۸ کرل (curl) یک بردار
۲۶۶	۹-۹ گرادیان یک بردار
۲۷۰	۹-۱۰ ضرب داخلی مضاعف
۲۷۱	۹-۱۱ معادلات ناویر-استوکس
۲۷۳	مسایل

فصل دهم

۲۷۵	توابع و چند جمله‌ای‌های متعامد
۲۷۵	۱۰-۱ تعاریف
۲۷۸	۱۰-۲ فرآیند متعامدسازی گرام-اشمیت
۲۸۰	۱۰-۳ قضیه بهترین تقریب فوریه
۲۸۲	۱۰-۴ توابع مولد
۲۸۵	۱۰-۵ چندجمله‌ای‌های متعامد
۲۸۶	۱۰-۶ فرمول رادریک
۲۸۸	۱۰-۷ مسایل استرم-لوئیول
۲۹۵	مسایل

فصل یازدهم

۲۹۷	توابع خاص
۳۰۰	۱۱-۱ چند جمله‌ای لاگرانژ
۳۰۳	۱۱-۱-۱ روابط بازگشتی برای چندجمله‌ای لاگرانژ

۳۰۶	۱۱-۱-۲ محاسبه چند جمله ای لاگرانژ
۳۰۸	۱۱-۱-۳ بسط فوریه لاگرانژ
۳۱۱	۱۱-۱-۴ توابع وابسته لاگرانژ
۳۱۴	۱۱-۲ توابع بسل
۳۱۷	۱۱-۲-۱ روابط بازگشتی بسل
۳۲۱	۱۱-۳ شکل بسل توابع بسل
۳۲۳	۱۱-۴ توابع بسل کروی
۳۲۷	۱۱-۵ معادلاتی که حل آنها بر حسب توابع بسل هستند
۳۳۰	مسایل

فصل دوازدهم

معادلات انتگرالی

۳۳۷	۱۲-۱ مثالی از نوع مسائلی که منتهی به معادلات انتگرالی می شوند
۳۳۸	۱۲-۲ تبدیل معادلات دیفرانسیل معمولی به معادلات انتگرالی
۳۴۷	۱۲-۳ طبقه بندی معادلات انتگرالی
۳۵۰	۱۲-۴ هسته های انتگرالی قابل تجزیه
۳۵۲	۱۲-۵ معادلات انتگرالی از نوع اول
۳۵۵	۱۲-۶ معادلات انتگرالی از نوع دوم
۳۶۰	۱۲-۷ روش فرد هولم
۳۶۶	۱۲-۸ حل معادلات انتگرالی همگن
۳۶۹	۱۲-۹ معادلات انتگرالی همگن از نوع دوم با هسته متقارن
۲۷۳	مسایل

فصل سیزدهم

ریاضی متغیرها

۳۷۵	۱۳-۱ کمینه و بیشینه توابع
۳۷۵	

۳۷۷	۱۳-۲	کمینه و بیشینه تابعی
۳۸۱	۱۳-۳	علامت قراردادی ریاضی متغیرها
۳۸۷	۱۳-۴	روش رایلی-ریتز
۳۹۳	۱۳-۵	مسایل پایدار دوبعدی
۳۹۵	۱۳-۶	روش ریتز پایدار دوبعدی
۳۹۷		مسایل

فصل چهاردهم

تبدیل لاپلاس

۴۰۱	۱۴-۱	تبدیل لاپلاس و تبدیل معکوس
۴۰۱	۱۴-۲	تبدیل لاپلاس مشتق و انتگرال توابع
۴۰۳	۱۴-۳	تبدیل معادلات دیفرانسیل معمولی
۴۰۶		مسایل
۴۰۹		

فصل پانزدهم

روش پرتوریشن

۴۱۱	۱۵-۱	مقدمه
۴۱۲	۱۵-۲	معادلات جبری
۴۱۳	۱۵-۳	معادلات دیفرانسیل
۴۲۲	۱۵-۴	پرتوریشن منفرد
۴۲۵		مسایل
۴۳۱		پیوست
۴۳۳		

press.um.ac.ir

پیشگفتار

کتاب حاضر مجموعه کاملی از مباحث مختلف ریاضیات مهندسی را در بر می گیرد که برای دانشجویان رشته های مهندسی و سطوح بالاتر مناسب می باشد. انتخاب و ارائه این مباحث به ترتیبی است که قابل استفاده کامل برای کلیه رشته های مهندسی در سطح کارشناسی بوده و در ضمن پایه گذار مباحثی مربوط به سطوح بالاترند. در هر فصل مطالب مربوطه همراه با مثالهای متعدد حاوی نکات آموزشی در هر زمینه می باشند.

فصل اول که مروری بر معادلات دیفرانسیل معمولی است می تواند به عنوان مرجع برای تمام سطوح و زمینه های مختلف، کاربرد داشته باشد. در فصل دوم سری و انتگرال فوریه ارائه شده و فصل سوم یکی از کامل ترین مجموعه های دربرگیرنده راه حل های مربوط به معادلات با مشتقات جزئی و به خصوص برای دانشجویان مهندسی مکانیک می باشد. توابع موهومی به صورت کلی در فصل های چهارم، پنجم و ششم مورد مطالعه قرار می گیرند و فصل هفتم مجموعه کاملی از مبحث نگاشت و بخصوص برای دانشجویان کارشناسی مهندسی برق را فراهم می آورد. فصل هشتم مجموعه کاملی از مرور بر جبر خطی است که بخصوص می تواند مورد توجه دانشجویان مهندسی مکانیک و عمران قرار گیرد. فصل نهم مجموعه کاملی در مورد سیستم محورهای مختصات و مشتقات مربوط به آنها است که ارائه آن بدین شکل

در کمتر مرجعی به چشم می خورد و می تواند مورد استفاده تمام دانشجویان در همه سطوح و بخصوص دانشجویان مهندسی مکانیک باشد. فصل دهم و یازدهم که مباحث توابع متعامد و توابع خاص را در بر می گیرند قابل استفاده دانشجویان مهندسی در همه سطوح می باشند. معادلات انتگرالی در فصل دوازدهم مورد بحث قرار می گیرند که مجموعه مناسبی از روشهای حل این معادلات را برای کلیه دانشجویان مهندسی در همه سطوح فراهم می آورد. فصل سیزدهم، بحث ریاضی متغیرها برای دانشجویان رشته مهندسی مکانیک مورد استفاده می باشد. فصل چهاردهم روش حل معادلات دیفرانسیل با استفاده از تبدیل لاپلاس می باشد که برای کلیه رشته های مهندسی و علوم و بخصوص دانشجویان رشته آبیاری در کشاورزی مورد استفاده قرار می گیرد. فصل پانزدهم که در حقیقت، چکیده ای از معرفی روش پرتوریشن در به کارگیری حل معادلات غیرخطی در مهندسی می باشد و می تواند مورد استفاده همه دانشجویان مهندسی قرار بگیرد.

در خاتمه، از همکاران عزیز و محترم جناب آقای دکتر سعیدیان و دکتر مسلم از گروه مهندسی عمران کمال تشکر را دارم؛ بدون بذل توجه ایشان امکان قرارگیری این مجموعه در اختیار دانشجویان ممکن نمی شد. همچنین از آقای ساسان بهرامی که کار صفحه آرایی و تنظیم کامل کتاب را به نحو شایسته ای به پایان رساند تشکر و قدردانی می گردد.

دکتر اصغر برادران رحیمی
استاد گروه مکانیک دانشگاه فردوسی مشهد

مهر ۱۳۸۲