

معادلات دیفرانسیل جزئی کاربردی

جی. دیوید لوگان

ترجمہ:

کیوان مهاجر داود میرزائی

دانشگاه اصفهان

پاییز ۱۳۹۳

سرشناسه	: لوگان، جان دیوید، ۱۹۴۴ - م.
عنوان و نام پدیدآور	: Logan, J. David (John David)
مشخصات نشر	: معادلات دیفرانسیل جزئی کاربردی / جی. دیوید لوگان؛ ترجمه کیوان مهاجر، داود میرزائی. اصفهان: دانشگاه اصفهان، ۱۳۹۳.
مشخصات ظاهری	: ب، ۲۶۰ص: مصور، نمودار.
فروست	: انتشارات دانشگاه اصفهان؛ ۶۲۰
شابک	: ۹۷۸-۶۰۰-۱۱۰-۰۸۳-۳
وضعیت فهرست نویسی	: فیبا
یادداشت	: عنوان اصلی: Applied partial differential equations, 2nd ed, c2004
یادداشت	: واژه نامه.
یادداشت	: کتابنامه.
موضوع	: معادلات دیفرانسیل جزئی
شناسه افزوده	: میرزائی، داود، ۱۳۶۱ - مترجم
شناسه افزوده	: مهاجر، کیوان، ۱۳۵۲ - مترجم
شناسه افزوده	: دانشگاه اصفهان
رده بندی کنگره	: Q۸۳۷۷/۹م۶ ۱۳۹۳
رده بندی دیویی	: ۵۱۵/۳۵۳
شماره کتابشناسی ملی	: ۳۴۸۲۳۴۶



انستیتوت کتابخانه ملی

عنوان کتاب: معادلات دیفرانسیل جزئی کاربردی
ترجمه: دکتر کیوان مهاجر، دکتر داود میرزائی
ناشر: دانشگاه اصفهان
نویسندگان: چاپ اول - پاییز ۱۳۹۳
شمارگان: ۱۰۰۰ جلد
چاپ و صحافی: چاپخانه دانشگاه اصفهان
بها: ۱۰۰/۰۰۰ ریال
کلیه حقوق نشر برای ناشر محفوظ است

مراکز فروش کتاب:

اصفهان: میدان آزادی - خیابان دانشگاه - فروشگاه کتاب دانشگاه اصفهان
تلفن: ۰۳۱-۳۷۹۳۲۱۷۷
پست الکترونیکی: entesharat@ui.ac.ir
تهران: میدان انقلاب - خیابان نصرت - خیابان دکتر قریب، نرسیده به خیابان فرصت - پلاک ۱۱
مؤسسه کتابیران، مرکز پخش کتاب‌های دانشگاهی - تلفن: ۰۲۱-۶۶۵۶۶۵۱۰-۱۵

فهرست مطالب

پیشگفتار

سخن باد سجدو

۱ خاستگاه های فیزیکی معادلات دیفرانسیل جزئی

- ۱.۱ مدل های ریاضی ۴
- ۲.۱ قوانین بقا ۳
- ۳.۱ پخش ۶
- ۴.۱ معادلات دیفرانسیل جزئی در ریست شناسی ۰
- ۵.۱ ارتعاشات و صوت شناسی ۸
- ۶.۱ مکانیک کوانتم* ۱
- ۷.۱ جریان گرما در فضای سه بعدی ۷
- ۸.۱ معادله ی لاپلاس ۳
- ۹.۱ رده بندی معادلات دیفرانسیل جزئی

۲ معادلات دیفرانسیل جزئی روی دامنه های بیکران

- ۱.۲ مسئله ی کوشی برای معادله ی گرما ۱
- ۲.۲ مسئله ی کوشی برای معادله ی موج ۸
- ۳.۲ مسائل بدوضع ۳
- ۴.۲ دامنه های نیم نامتناهی ۶
- ۵.۲ منبع ها و اصل دوهامل ۲
- ۶.۲ تبدیل لاپلاس ۷

۷.۲	تبدیل فوریه	۱۰۳
۸.۲	حل معادلات دیفرانسیل جزئی با سیستم‌های جبری کامپیوتری *	۱۱۰

سطح‌های متعامد

۱.۳	روش فوریه	۱۱۵
۲.۳	سطح‌های متعامد	۱۱۸
۳.۳	سری‌های فوریه کلاسیک	۱۲۸
۴.۳	مسائل اشتور-لیوول	۱۳۴

معادلات دیفرانسیل جزئی روی دامنه‌های کراندار

۱.۴	جداسازی متغیرها	۱۴۵
۲.۴	شرایط شار و تشعشع	۱۵۴
۳.۴	معادله‌ی لاپلاس	۱۶۲
۴.۴	سرد شدن یک کره	۱۷۱
۵.۴	پخش در قرص	۱۷۶
۶.۴	منبع‌ها روی دامنه‌های کراندار	۱۸۲
۷.۴	مسائل تعیین پارامتر *	۱۸۶
۸.۴	روش‌های تفاضل متناهی *	۱۹۲

معادلات دیفرانسیل جزئی در علوم زیستی

۱.۵	مدل‌های ساختار سنی	۲۰۵
۲.۵	جبهه‌های موج انتقالی	۲۱۵
۳.۵	تعادل و پایداری	۲۲۲

معادلات دیفرانسیل معمولی

۲۳۵		
۲۴۵	دنامه فارسی به انگلیسی	

۲۴۹	جمع	
-----	-----	--

پیشگفتار دومین ویرایش

این کتاب برای یک درس استاندارد یک-ترمی در اواسط یا اواخر دوره کارشناسی است که اغلب با عنوان "معادلات دیفرانسیل جزئی مقدماتی" یا "مسائل مقدار مرزی" ارائه می‌شود. مخاطب آن متشکل از دانشجویان ریاضی، مهندسی، علوم است. این کتاب نحوه استخراج معادلات استاندارد مهندسی و علوم (شامل معادله‌ی پهن‌رفت، معادله‌ی پخش، معادله‌ی موج و معادله‌ی لاپلاس) و روش‌های حل آن‌ها روی دامنه‌های کراندار و بی‌کران را ارائه می‌دهد. روش شامل بسط تابع ویژه (جداسازی متغیرها)، تبدیلات انتگرال (فوریه و لاپلاس)، روش‌های مشخصه و روش‌های تفاهل متناهی هستند. در سراسر کتاب تأکید بسیار بر مدل‌سازی و کاربردها وجود دارد. پیش‌نیازها حسابان، معادلات دیفرانسیل هستند.

در این زمینه چندین کتاب برجسته وجود دارد، اما اکثر آن‌ها حجیم هستند. این کتاب به منظور تأمین مقدمه‌ای کوتاه و یک-ترمی در معادلات دیفرانسیل جزئی نوشته شده است. اگرچه سرفصل‌های اصلی پوشش داده شده است، اما در مقایسه با دیگر کتب موجود، هم در گستره و هم در عمق مفاهیم، محدود شده است. مرزهای ریاضیات و علوم به سرعت در حال گسترش است، و یک-ترمی باید تلاش کند که دانشجویان را به سطحی ترقی دهد که بتوانند نسبت به گذشته هر چه سریع‌تر به این مرزها دسترسی یابند. هر سرفصل قدیمی‌ای نباید با تمام جزئیات آزموده شود. یک مثال روش جداسازی متغیرها است که نقش غالبی در اکثر کتاب‌ها بازی می‌کند؛ یک شرح کوتاه و خوش-انتخاب از این روش کافی است.

سطح عرضی مطالب در این کتاب اندکی بالاتر از آن است که در درس معادلات دیفرانسیل با آن برخورد می‌شود. هدف پیشرفت دانشجو در توانایی خواندن ریاضیات است. کتاب‌های حسابان مقدماتی و معادلات دیفرانسیل معمولی شامل مثال‌های بسیار و محاسبات با جزئیات است، اما کتاب‌های پیشرفته‌ی ریاضی و علوم مطالب زیادی را به عهده خواننده می‌گذارند. این کتاب برخی جزئیات آسان را به خواننده واگذار می‌کند. دانشجو تشویق می‌شود که به عنوان بخشی از فرآیند یادگیری جای خالی این جزئیات را پر کند (بخش "سخنی با دانشجو" را ببینید). این نوشته بیشتر سبک مهندسی و علوم دارد تا یک شکل ریاضی رسمی. در نتیجه استدلال‌های داده شده بجای اینکه اثبات‌های ساختاری دقیق باشند، اقتباس هستند. تمرینات به جای اینکه دانشجو را تشویق به تولید تعداد زیادی از جواب‌های پیش پا افتاده کنند، او را تشویق به فکر کردن درباره‌ی

مفاهیم و اقتباس‌ها می‌کنند. دانشجویی که این کتاب را به دقت بخواند و بیشتر تمرینات را حل کند، پایه‌ی علمی استواری برای گرفتن یک درس دوم در معادلات دیفرانسیل جزئی که در آن اثبات‌های دقیق ارائه می‌شوند یا دروس سطح بالا در علوم و مهندسی که در آن‌ها کاربردهای معادلات دیفرانسیل جزئی با جزئیات معرفی می‌شوند، خواهد داشت. هم متن و هم تمرینات مهارت‌هایی تحلیلی ایجاد می‌کنند که برخی دانشجویان آن‌ها را در درس‌های حسابان کسب نکرده‌اند.

تغییرات اصلی در ویرایش دوم شامل یک بخش جدید در فصل اول درباره‌ی فرآیندهای پهن‌رفت و پخش در علوم زیستی و یک فصل جدید (فصل پنجم) درباره‌ی مدل‌های علوم زیستی می‌باشند؛ فصل پنجم شامل بخش‌هایی درباره‌ی ساختار سنی، امواج انتقالی بیماری‌های مری و شکل‌گیری الگوها بر اثر ناپایداری‌های شیمیایی می‌باشد. تمرینات جدید بسیاری به متن اضافه شده‌اند.

در فصل اول برخی از معادلات دیفرانسیل جزئی پایه‌ای در ریاضیات کاربردی را معرفی می‌کنیم. بسیاری از معادلات پایه‌ای از قانون بقا یا قانون موازنه بدست می‌آیند و فرآیندهای فیزیکی مانند پهن‌رفت (هم‌رفت)، پخش و واکنش را توصیف می‌کنند. تنوع کاربردها با نقش محوری معادلات دیفرانسیل جزئی در همه‌ی بخش‌های علوم و مهندسی را آشکار می‌سازد. هدف آن است که دانشجویان درکی از خاستگاه‌های معادلات دیفرانسیل جزئی و تفاوت جواب‌هایشان داده شود. همزمان تمرینات دانشجویان را مجبور می‌کنند که قاعده‌ی زنجیری، قضیه دیورژانس و مفاهیم دیگر حسابان چند متغیره را مرور کنند.

فصل دوم معادلات روی دامنه‌های بی‌کران، هم نامتناهی و هم نیم نامتناهی را بررسی می‌کند. به عقیده‌ی مؤلف این مسائل ساده‌تر از مسائل نظیرشان در دامنه‌های کراندار دارای مزه هستند. اکثر دانشجویان تبدیلات لاپلاس را در یک درس مقدماتی معادلات دیفرانسیل معمولی مطالعه کرده‌اند، پس طبیعی است روش‌های تبدیلاتی را برای معادلات دیفرانسیل جزئی مطالعه کنند.

یک ایده‌ی اساسی در ریاضیات کاربردی، تعامد است. در فصل سوم بجای تمرکز بر روی سری‌های فوریه، یک استراتژی کلی در پیش گرفته می‌شود. درس‌های حسابان همیشه شامل سری‌های تیلر بوده‌اند و بسیاری از آن‌ها شامل مطالبی درباره‌ی سری‌های فوریه نیز هستند. بنابراین دانشجویان آماده‌اند تا بسط‌های کلی توابع بر حسب سری‌ها، بخصوص سری‌های متعامد به آن‌ها معرفی شوند. انگیزه‌ی این بسط‌ها از روش جداسازی متغیرها گرفته می‌شود و سری‌های فوریه کلاسیک به عنوان یک حالت خاص مطالعه می‌شوند.

فصل چهارم شامل مطالب کلاسیک درباره‌ی روش جداسازی متغیرها برای حل معادلات دیفرانسیل جزئی روی دامنه‌های کراندار می‌باشد. معادلاتی با شرایط مرزی متنوع در مختصات دکارتی، استوانه‌ای و کروی حل می‌کنیم. از دانشجویان خواسته می‌شود تا با استفاده از بسته‌های نرم‌افزاری برخی از محاسبات را انجام دهند. بخشی درباره‌ی مسائل وارون و بخشی درباره‌ی روش تفاضل متناهی وجود دارد.

در اینجا می‌خواهم از خوانندگان زیاد ویرایش اول برای کمک در موفقیت آن بسیار قدردانی کنم. مختصر بودن آن مطمئناً تأثیر مثبتی ایجاد کرد. برخی از اظهارات، اصلاحات و پیشنهادات آن‌ها بخشی از این ویرایش جدید شده‌اند. همچنین می‌خواهم از دوست و همکار زیست‌شناسم، پرفسور تونی جورن^۱ به خاطر آشنا کردن من با دنیایی از مسائل جالب بوم‌شناسی تشکر کنم. برخی از این مسائل باعث گنجاندن کاربردهای معادلات دیفرانسیل جزئی در زیست‌شناسی در این ویرایش دوم شدند.

پیشنهاداتی برای استفاده از کتاب: مؤلف این مطالب را در موارد متعددی تدریس کرده است و تقریباً از طرح درس زیر پیروی می‌کند: فصل اول (ده جلسه)، فصل دوم (نه جلسه)، فصل سوم (هفت جلسه)، فصل چهارم (دوازده جلسه)، فصل پنجم (شش جلسه). با این طرح درس بخش‌هایی که با علامت * در فهرست مطالب مشخص شده‌اند، در جلسات درس پوشش داده نمی‌شوند بلکه به عنوان مطالب خواندنی اضافی به دانشجویان تحصیلات تکمیلی که درس را گرفته‌اند واگذار می‌شود. جواب‌های اجمالی بسیاری از تمرینات را می‌توان در وبگاه اینجانب (www.math.unl.edu/~dlogan) یا در سایت اشپرینگر-فرلاگ (www.springer-ny.com) یافت.

جی. دبیرد لوگان

لینکلن، نبراسکا

سخنی با دانشجو

معادلات دیفرانسیل جزئی موضوعی در معادلات دیفرانسیل برای توابع مجهول چند متغیره است که مشتقات درگیر در آن‌ها مشتقات جزئی می‌باشند. به همین منظور این موضوع با حسابان چند متغیره ارتباط بسیار نزدیکی دارد. برای توفیق بیشتر، این باید به خوبی از مفاهیم حسابان چند متغیره داشته باشید. پس یک کتاب حسابان نزد خود داشته باشید و در سواحل لازم آن را مرور کنید. پیشنهاد مشابهی در مورد معادلات دیفرانسیل معمولی مقدماتی نیز قابل اجراست. یک پیوست در انتهای کتاب موجود است که روش‌های پایه‌ای حل معادلات دیفرانسیل معمولی را مرور کرده است.

ثانیاً، یک کتاب ریاضی بایستی با مداد و کاغذ در دست خوانده شود. در کتاب‌های مقدماتی اکثر مراحل تشریح می‌شوند، اما کتاب‌های پیشرفته بسیاری از جزئیات را به خواننده واگذار می‌کنند. این کتاب شامل جزئیات کافی برای دنبال کردن بحث می‌باشد، اما کار با مداد و کاغذ در برخی قسمت‌ها لازم است. تحقیق اظهارات مطرح شده در کتاب تلاشی ارزشمند است و به شما در فراگیری درس کمک خواهد کرد. بسیاری از دانشجویان در می‌یابند که مطالعه‌ی معادلات دیفرانسیل جزئی فرصتی برای تثبیت نمودن بسیاری از مفاهیم حسابان و محاسبات است.

در آخر، تمرینات مهمترین بخش این کتاب هستند و شما باید تلاش کنید تا اکثر، همه‌ی آن‌ها را حل کنید. برخی از آن‌ها به محاسبات تحلیلی یا کامپیوتری عادی نیاز دارند، اما بقیه به تکرار دقیق نیازمندند. ما ریاضیات را با انجام آن فرا می‌گیریم، حتی وقتی در مسئله‌ای گیر کرده‌ایم. تلاشی که به شکست منجر می‌شود به شما کمک خواهد کرد که مفاهیم را دسته‌بندی کرده و فرآیند فراگیری را تقویت کنید. تمرینات را به عنوان یک چالش تلقی کنید و در مقابل وسوسه‌ی تسلیم شدن مقاومت کنید.