

بنگه اندیشه و سخن

توماس

جلد دوم

حساب دیفرانسیل و انتگرال

ویرایش دوازدهم

جرج توماس

تألیف

ترجمه

حمیدرضا خاتمی (عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی - واحد کرج)
حمیدرضا رضازاده (عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی - واحد کرج)
اسماعیل یوسفی (عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی - واحد کرج)
سید علی رضا خاتون آبادی (عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی - واحد تهران غرب)

انتشارات



سرشناسه :	توماس، جورج برنتن ۱۹۱۴-۲۰۰۶ م.
:	Thomas, George B. (George Brinton)
عنوان و نام پدیدآور :	حساب دیفرانسیل و انتگرال / calculus
:	مؤلف جرج توماس؛ مترجمان حمیدرضا خاتمی ... [و دیگران].
مشخصات نشر :	تهران: هیمه، ۱۳۸۹-۱۳۹۰.
مشخصات ظاهری :	ج۲: مصور، جدول، نمودار: ۲۲ × ۲۹ س.م.
شابک :	ج۲: ۹۷۸-۶۰۰-۶۰۶۰-۰۸-۸ ج۱: ۹۷۸-۶۰۰-۶۰۶۰-۰۹-۵ ریا: ۹۷۸-۶۰۰-۶۰۶۰-۰۱-۹
:	دوره: ۹۷۸-۶۰۰-۶۰۶۰-۰۹-۵
وضعیت فهرست نویسی :	فیا
یادداشت :	عنوان اصلی: Thomascalculus
یادداشت :	مترجمان: حمیدرضا خاتمی، حمیدرضا رضازاده، اسماعیل یوسفی، علیرضا خاتون‌آبادی.
یادداشت :	ج۲ (چاپ اول: ۱۳۹۰) (فیا)
موضوع :	حسابان
موضوع :	هندسه تحلیلی
شناسه افزوده :	خاتمی، حمیدرضا، ۱۳۳۶ - مترجم.
رده‌بندی کنگره :	۱۳۸۹ ح۵/ت۹/۳۰۳ QA۸۳
رده‌بندی دیویی :	۵۱۵/۱۵
شماره کتابخانه ملی :	۲۱۳۰۹۱۹

نام کتاب: حساب دیفرانسیل و انتگرال (جلد دوم)

مؤلف: جرج توماس

مترجمان: حمیدرضا خاتمی (عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی - واحد کرج)

حمیدرضا رضازاده (عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی - واحد کرج)

اسماعیل یوسفی (عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی - واحد کرج)

سید علی‌رضا خاتون‌آبادی (عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی - واحد تهران غرب)

ناشر: هیمه

نوبت چاپ: اول - بهار ۱۳۹۰

حروفچینی: زهره پاک‌نژاد

صفحه آرایی: مریم پاک‌نژاد

طراحی تصاویر: ندا مرادی

تیراژ: ۲۰۰۰ نسخه

لیتوگرافی: آبان

چاپ: عمرانی

صحافی: علیپور

قیمت: ۱۳۵۰۰ تومان

ISBN: 978-600-6060-08-8

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۶۰۶۰-۰۸-۸

ISBN: 978-600-6060-09-5

شابک دوره: ۹۷۸-۶۰۰-۶۰۶۰-۰۹-۵

آدرس دفتر مرکزی و مرکز پخش: خیابان انقلاب، خیابان اردیبهشت (منیری جاوید)، نبش خیابان لبافی نژاد،

پلاک ۳۹، واحد ۲، انتشارات هیمه - تلفن: ۶۶۴۴۴۰۹۴

حمد و سپاس بی‌کران بر ایزد یکتا، آن یگانه مطلق هستی که حذی را بر لطف او نتوان یافت که هر چه داریم از اوست. حساب دیفرانسیل و انتگرال از جمله مباحثی است که در بسیاری از شاخه‌های علوم و فنی و مهندسی کاربردهای فراوانی دارد. بنابراین یادگیری مفهومی و درک عمیق مطالب آن مشهود است. بر این اساس در اختیار داشتن مرجع کامل همراه با مثال‌های متنوع و کاربردی آن به یادگیری هر چه بیشتر این مطالب به دانشجویان عزیز کمک می‌کند. با توجه به استقبال مدرسين و دانشجویان از چاپ‌های قبلی کتاب حساب دیفرانسیل و انتگرال توماس، بر آن شدیم تا چاپ جدید کتاب را که ویرایش دوازدهم است ترجمه کنیم.

در پایان مترجمان بر خود لازم می‌دانند از زحمات فراوان مدیریت محترم انتشارات هیمه در خصوص فراهم آوردن امکان چاپ این اثر و گروه فنی هیمه به خصوص خانم‌ها زهره پاک‌نژاد که زحمت حروفچینی و مریم پاک‌نژاد که با ظرافت خاصی زحمت صفحه‌آرایی کتاب را بر عهده داشتند کمال تشکر و قدردانی را به‌جا آورند.

با وجود تلاش بسیار برای تصحیح اشکالات تایپی، به دلیل حجم بودن کتاب امکان وجود هر نوع اشتباه را در آن نمی‌توان نادیده گرفت. لذا از خوانندگان محترم تقاضا داریم در صورت وجود برخورد با هرگونه اشتباهی، مراتب را با ناشر یا مؤلفان یا به ایمیل himehpublication@gmail.com اطلاع دهند. ضمناً از هرگونه پیشنهاد سازنده برای ارتقاء سطح کیفی کتاب در چاپ‌های بعدی استقبال می‌گردد.

مترجمان

www.ketab.ir

پیش‌گفتار

این چاپ جدید حساب دیفرانسیل و انتگرال توماس را با توجه به نیازهای جدید دانشجویان و استادان مورد تجدید نظر قرار دادیم. نتیجه آن کتابی شد که دارای مثال‌های بیشتر، تمرین‌های متوسط بیشتر، شکل‌های بیشتر و مسائل مفهومی با دقت و دیدگاه‌های عمیق‌تر است. مانند ویرایش قبلی، این کتاب معرفی مدرن‌ترین از حساب دیفرانسیل و انتگرال را با استفاده از درک مفهومی ارائه می‌کند اما عناصر اساسی و سنتی این دانش را به همان صورت حفظ می‌کند. این افزایش را با اضافه کردن کارگاه ریاضی خودم (که در کتاب بحث شده است) که کار را برای دانشجویان ساده‌تر و قابلیت بیشتری را به استادان می‌دهد انجام شده است.

بسیاری از دانشجویان با واژگان و اشکال محاسباتی حساب دیفرانسیل و انتگرال در دوران دبیرستان آشنا شده‌اند. به رغم این آشنایی گاهی به خاطر فقدان مهارت در عملیات جبری و واژگان مربوطه در ریاضیات دانشگاهی دچار مشکل می‌شوند. با این کتاب درسی سعی کردیم این تعادل را به وجود آورده و دانشجویانی که دارای تجربه ضعیفی هستند بتوانند مهارت لازم را در این زمینه‌ها کسب کنند. برای همین موضوعات زیادی را برای بازبینی و حل‌های مرحله به مرحله و تمریناتی که درک دانشجویان را برای تمام مراحل کامل کند ارائه کردیم.

سعی کردیم دانشجویان را برای تفکر به جای حفظ کردن فرمول‌ها و برای تعمیق مفاهیمی که به آنها معرفی شده است ترغیب کنیم. امید به این داریم که دانشجویان پس از گرفتن این درس دارای توانایی بیشتری برای حل مسئله و دلیل آوردن برای درک مسائل شوند. مسلط شدن بر یک مسئله زیبا با کاربردهای آن در جهان بهترین هدیه‌ای که هر یک از این کار در یافت می‌کند، اما هدیه واقعی توانایی تفکر و تعمیق آن است. هدف ما از ارائه این کتاب حمایت و پشتیبانی از هر دوی این هدایا است.

تغییرات چاپ دوازدهم

محتوی هنگام آماده‌سازی این ویرایش ساختمان اصلی برنامه این کتاب را بر اساس همان چاپ یازدهم قرار دادیم. اما درخواست استفاده کنندگان از کتاب برای بازبینی و جابه‌جا کردن معادلات پارامتری بر آن شدیم که این قسمت را بعد از دستگاه مختصات قطبی بنویسیم و قاعده هوییتال را بعد از توابع متعالی معرفی کنیم. بازبینی‌های بسیاری را در مورد بسیاری از فصل‌ها انجام دادیم که به شرح زیر است.

- توابع این فصل را غلیظ‌تر کرده و مفاهیم تابع را بیشتر مورد توجه قرار دادیم. موضوعات پیش‌نیاز برای آن شامل اعداد حقیقی، نمو، خطوط راست، فاصله، دایره و سهمی را در پیوست ۱-۳ معرفی کردیم.
- حد برای بهبود این فصل، ایده حد را که شامل بی‌نهایت و ارتباط آن با مجانب نمودار تابع است را در آخر فصل آوردیم.
- دیفرانسیل‌گیری وقتی از آهنگ تغییرات و مماس بر منحنی به عنوان محرکی برای مطالعه مفهوم حد استفاده کردیم آن را با مفهوم مشتق ترکیب و در یک فصل آوردیم. تعداد مثال نسبت‌های وابسته را افزایش دادیم و مثال‌های جدیدی برای رسم توابع گویا انجام دادیم.
- پادمشتق و انتگرال‌گیری ما در این قسمت ساختار چاپ یازدهم را که در آن پادمشتق در آخرین قسمتی که کاربرد مشتق وجود دارد ظاهر می‌شود همان گونه حفظ کردیم. تمرکز ما روی "پیدا کردن تابع از مشتق آن" به عنوان حل ساده‌ترین معادله دیفرانسیل مرتبه اول است. انتگرال را به صورت "حد مجموع ریمان" که برای پیدا کردن مساحت شکل‌های عمومی با محیط منحنی به کار می‌رود را به عنوان موضوع اصلی فصل ۵ انتخاب کردیم. بعد از گسترش دقیق مفهوم انتگرال توجه خود را معطوف به محاسبه آن و ارتباط آن با پادمشتقی که در قضیه اساسی حساب دیفرانسیل و انتگرال آمده است، کردیم. در پی آن کاربرد هندسی انتگرال را که محاسبه مساحت، حجم، طول مسیر و مرکزگرم بود به صورت حد مجموع ریمانی تعریف کردیم.

که انتگرال معین نامیده می‌شود که می‌توان با محاسبه پادمشتق انتگرالده آن را محاسبه کرد. بعد از آن به حل معادلات دیفرانسیل پیچیده‌تر مرتبه اول که بعد از معرفی توابع متعالی بود پرداختیم.

- **معادلات دیفرانسیل در برخی از دانشگاه‌ها این درس را به عنوان یک درس مستقل از حساب دیفرانسیل و انتگرال تدریس می‌کنند.** اما هنگام معرفی رشد نمایی و زوال در بخش توابع متعالی حل معادلات دیفرانسیل جدا شونده را معرفی کردیم، و نیاز خود در این معادلات را در دو فصل تنظیم کردیم (که می‌توان آن را از بحث حساب و دیفرانسیل خارج کرد). معرفی معادلات دیفرانسیل مرتبه اول را در فصل ۹ انجام دادیم که شامل بحث جدیدی از دستگاه‌ها و صفحات تراز^۱ است که در مدل‌های شکارچی رقابتی^۲ و پیشگواصلاح‌گرو وجود دارد، استفاده می‌شود. معادلات دیفرانسیل مرتبه دوم را در فصل ۱۷ مورد بحث قرار دادیم که در آزمایشگاه ریاضی من و در وبسایت حساب دیفرانسیل و انتگرال توماس WWW.pearsonhighered.com/Thomas وجود دارد.

- **سری‌ها ساختار سری‌ها و مفاهیم آنها را که در چاپ یازدهم در مبحث دنباله و سری انجام دادیم به همان صورت حفظ کردیم.** اشکال و تمرین‌های جدیدی را به بخش‌های مختلف اضافه کردیم و بعضی از اثبات‌های مربوط به همگرایی در مورد سری‌های توانی را به منظور دستیابی مواد لازم برای درک بهتر دانشجویان انجام دادیم. درخواست یکی از استفاده‌کنندگان، این کتاب که این بود "هرکاری که به منظور ساده کردن کتاب برای درک دانشجویان در دانشکده لازم است انجام دهید" باعث شده که کارهای بالا را انجام دهیم.

- **معادله پارامتری بسیاری از خوانندگان درخواست کردند که این بخش به فصل ۱۱ منتقل شود، جایی که دستگاه مختصات قطبی و مقاطع مخروطی معرفی شده‌اند.** ما این کار را انجام دادیم، زیرا بسیاری از دانشگاه‌ها این مطلب را در ابتدای درس حساب دیفرانسیل و انتگرال III قبل از ورود به مبحث بردارها و حساب دیفرانسیل توابع چند متغیره تدریس می‌کنند.

- **توابع برداری مطالب این فصل را به گونه‌ای تنظیم کردیم که تأکید بیشتری بر ایده‌های مفهومی داشته باشد و مطالب بعدی در مشتقات جزئی را مانند بردارگرادیان و انتگرالده خط را پوشش دهد.** گنج فرقه و همچنین سه قانون حرکت سیاره‌ای که کپلر را به طور عمیق‌تر توضیح دادیم.

- **حساب دیفرانسیل و انتگرال چند متغیره این فصل را گسترش داده و شکل‌ها، مثال‌ها و تمرینات بیشتری به آن افزودیم.** در مورد انتگرال دوگانه و کاربرد انتگرال دوگانه و سه‌گانه برای محاسبه جرم و گشتاور در یک فصل برای فضای دو و سه بعدی بحث کردیم. این سازماندهی مجدد موجب به جریان افتادن سؤالات کلیدی ریاضی و دیدگاه‌های محاسباتی آنها شده مانند چاپ یازدهم، تلاش برای ارتباط بین تابع چندمتغیره و یک متغیره که در ابتدای کتاب مطرح شده بود انجام دادیم.

- **میدان برداری تلاش زیادی برای بهبود شما نیست و وقت مفاهیم ریاضی برای حساب دیفرانسیل برداری از جمله مثال‌های بیشتر، شکل‌ها و تمرینات انجام دادیم.** قضایای مهم و نتایج آنها واضح‌تر و کامل‌تر همراه با توضیحات زیاده‌تر از فرض‌هایشان و پی‌آمدهای ریاضی آنها بیان کردیم. مساحت رویه را در یک بخش جدا معرفی کردیم و رویه‌هایی که به طور ضمنی یا صریح داده شده است را به عنوان حالات عمومی‌تر پارامتری مورد توجه قرار دادیم. انتگرال سطح و کاربردهای آن در یک بخش جدا مطرح کردیم. قضیه استوکس و دیورژانس را نیز مانند قبل تعمیمی از قضیه گرین در صفحه برای فضای سه بعدی در نظر گرفتیم.

تمرین‌ها و مثال‌ها می‌دانیم که مؤلفه حیاتی حساب دیفرانسیل و انتگرال تمرین و مثال است. بنابر اهمیتی که این مطلب دارد، تعداد تمرین‌ها را در هر بخش زیادتر و به روز کردیم. حدود ۷۰۰ مسئله در این ویرایش به کتاب اضافه شده است. سازماندهی و گروه‌بندی تمرین‌ها در موضوعات مختلف را مانند چاپ‌های قبلی، همراه با گسترش مسائل محاسباتی برای مسائل کاربردی و نظری، انجام دادیم. تمرین‌هایی که برای حل آنها نیاز به دستگاه نرم‌افزاری کامپیوتر (مانند Maple یا Matjematica) داشت را در انتهای هر بخش از تمرین‌ها با عنوان اکتشافات کامپیوتری مشخص کردیم. بسیاری از تمرین‌های کاربردی بخش فرعی برای نشان دادن نوع کاربردی است که در مسائل به آن پرداخته شده است.

1) phase plane 2) competitive hunter

بسیاری از بخش‌ها شامل مثال‌های جدیدی هستند که موضوعات مورد بحث را روشن‌تر و عمیق‌تر نشان دهند، و به دانشجویان کمک کنند تا پی‌آمدهای ریاضی یا کاربردی مسائل را در علوم و مهندسی درک کنند. در همین زمان مثال‌هایی که دارای موضوعات تکراری بودند را حذف کردیم.

هنر از آنجا که وجود هنر در یادگیری حساب دیفرانسیل و انتگرال مهم است، شکل‌ها را در حساب دیفرانسیل و انتگرال توماس بهتر کردیم و شکل‌های دیگری را نیز به آن افزودیم. برای این کار از رنگ‌های مختلف برای رسم شکل‌ها استفاده کردیم تا بتوانیم مفاهیم را بهتر و زیاده‌تر توضیح دهیم. همچنین نگاه جدیدتری به شکل‌ها کرده و سعی کردیم با توضیحات خلاصه و دقیق آن را نشان دهیم.

تکنولوژی در درسی که از این مطالب استفاده می‌شود می‌توان بر حسب سلیقه مدرس، از کاربرد تکنولوژی نیز بهره جیست. هر بخش شامل تمرین‌هایی است که استفاده از تکنولوژی در آنها لازم است و آنها را با علامت **T** نشان دادیم و برای حل آنها می‌توان از ماشین حساب و کامپیوتر استفاده کرد، برخی‌ها را نیز با عنوان اکتشافات کامپیوتری در صورتی که دستگاه جبری کامپیوتری لازم باشد (CAS مانند Maple یا Mathematica) مشخص کردیم که می‌توانید از نسخه 13 Maple و 7 Mathematica برای حل آنها کمک بگیرید.

www.ketab.ir

۱	معادلات پارامتری و مختصات قطبی	۱۱
۱	۱.۱۱ پارامتری سازی منحنی در صفحه	
۸	۲.۱۱ حساب دیفرانسیل و انتگرال با منحنی های پارامتری	
۱۶	۳.۱۱ مختصات قطبی	
۱۹	۴.۱۱ رسم در مختصات قطبی	
۲۳	۵.۱۱ مساحت و طول در مختصات قطبی	
۲۶	۶.۱۱ قسمت های مخروط	
۳۴	۷.۱۱ مقاطع مخروطی در مختصات قطبی	
۴۵	بردارها و هندسه در فضا	۱۲
۴۵	۱.۱۲ دستگاه مختصات سه بعدی	
۴۹	۲.۱۲ بردارها	
۵۷	۳.۱۲ ضرب نقطه ای	
۶۴	۴.۱۲ ضرب خارجی	
۶۹	۵.۱۲ خط و صفحه در فضا	
۷۲	۶.۱۲ استوانه ها و رویه های درجه دوم	
۸۷	توابع برداری و حرکت در فضا	۱۳
۸۷	۱.۱۳ منحنی ها در فضا و خط مماس آن ها	
۹۵	۲.۱۳ انتگرال توابع برداری؛ حرکت پرتابه	
۱۰۳	۳.۱۳ طول قوس در فضا	
۱۰۶	۴.۱۳ انحنا و بردار قائم یک منحنی	
۱۱۲	۵.۱۳ مؤلفه های مماس و قائم شتاب	
۱۱۶	۶.۱۳ سرعت و شتاب در مختصات قطبی	
۱۲۳	مشتقات جزئی	۱۴
۱۲۳	۱.۱۴ توابع چندمتغیره	
۱۳۰	۲.۱۴ حدود و پیوستگی در ابعاد بالاتر	
۱۳۷	۳.۱۴ مشتقات جزئی	
۱۴۶	۴.۱۴ قاعده زنجیره ای	
۱۵۴	۵.۱۴ مشتق جهتی و بردارهای گرادیان	
۱۶۱	۶.۱۴ صفحات مماس و دیفرانسیل ها	
۱۷۱	۷.۱۴ مقادیر اکسترمم و نقاط زینی	
۱۷۹	۸.۱۴ ضرایب لاگرانژ	
۱۸۸	۹.۱۴ فرمول تیلر برای توابع دومتغیره	
۱۹۱	۱۰.۱۴ مشتقات جزئی با متغیرهای قیدی (شرطی)	

۲۰۳	انتگرال‌های دوگانه و مکرر در ناحیه‌های مستطیل شکل	۱.۱۵
۲۰۷	انتگرال‌های دوگانه روی نواحی عمومی	۲.۱۵
۲۱۵	یافتن مساحت با استفاده از انتگرال دوگانه	۳.۱۵
۲۱۸	انتگرال‌های دوگانه در حالت قطبی	۴.۱۵
۲۲۳	انتگرال‌های سه‌گانه در مختصات مستطیلی	۵.۱۵
۲۳۰	گشتاورها و مرکز ثقل اجسام	۶.۱۵
۲۳۷	انتگرال‌های سه‌گانه در مختصات استوانه‌ای و کروی	۷.۱۵
۲۴۶	تغییر متغیرها در انتگرال‌های چندگانه	۸.۱۵

۲۵۹	انتگرال خط	۱.۱۶
۲۶۵	میدان‌های برداری و انتگرال خط: کار، گردش و شار	۲.۱۶
۲۷۷	استقلال خطی، میدان‌های پایستار و توابع پتانسیل	۳.۱۶
۲۸۷	قضیه گرین در صفحه	۴.۱۶
۲۹۶	رویه و مساحت	۵.۱۶
۳۰۶	انتگرال‌های سطح	۶.۱۶
۳۱۴	قضیه استوکس	۷.۱۶
۳۲۶	قضیه دیورژانس و یک نظریه یکسانی	۸.۱۶

۳۳۹	قانون توزیع‌پذیری برای ضرب خارجی بردارها	۸.پ
۳۴۰	قضیه مشتق مخلوط و قضیه بیرونی	۹.پ
۳۴۴	جواب تمرین‌های شماره فرد	
۴۱۱	جدول انتگرال‌ها	