

بسم الله الرحمن الرحيم

معادلات دیفرانسیل

مؤلف:

دکتر احمد رضا حقیقی

عضویت علمی گروه ریاضی، دانشکده صنعتی ارومیه

بایمکاری

نازیلا موسوی، علی پاک نفس و رضا دانایی

ویراستار علمی و ادبی

دکتر نسیم اصغری

عنوان و نام پدیدآور: معادلات دیفرانسیل / مولف احمد رضا حقیقی ؛ با همکاری نازیلا موسوی، علی پاک‌نفس و رضا دانایی ؛

مشخصات نشر: تبریز: فراگیران دانش، ۱۳۹۱.

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۶۸۰۵-۳۲-۰

مشخصات ظاهری: ۳۵۷ صفحه قطع رحلی

وضعیت فهرست نویسی: فیا

فروست: سری سیگما

سرشناسنامه: حقیقی، احمد رضا، ۱۳۵۱

موضوع: معادله‌های دیفرانسیل - راهنمای آموزشی (عالی)

معادلات دیفرانسیل

تألیف: دکتر احمد رضا حقیقی

ویراستار: دکتر نسیم اصغری

ناشر: انتشارات فراگیران دانش



چاپ: برنیان

صحافی: نوبل

تیراژ: ۱۰۰۰

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۶۸۰۵-۳۲-۰

تعداد صفحات: ۳۵۳ صفحه قطع رحلی

تاریخ و محل نشر: ۱۳۹۵ - تبریز

نوبت چاپ: چاپ اول



هر گونه برداشت علمی جهت تهیه کتاب و یا جزوه و یا هر گونه تکثیر شرعاً و قانوناً مجاز نمی باشد.

و متخلفین به موجب بند ۵ ماده ۲ قانون حمایت از ناشرین تحت پیگرد قانونی قرار می گیرند.

مرکز پخش: تبریز - خیابان امام - ساختمان شهریار، طبقه اول، پلاک‌های ۳۲ و ۳۳

فاکس: ۰۴۱۱-۵۵۶۷۲۹۶

تلفن: ۰۴۱۱-۵۵۴۸۴۰۰

«پاس مخصوص خداوندی است که انسان را موجودی صاحب اندیشه آفرید تا با قدرت تفکر، کاینات را به تسخیر خویش درآورد»

مقدمه ناشر:

انتشارات فراگیران دانش که قبلاً با چاپ کتاب‌های کمک درسی دانشگاه پیام نور فعالیت خود را شروع کرده بود، اینک با چاپ و نشر کتاب‌های ریاضی در سطح‌های مختلف (دانشگاه، دبیرستان، راهنمایی و ابتدایی) به کار خود ادامه می‌دهد. همانطور که می‌دانیم در اکثر رشته‌های دانشگاهی دروس ریاضی نقش به‌سزایی را بازی می‌کنند، به همین خاطر پرداختن به امر آموزش آن خائلی از لطف نخواهد بود. یکی از روش‌های آموزش ریاضی، تألیف کتاب‌های آموزشی خوب است. اما در کشور ما مؤسسه‌ای که تمامی آثار ریاضی مؤلفین و محققین را به چاپ رسانده و به همگان معرفی نماید، وجود ندارد. لذا نشر فراگیران دانش با همکاری شما مؤلفین گرامی در نظر دارد که این مسئولیت مهم را به عهده گیرد. برای آغاز، از چاپ کتاب‌های ریاضی سری سیگما شروع به کار کرده‌ایم. کتاب‌های ریاضی سیگما برای دانشجویان دانشگاه‌های آزاد اسلامی، دانشگاه‌های غیر انتفاعی و برخی دانشگاه‌های سراسری در نظر گرفته شده است. در کنار این سری از کتاب‌ها، کتاب‌های ریاضی بی چاپ دیده‌اند که ویژه دانشجویان دانشگاه‌های علمی کاربردی و برخی از دانشگاه‌های آزاد اسلامی واحدهای کوچک می‌باشند. برای تکمیل این سری کتاب‌ها از شما مؤلفین گرامی دعوت به همکاری می‌شود. قطعاً همکاری شما عزیزان با این مؤسسه، باعث خواهد شد که آثار علمی شما و سایر عزیزان به تمامی اساتید و دانشجویان معرفی شوند. امید است با توجه به این امر، با این نشر همکاری نمایید و از اجر معنوی و دنیوی آن بهره‌مند گردید. این عضویت در هیئت تحریر نشر فراگیران دانش به سایت اینترنتی انتشارات مراجعه نموده و فرم لازم را پر نمایید. قبلاً از همکاری شما مال تشکر و تقدیر را داریم و از خداوند متعال برای شما عزیزان توفیقات عالیله علمی را خواستارم.

در آخر از آقای مصطفی خسروی به خاطر مدیریت در امر حروفچینی، طراحی و مراحل چاپ کتاب کمال تشکر و قدردانی را دارم.

مدیریت نشر فراگیران دانش

ایوب خسروی

پاییز ۱۳۹۲

به نام پروردگار یکتا

"من علمنی حرفاً فقد سیرنی عبداً"

سپاس به درگاه پروردگاری همی که اوئین پیامش به آخرین فرستاده اش "قرا باسم ربك الذی خلق" بود تا بشر را با جابج پر فروغ علم و دانش در کوچه های تاریک جهل و نادانی، راهشما و معلم باشد. به درگاه یا عظمش شکر می گویم و سر تسلیم فروذ می آورم، که ما بندگان ناچیز را از این نعمت بیکرانش محروم نساخت و ما را مادیون به ارائه زکات دانش به هموطنان خود نمود.

ریاضیات، هنر اندیشه ورزی و تفکر خلاق و بهترین قلم برای ترسیم پدیده های جهان هستی است. در عصر حاضر که رشد عظیم تکنولوژی که خود مادیون ریاضیات است. موجب تحولات عظیمی در زندگی انسان شده است و به تبع آن ریاضیات بیش از پیش جای خود را در صنعت و تمام شئون اجتماعی باز کرده است. از این رو گسترش آموزش ریاضی و تالیف کتاب هایی که اسباب یادگیری موثر و کارآمد ریاضیات را فراهم آورد، ضروری به نظر می رسد.

کتاب حاضر در هفت فصل مطابق با سرفصل مصوب وزارت علوم، تحقیقات و فناوری تنظیم شده است و قابل استفاده برای درس معادلات دیفرانسیل برای تمام رشته های فنی مهندسی و علوم پایه می باشد. در این کتاب تلاش کردم تا با استفاده از تجربیات تدریس و نیز تألیفات قبلی به همه خواسته ها و نیازها، آموزشی شما عزیزان، نگاهی جامع و دقیق داشته باشم. برای تسایی بیشتر شما عزیزان با این کتاب، چند ویژگی آن به طور خلاصه آورده شده است:

۱. گام به گام بودن کتاب ۲. خودآموز بودن کتاب ۳. توجه به اهداف آموزشی ریاضی اعم از دانش، درک و فهم، بکار بستن و خلاقیت ۴. تأکید بر راهبردهای حل مسئله به عنوان ابزار برای فرگیر شدن این باور است که همه می توانند مسئله حل کردن را بیاموزند. ۵. پررنگی از تکرار و رعایت اصل تنوع ۶. در تستهای آخر فصل تشجوع می توان، خود را با آزمونهای استاندارد تطبیق دهد. ۷. تستهای حل نشده و تمرینهای آخر هر فصل برای خود ارزیابی دانشجوی می باشد.

به طور کلی مطالعه و یادگیری این کتاب پنج مرحله دارد:

مرحله پیش خوانی، مرحله مشال کردن (از متن)، مرحله خواندن، مرحله به یاد دیش دادن و مرحله آزمون. مرحله اول و آخر به موضوع کلی هر بخش و هر فصل و هر سه مرحله میانی به گفتار و مباحث اصلی بخش یا فصل اختصاص دارد.

شرط لازم برای حل تمرین ها و تست های آخر هر فصل، مطالعه متن کتاب است. برای خواندن این کتاب باید قلم در دست گرفت و دوباره نتایج بدست آمده را با بررسی دقیق علت پیش آمدها، با تکیه بر دانش پیدا نمود.

چاپ این کتاب با همت عده ای از همکاران محترم و دانشجویان عزیز انجام گرفته است که لازم است از آن ها قدر دانی شود. سرکار خانم دکتر نسیم اصغری که ویراستاری علمی و ادبی کتاب را انجام دادند. خانمها نازیلا واعظ مومنی و طاهره حقیقی، آقایان رضا دانایی، علی پاک نفس و همچنین از دانشجویان آقای مرتضی محمدی و خانم ها عسل اکبریور، مهسا تقی زاده، سحر و رعنا و دیگر دانشجویان دانشگاه صنعتی ارمیه که در مراحل مختلف من را یاری کردند.

در انتها از جناب آقای دکتر ایرج میرزایی ریاست محترم دانشگاه صنعتی ارمیه، جناب آقای دکتر جعفر عبداللهی شریف معاون محترم آموزشی و پژوهشی، جناب آقای دکتر پور محمود آقا بابا مدیریت محترم پژوهشی و مهندس پرویز قربان زاده بخاطر حمایت هایشان قدر دانی نموده و از تشکرات فراگیران دانش علی الخصوص جناب آقای ایوب خسروی که مقدمات چاپ این کتاب را فراهم آوردند، تشکر می کنم.

ضمناً از اساتید محترم، پژوهشگران و صاحب نظران ارجمند انتظار داریم با انتقادهای و نظرات صائب خویش، ما را در بهتر شدن مطالب این کتاب یاری فرمایند. به طور حتم پیشنهادات و نظرات عزیزان منتقد با رعایت امانت در چاپ های بعدی به نام خودشان درج خواهد شد. امید است کتاب حاضر چون یاری مهربان شما را تا سر منزل مقصود رهسول باشد.

احمد رضا حقیقی

پاییز ۱۳۹۲

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
	فصل اول
۱	آشنایی با معادلات
۲	معرفی معادلات دیفرانسیل خطی
۳	جواب معادله دیفرانسیل
۵	تشکیل معادله دیفرانسیل
۷	مسائل مقدار اولیه و مقدار مرزی
۷	مسائل حل شده
۱۳	تست های حل شده
۱۶	تمرینات
۱۸	تست های حل نشده
	فصل دوم
۲۲	معرفی معادلات دیفرانسیل مرتبه اول
۲۳	معادلات جدایی پذیر
۲۸	معادله کامل
۳۶	معادله خطی مرتبه اول
۳۹	معادله برونولی
۴۱	معادله ریکاتی
۴۱	معادله مرتبه اول با درجه بیش از یک
۴۴	خانواده منحنی ها و پرنسپها
۴۴	معادله کلو
۴۵	معادله لاگرانژ
۴۶	مسیرهای متعامد
۵۰	مثال های حل شده
۷۶	تست های حل شده
۸۱	تمرینات
۸۶	تست های حل نشده
	فصل سوم
۹۴	معادلات دیفرانسیل مرتبه دوم
۹۴	معادلات دیفرانسیل مرتبه دوم قابل تبدیل به مرتبه اول
۹۸	معادلات دیفرانسیل خطی مرتبه دوم

۹۹	روش کاهش مرتبه
۱۰۰	معادلات خطی مرتبه دوم همگن یا ضرایب ثابت
۱۰۲	معادلات خطی مرتبه دوم ناهمگن یا ضرایب ثابت
۱۰۲	روش ضرایب نامعین
۱۰۶	روش تغییر پارامتر
۱۰۸	معادلات دیفرانسیل کوشی - اویلر
۱۱۰	معادلات دیفرانسیل مرتبه دوم کامل
۱۱۲	مسائل حل شده
۱۳۵	تست های حل شده
۱۴۹	تمرینات
۱۳۳	تست های حل نشده

فصل چهارم

۱۵۳	معادلات دیفرانسیل مرتبه بالا
۱۵۵	بحث در مورد معادلات دیفرانسیل مرتبه n -ام ناهمگن یا ضرایب ثابت
۱۵۷	روش تغییر پارامتر برای حل معادلات مرتبه n -ام
۱۵۸	معادله کوشی - اویلر همگن
۱۶۰	روش ابراتور معکوس
۱۶۷	مسائل حل شده
۱۸۳	تست های حل شده
۱۹۰	تمرینات
۱۹۱	تست های حل نشده

فصل پنجم

۱۹۸	حل معادلات دیفرانسیل به کمک سریها
۱۹۸	حل معادلات دیفرانسیل به کمک سریها
۲۰۷	تعیین نقاط غیر عادی منظم و غیر عادی نامنظم معادلات دیفرانسیل
۲۰۸	حل معادله دیفرانسیل حول نقطه مفرد منظم
۲۱۴	معادله دیفرانسیل ژاندر و تابع ژاندر
۲۱۷	معادله بسل و تابع بسل
۲۲۱	مسائل حل شده
۲۳۶	تست های حل شده
۲۵۳	تمرینات
۲۵۷	تست های حل نشده

فصل ششم

۲۶۲	تبدیلات لاپلاس
۲۶۲	تبدیلات لاپلاس
۲۶۵	قاعده انتقال اول
۲۶۷	قاعده انتقال دوم
۲۷۰	تابع ضربه
۲۷۲	تابع گاما
۲۷۵	مشتق تبدیلات لاپلاس
۲۷۹	تبدیل لاپلاس توابع متناوب
۲۸۰	تبدیل لاپلاس انتگرال
۲۸۴	قضیه مقدار اولیه و مقدار نهایی
۲۸۷	انتگرال تامپسون
۲۸۸	معادلات انتگرال
۲۹۰	مسائل حل شده
۲۹۹	تست های حل شده
۳۱۳	تمرینات
۳۱۵	تست های حل نشده
۳۳۶	دستگاه معادلات دیفرانسیل
۳۳۷	حل دستگاه معادلات خطی همگن یا غیرهمگن
۳۳۱	روش ایزاتور
۳۳۲	روش تبدیلات لاپلاس
۳۳۴	مسائل حل شده
۳۳۷	تست های حل شده
۳۴۰	تمرینات
۳۴۰	تست های حل نشده
۳۴۵	مراجع

فصل هفتم