



معادلات دیفرانسیل

دکتر لطف‌الله پورفرج - صفی شاهی فرد

عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی تهران مرکزی - مدرس دانشگاه

سرشناسه	پورفرح، لطف‌الله، ۱۳۴۶ -
عنوان و نام پدیدآور	معادلات دیفرانسیل / لطف‌الله پورفرح - صفی شاهی فرد
مشخصات نشر	تهران: لبخند دانش، ۱۳۹۵.
مشخصات ظاهری	۳۹۵ ص.: جدول، نمودار.
شابک	978-600-8538-03-5
وضعیت فهرست‌نویسی	فیبای مختصر
یادداشت	فهرست‌نویسی کامل این اثر در نشانی: http://opac.nlai.ir
یادداشت	قابل دسترسی است.
شباسه افزوده	کتابنامه: ص. ۳۹۵
شماره کتاب‌شناسی ملی	شاهی فرد، صفی، ۱۳۶۰ - ۴۳۷۳۱۳۴

انتشارات لبخند دانش

نام کتاب:	معادلات دیفرانسیل
ناشر:	لبخند دانش Labkhandedanesh@gmail.com
تألیف:	دکتر لطف‌الله پورفرح - صفی شاهی فرد
حروف چینی:	گروه فنی انتشارات آبنالو
چاپ و صحافی:	نسیم
نوبت چاپ:	اول
سال نشر:	۱۳۹۵
تیراژ:	۲۰ جلد
قیمت:	۲۵۰۰۰۰ ریال
شابک:	ISBN: 978-600-8538-03-5 ۹۷۸ - ۶۰۰ - ۸۵۳۸ - ۰۳ - ۵

مراکز فروش: تهران - میدان انقلاب - نبش ۱۲ فروردین - انتشارات الیاس - تلفن: ۶۶۴۶۶۳۴۴
تهران - اشرفی اصفهانی - بالاتر از پونک - بلوار امام حسن (ع) - پلاک ۱۲ - ایلینا - تلفن:

۴۴۴۱۸۸۱۳ - ۴۴۴۱۰۱۲۲

تلفن مرکز پخش انتشارات لبخند دانش: ۰۹۳۵۸۶۴۷۱۱۷

اطلاعات بیشتر در وبلاگ Solving.blogfa.com و کانال تلگرام: [telegram.me/Labkhandedanesh](https://t.me/Labkhandedanesh)

فهرست مندرجات

۹	ماهیت معادلات دیفرانسیل	۱
۹	کلمات	۱.۱
۱۰	مرتبه و درجه معادله دیفرانسیل	۲.۱
۱۱	معادلات دیفرانسیل خطی و غیرخطی	۳.۱
۱۲	جواب معادله دیفرانسیل	۴.۱
۱۳	۱.۴.۱ پارامترهای ثابت مستقل	
۱۴	۲.۴.۱ انواع جواب معادله دیفرانسیل	
۱۶	۳.۴.۱ منحنی جواب معادله	
۱۷	۵.۱ تشکیل معادلات دیفرانسیل و خانواده منحنی‌ها	
۱۸	۶.۱ مسئله با مقادیر اولیه	
۱۹	۷.۱ مسائل حل شده	
۲۱	۸.۱ تمرینات	
۲۵	معادلات مرتبه اول جدانشدنی و همگن	۲
۲۵	۱.۲ معادلات دیفرانسیل مرتبه اول	
۲۶	۱.۱.۲ انواع معادلات دیفرانسیل مرتبه اول	
۲۶	۲.۲ معادلات دیفرانسیل جدانشدنی (تفکیک پذیر)	
۲۶	۱.۲.۲ روش حل معادلات جدانشدنی	
۲۸	۲.۲.۲ معادلات قابل تبدیل به جدانشدنی	
۲۸	۳.۲ معادلات دیفرانسیل همگن	
۲۹	۱.۳.۲ روش حل معادلات همگن	
۳۱	۲.۳.۲ روش حل معادلات دیفرانسیل $y' = F(ax + by + c)$	
۳۲	۳.۳.۲ روش حل معادلات دیفرانسیل $y' = F\left(\frac{ax + by + c}{ax + by + c}\right)$	
۳۵	۴.۲ مسائل حل شده	
۴۵	۵.۲ تمرینات	

۵۱	مسیرهای متعامد و کاربرد معادلات دیفرانسیل مرتبه اول	۳
۵۱	۱.۳ خانواده منحنی‌های هم‌راویه	
۵۲	۲.۳ مسیرهای متعامد	
۵۲	۱.۲.۳ روش تعیین مسیرهای متعامد	
۵۶	۲.۲.۳ مسیرهای متعامد در مختصات قطبی	
۵۸	۳.۳ بوش	
۵۹	۴.۳ کاربردهای معادلات دیفرانسیل مرتبه اول	
۶۴	۵.۳ حل برخی معادلات اینگرالی	
۶۵	۶.۳ مسائل حل شده	
۶۹	۷.۳ تمرینات	
۷۵	معادلات دیفرانسیل کامل و عامل انتگرال‌ساز	۴
۷۵	۱.۴ معادلات دیفرانسیل مرتبه اول کامل	
۷۷	۱.۱.۴ روش حل معادلات دیفرانسیل کامل	
۷۸	۲.۴ حل معادلات دیفرانسیل غیرکامل توسط عامل انتگرال‌ساز	
۷۹	۱.۲.۴ روش تعیین عامل انتگرال‌ساز	
۸۷	۳.۴ مسائل حل شده	
۹۵	۴.۴ تمرینات	
۱۰۵	معادلات دیفرانسیل خطی مرتبه اول و حالات خاص	۵
۱۰۵	۱.۵ معادلات دیفرانسیل خطی مرتبه اول	
۱۰۵	۱.۱.۵ روش حل معادلات دیفرانسیل خطی مرتبه اول	
۱۰۸	۲.۱.۵ معادلات دیفرانسیل فابل تبدیل به معادله خطی مرتبه اول	
۱۰۹	۲.۵ معادله دیفرانسیل برنولی	
۱۰۹	۱.۲.۵ روش حل معادله دیفرانسیل برنولی	
۱۱۰	۳.۵ تعمیم معادله دیفرانسیل برنولی	
۱۱۰	۱.۳.۵ روش حل تعمیم معادله دیفرانسیل برنولی	
۱۱۱	۴.۵ معادله دیفرانسیل ریکاتی	
۱۱۱	۱.۴.۵ روش حل معادله دیفرانسیل ریکاتی	
۱۱۲	۵.۵ معادلات دیفرانسیل لاگرانژ	
۱۱۲	۱.۵.۵ روش حل معادله دیفرانسیل لاگرانژ	
۱۱۴	۲.۵.۵ معادلات دیفرانسیل کلو	
۱۱۶	۶.۵ مسائل حل شده	
۱۲۷	۷.۵ تمرینات	
۱۳۴	۸.۵ جدول تشخیص معادلات دیفرانسیل مرتبه اول	

۱۳۵	معادلات دیفرانسیل مرتبه دوم	۶
۱۳۷	معادلات دیفرانسیل مرتبه دوم فاقد متغیر وابسته y	۱.۶
۱۳۷	روش حل معادلات دیفرانسیل $y'' = f(x, y')$	۱.۱.۶
۱۳۸	معادلات دیفرانسیل مرتبه دوم فاقد متغیر مستقل x	۲.۶
۱۳۸	روش حل معادلات دیفرانسیل $y'' = f(y, y')$	۱.۲.۶
۱۴۰	معادلات دیفرانسیل خطی مرتبه دوم	۳.۶
۱۴۱	جواب‌های مستقل معادلات دیفرانسیل خطی همگن	۴.۶
۱۴۶	روش کاهش مرتبه (دالامبر)	۵.۶
۱۵۱	معادلات دیفرانسیل مرتبه دوم کامل	۶.۶
۱۵۲	مسائل حل شده	۷.۶
۱۶۱	تمرینات	۸.۶
۱۶۵	معادلات با ضرایب ثابت	۷
۱۶۵	معادلات همگن با ضرایب ثابت	۱.۷
۱۷۵	معادلات دیفرانسیل غیرهمگن	۲.۷
۱۷۰	روش ضرایب نامعین	۳.۷
۱۷۱	تابع $g(x)$ جواب معادله همگن متناظر نباشد	۱.۳.۷
۱۷۳	تابع $g(x)$ جواب معادله همگن متناظر باشد	۲.۳.۷
۱۷۴	جدول تعیین فرم خصوصی برای معادله ناهمگن	۳.۳.۷
۱۷۹	حل معادلات دیفرانسیل مراتب بالاتر از ۲ با روش ضرایب نامعین	۴.۷
۱۸۰	تابع $g(x)$ جواب معادله همگن متناظر نباشد	۱.۴.۷
۱۸۰	تابع $g(x)$ جواب معادله همگن متناظر باشد	۲.۴.۷
۱۸۲	کاربرد معادلات دیفرانسیل مرتبه دوم	۵.۷
۱۸۲	مکانیکی انتقالی	۱.۵.۷
۱۸۳	مکانیکی جرحشی	۲.۵.۷
۱۸۳	الکتريکی متوالی	۳.۵.۷
۱۸۴	الکتريکی موازی	۴.۵.۷
۱۸۶	مسائل حل شده	۶.۷
۱۹۴	تمرینات	۷.۷
۱۹۹	روش تغییر پارامترها	۸
۱۹۹	روش تغییر پارامترها (لاگرانژ)	۱.۸
۲۰۴	روش تغییر پارامترها برای مراتب بالاتر	۲.۸
۲۰۷	مسائل حل شده	۳.۸
۲۱۱	تمرینات	۴.۸

۲۱۵	روش عملگر D	۹
۲۱۵	عملگر	۱.۹
۲۱۷	حل معادلات دیفرانسیل مرتبه دوم خطی با عملگر D	۲.۹
۲۱۹	خواص عملگری D	۱.۲.۹
۲۲۰	روش عملگری $\frac{1}{D}$	۲.۲.۹
۲۲۲	حل معادلات خطی مراتب بالاتر از ۲ به روش عملگر D	۳.۹
۲۲۵	تمرینات	۴.۹
۲۲۷	معادلات دیفرانسیل کوشی اویلر	۱۰
۲۲۷	معادلات دیفرانسیل کوشی - اویلر مرتبه دوم	۱.۱۰
۲۲۷	روش حل معادلات دیفرانسیل کوشی - اویلر مرتبه دوم	۱.۱.۱۰
۲۳	معادلات دیفرانسیل کوشی - اویلر مراتب بالاتر از ۲	۲.۱۰
۲۳۴	معادلات دیفرانسیل کوشی - اویلر ناهمگن	۳.۱۰
۲۳۶	مسائل حل شده	۴.۱۰
۲۴۲	تمرینات	۵.۱۰
۲۴۵	حل معادلات دیفرانسیل با استفاده از سری های توانی	۱۱
۲۴۵	سری های توانی	۱.۱۱
۲۴۶	تساع همگرایی و فاصله همگرایی	۱.۱.۱۱
۲۴۷	آرمون بسبب با دالامبر	۲.۱.۱۱
۲۴۷	آرمون ریشه	۳.۱.۱۱
۲۴۹	حل معادله دیفرانسیل به کمک سری توانی	۲.۱۱
۲۵۲	روش ضرایب نامعین	۱.۲.۱۱
۲۵۸	معادله لزاندر	۲.۲.۱۱
۲۶۱	روش مستقات متوالی	۳.۲.۱۱
۲۶۳	روش توسعه یافته (فروبیوس)	۴.۲.۱۱
۲۷۰	معادله دیفرانسیل بسل	۵.۲.۱۱
۲۷۴	مسائل حل شده	۳.۱۱
۲۸۷	تمرینات	۴.۱۱
۲۹۷	تبدیلات لاپلاس و معکوس آن ها	۱۲
۲۹۷	تبدیل لاپلاس	۱.۱۲
۳۰۰	وجود تبدیل لاپلاس	۲.۱۲
۳۰۴	مشق و انگرال تبدیل لاپلاس	۳.۱۲
۳۰۶	تبدیل لاپلاس نواع چندصابطه ای	۴.۱۲
۳۱	تابع ضربه یکه (دلتای دیراک)	۱.۴.۱۲
۳۱۱	تابع گاما (تابع تعمیم یافته فاکتوریل)	۲.۴.۱۲
۳۱۳	معکوس تبدیل لاپلاس	۵.۱۲
۳۱۷	جدول فرمول های لاپلاس	۶.۱۲

۳۲۵	مسائل حل شده	۷.۱۲
۳۲۷	تمرینات	۸.۱۲
۳۳۵	کاربردهای تبدیل لایلاس	۱۳
۳۳۵	حل مسئله با مفادیر اولیه با استفاده تبدیل لایلاس	۱.۱۳
۳۳۸	کانولوشن (پیچش)	۲.۱۳
۳۴۱	حل معادلات انتگرالی	۳.۱۳
۳۴۱	حل معادلات دیفرانسیل انتگرالی	۱.۳.۱۳
۳۴۳	مسائل حل شده	۴.۱۳
۳۴۹	تمرینات	۵.۱۳
۳۵۷	دستگاه معادلات دیفرانسیل	۱۴
۳۵۷	مفاهیم کلی دستگاه‌ها	۱.۱۴
۳۵۹	روش‌های حل دستگاه معادلات دیفرانسیل	۲.۱۴
۳۵۹	روش حذفی	۱.۲.۱۴
۳۶۱	روش استفاده از عملگر مشتق	۳.۱۴
۳۶۴	استفاده از تبدیل لایلاس	۴.۱۴
۳۶۶	روش ماتریسی حل دستگاه معادلات دیفرانسیل خطی مرتبه اول	۵.۱۴
۳۶۷	حل دستگاه معادلات همگن	۱.۵.۱۴
۳۷۳	حل دستگاه معادلات غیرهمگن	۲.۵.۱۴
۳۹۶	مسائل حل شده	۶.۱۴
۳۸۱	تمرینات	۷.۱۴
۳۸۷	آزمون معادلات دیفرانسیل	۱۵
۳۸۷	آزمون ۱	۱.۱۵
۳۸۸	آزمون ۲	۲.۱۵
۳۸۹	آزمون ۳	۳.۱۵
۳۹۰	آزمون ۴	۴.۱۵
۳۹۰	آزمون ۵	۵.۱۵
۳۹۱	آزمون ۶	۶.۱۵
۳۹۲	آزمون ۷	۷.۱۵
۳۹۳	آزمون ۸	۸.۱۵
۳۹۳	آزمون ۹	۹.۱۵
۳۹۴	آزمون ۱۰	۱۰.۱۵

مقدمه مؤلفان

هدف در این کتاب آشنایی با روش‌های معادلات دیفرانسیل و استفاده از آنها در علوم و مهندسی است. کتاب شامل مطالبی برای یک درس یک ترمی است که می‌توان آن را با دیدگاه نظری یا دیدگاه کاربردی درس داد. برای روشن شدن مطالب مثال‌هایی ارائه شده که در یادگیری به دانشجویان عزیز کمک خواهد کرد. از آنجا که کتاب برای دانشجویان رشته‌هایی غیر ریاضی تدوین شده است لذا از آوردن برهان برخی قضایا و گزاره‌ها صرف‌نظر شده است.

برای مطالعه این کتاب فقط نیاز به آشنایی مختصری از حساب دیفرانسیل و انتگرال و چند خاصیت ساده ماتریس‌ها می‌باشد. شایان ذکر است که مثال‌های ارائه شده در این مجموعه شامل بیش از ۴۰ سری سوالات معادلات دیفرانسیل دانشگاه‌های دولتی (امیرکبیر، علم و صنعت و ...)، آزاد اسلامی (تهران مرکزی، تهران جنوب، قزوین، شهر قدس و ...) و همچنین سوالات آزمون‌های کارشناسی ارشد می‌باشد.

بر خود لازم می‌دانیم از تمامی همکارانی که در بازخوانی مطالب و ویرایش یاری کردند، به‌ویژه از استاد بابک سعیدی بخاطر ویرایش و بررسی مجدد تمامی راه‌حل‌ها و تمرینات و ارائه نظرات مفید برای ارتقای سطح کیفی اثر کمال تشکر را داریم. همچنین از اساتید محترم سرکار خانم‌ها دکتر فریبا فلاح‌زاده، دکتر منصوره دلدار، دکتر شهلا جعفری، عاطفه آرمند، سمیه معی‌زاده و شیرین سلطانی محمدی و جناب آقایان دکتر امیرعلی طباطبایی عدنانی، علی ایران‌پور قینانی، دکتر یاسر آزادی، مهندس مصطفی اصلانی، مهندس محمد گودرزی و علیرضا آبرملو تشکر کنیم.

این مجموعه عاری از عیب و نقص نیست لذا نظرات اصلاحی و راهنمایی‌های شما عزیزان را با کمال رغبت می‌پذیریم. در نهایت، قدردانی خود را از ارائه نظرات و پیشنهادات خود از طریق ایمیل Labkhandedanesh@gmail.com جهت اعتلای کیفی این مجموعه اعلام می‌کنیم.