



حساب دیفرانسیل و انتگرال و هندسه تحلیلی

(ویرایش چهاردهم)

جلد اول (قسمت اول)

Based on the original work by

GEORGE L. THOMAS, JR.
Massachusetts Institute of Technology

as revised by

JOEL HASS
University of California, Davis

CHRISTOPHER HEIL
Georgia Institute of Technology

MAURICE D. WEIR
Naval Postgraduate School

ترجمه

فرزین حاجی جمشیدی - مهرداد آزادی

عنوان و نام پدیدآور	: حساب دیفرانسیل و انتگرال و هندسه تحلیلی / [نویسندگان جورج ب. توماس ... (و دیگران)] ؛ ترجمه فرزین حاجی جمشیدی، مهرداد آزادی.
مشخصات نشر	: تهران : صفار، ۱۳۹۷-
مشخصات ظاهری	: ج.: مصور (رنگی)، جدول (رنگی)، نمودار (رنگی)؛ ۲۲×۲۹ س.م.
شابک	: دوره: ۶-549-978-964-388-549-6؛ ج. ۱، ق. ۱: ۵-546-978-964-388-546-5؛ ج. ۱، ق. ۲: ۲-547-978-964-388-547-2؛ ج. ۲: ۹-548-978-964-388-548-9
وضعیت فهرست نویسی	: فیبا
یادداشت	: عنوان اصلی: Thomas' calculus, 14 th ed, 2018.
یادداشت	: نویسندگان جورج ب. توماس، جوئل هاس، کریستوفر هیل، موریس د. ویر.
یادداشت	: کتاب حاضر بر اساس کتاب "حساب دیفرانسیل و انتگرال و هندسه تحلیلی" اثر جورج ب. توماس است که در ویراستهای قبلی اثر اصلی توماس مؤلف است.
یادداشت	: مترجمین بخش دوم از جلد اول، فرزین حاجی جمشیدی و محمدعلی اسلامی خوزانی.
موضوع	: حسابان
موضوع	: Calculus
موضوع	: حساب دیفرانسیل
موضوع	: Differential calculus
موضوع	: حساب دیفرانسیل
موضوع	: Differential calculus
موضوع	: هندسه تحلیلی
موضوع	: Geometry, Analytic
شناسه افزوده	: توماس، جورج ب. - ۱۹۱۴ - ۲۰۰۶ م.
شناسه افزوده	: Thomas, George B. (George Brinton)
شناسه افزوده	: حاجی جمشیدی، فرزین، - ۱۳۸۱ - مترجم
شناسه افزوده	: آزادی، مهرداد، مترجم
رده بندی کنگره	: ۱۳۹۷ ح ۵/۳-۳۰۳ QA
رده بندی دیویی	: ۵۱۵/۱۵
شماره کتابشناسی ملی	: ۵۲۴۲۳۳۸

فهرست نویسی پیش از انتشار: انتشارات صفار



نام کتاب	: حساب دیفرانسیل و انتگرال و هندسه تحلیلی - ویرایش چهارم، 2018 (جلد اول قسمت اول)
مؤلفین	: جورج ب. توماس - جوئل هاس - کریستوفر هیل - موریس د. ویر
مترجمین	: فرزین حاجی جمشیدی - مهرداد آزادی
ویرایش گر	: مهسا صدیقی نیا
طرح جلد	: فرهاد کمالی
حروفچینی	: معرفت
لیتوگرافی	: گنج شایگان ① ۵۵۴۰۲۱۸۴
چاپ متن	: گنج شایگان ① ۵۵۴۰۳۴۷۸
شمارگان	: ۲۲۰۰ نسخه
نوبت چاپ	: اول - پاییز ۱۳۹۷
قیمت	: ۴۰۰۰۰۰ ریال
ناشر	: انتشارات صفار
مرکز پخش	: خیابان انقلاب - روبروی دبیرخانه دانشگاه تهران - بازارچه کتاب - طبقه همکف
	: انتشارات اشراقی ① ۶۶۴۰۸۴۸۷ تلفن: ۶۶۹۷۰۹۹۲
	: خیابان انقلاب - روبروی دبیرخانه دانشگاه تهران - بازارچه کتاب - طبقه زیرین
	: پخش کتاب بینش ① ۶۶۴۹۶۲۹۹
	: کتابفروشی صفا ① ۶۶۹۷۸۸۴۶



www.saffarpublishing.ir

ISBN 978-964-388-546-5

شابک : ۵-۵۴۶-۳۸۸-۹۶۴-۹۷۸

www.Eshraghi.ir

ISBN 978-964-388-549-6

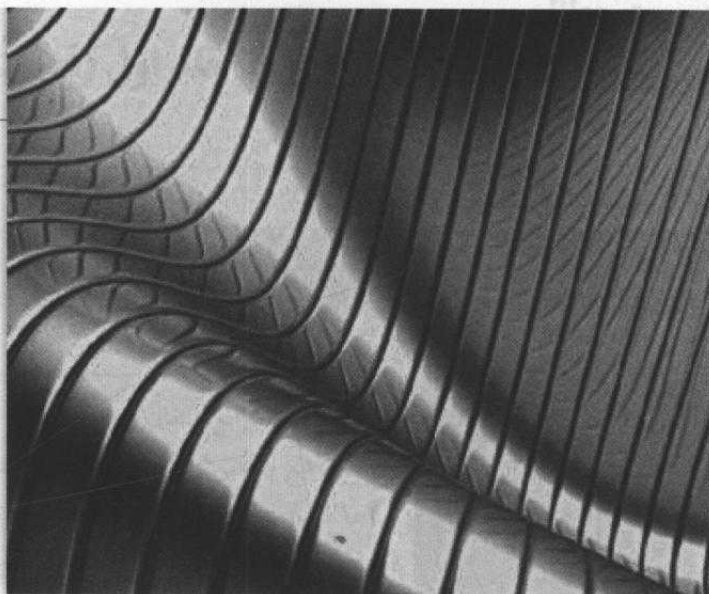
شابک دوره: ۶-۵۴۹-۳۸۸-۹۶۴-۹۷۸

Email: saffar_publishing@yahoo.com

این اثر، مشمول قانون حمایت مؤلفان و مصنفان و هنرمندان مصوب ۱۳۴۸ است، هرکس تمام یا قسمتی از این اثر را بدون اجازه مؤلف (ناشر) نشر، یا پخش یا عرضه کند مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت.

مدیریت واحد تولید انتشارات صفار: ۰۹۱۲-۱۰۷۳۰۰۳

مقدمه



ویرایش چهاردهم کتاب حساب دیفرانسیل و انتگرال توماس، برداشتی مدرن از حسابان را با گسترش درک مفهومی از ایده‌های مهم ریاضی ارائه می‌دهد. این کتاب دنباله‌ای از مباحث حسابان را که معمولاً دانشجویان در چند نیمسال تحصیلی خود نیاز دارند پشتیبانی می‌کند.

توضیحات شهودی دقیق، مثال‌های منتخب و تمرین‌های آموزشی عالی و مجموعه‌ای کامل از تمرین‌ها و مسائل شالوده این کتاب را تشکیل می‌دهند. در این ویرایش سعی کرده‌ایم که بهسازی کتاب را در هر دو مسیر آماده‌سازی آن برای اهداف امروزه دانشجویان و کامپیوتر، آن در جهان متغیر کنونی ادامه دهیم. بسیاری از دانشجویان تحت تأثیر حسابان دوره دبیرستان هستند. برخی دیگر آنرا با تجربه موفق خود در گذراندن این درس در کالج مقایسه می‌کنند. به هر حال نتیجه مهارت در کسب توانایی برای محاسبات و بی‌توجهی به شکاف‌های بنیادین در جبر و هندسه همراه با درک ضعیف از مفاهیم مباحث حسابان بوده است.

هدف ما در این کتاب برآورده کردن نیازهای جمعیت رو به افزایش پژوهش‌گران و علاقمندان به مباحث حسابان است.

ما به دقت مباحث مروری کافی (در کتاب و پیوست‌ها)، جواب‌هایی با ذکر کامل جریانات و مثال‌ها و تمرین‌های گوناگون را فراهم کرده‌ایم تا درک کاملی برای دانشجویان در کلیه سطوح فراهم سازیم. در کتاب مطالب فراوانی در جهت حمایت از بالندگی تفکر ریاضی، بسیار فراتر از فقط حفظ فرمول‌ها و روش‌ها ارائه شده است. ما چگونگی تعمیم مفاهیم کلیدی ریاضی را وقتی برای اولین بار معرفی می‌شوند نشان می‌دهیم.

پیوست‌ها در کلیه جهات، سعی دارند مفاهیم جدید را با مفاهیمی که قبلاً مطالعه شده‌اند پیوند دهند. پس از مطالعه حساب دیفرانسیل و انتگرال توماس حل مسائل و توانایی‌های استدلالی ما در بسیاری از جنبه‌های گوناگون زندگی گسترش می‌یابد.

تسلط بر این مطالب زیبا و خلاقانه همراه با بسیاری کاربردهای مهم در میدان‌های گوناگون، پاداشی است که بدست می‌آوریم. هدیه اصلی مطالعه حسابان، توانایی ما در تفکر منطقی و دقیق، درک آنچه که تعریف شده، آنچه که فرض شده و آنچه استنتاج شده و یادگیری چگونگی تفکر عقلایی و تعمیم منطقی مسائل است.

هدف ما در این کتاب پشتیبانی این اهداف بوده است.

جلد اول (قسمت اول)

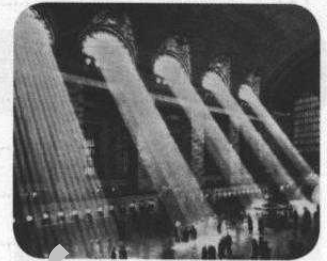
۵۷۲

۸۱

مقدمه

توابع

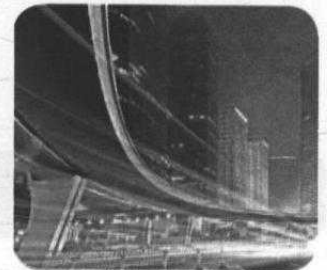
۱



- ۱-۱ توابع و نمودار آنها ۱۳
- ۱-۲ ترکیب توابع؛ انتقال و مقیاس‌بندی نمودارها ۲۵
- ۱-۳ توابع مثلثاتی ۳۲
- ۱-۴ ترسیم با نرم‌افزار ۴۰
- سؤالات مروری ۴۳
- تمرین‌های عملی ۴۴
- تمرین‌های اضافی و پیشرفته ۴۶

حدود و پیوستگی

۲



- ۲-۱ حدود و پیوستگی ۴۹
- ۲-۲ حد تابع و قوانین حد ۵۴
- ۲-۳ تعریف دقیق حد ۶۴
- ۲-۴ حدود یک‌طرفه ۷۳
- ۲-۵ پیوستگی ۸۰
- ۲-۶ حدود شامل بی‌نهایت، مجانب‌های عمودی ۹۰
- سؤالات مروری ۱۰۲
- تمرین‌های عملی ۱۰۳
- تمرین‌های اضافی و پیشرفته ۱۰۵

مشتقات

۳



- ۳-۱ مماس‌ها و مشتق در یک نقطه ۱۰۹
- ۳-۲ مشتق به‌عنوان یک تابع ۱۱۳
- ۳-۳ قوانین مشتق‌گیری ۱۲۱
- ۳-۴ مشتق به‌عنوان آهنگ تغییر ۱۲۹
- ۳-۵ مشتقات توابع مثلثاتی ۱۳۹
- ۳-۶ قانون زنجیره‌ای ۱۴۵
- ۳-۷ مشتق‌گیری ضمنی ۱۵۱
- ۳-۸ نسبت‌های وابسته ۱۵۷
- ۳-۹ خطی‌سازی و دیفرانسیل ۱۶۵

۱۷۴	سؤالات مروری
۱۷۵	تمرین‌های عملی
۱۸۰	تمرین‌های اضافی و پیشرفته

کاربردهای مشتق

۴

۱۸۵	۴-۱ مقادیر اکسترمم توابع روی بازه بسته
۱۹۲	۴-۲ قضیه مقدار میانگین
۱۹۹	۴-۳ توابع یکنوا و آزمون مشتق اول
۲۰۴	۴-۴ تقعر و رسم نمودار
۲۱۵	۴-۵ بهینه‌سازی کاربردی
۲۲۷	۴-۶ روش نیوتن
۲۳۳	۴-۷ پادمشتق‌ها
۲۴۱	سؤالات مروری
۲۴۲	تمرین‌های عملی
۲۴۶	تمرین‌های اضافی و پیشرفته



انتگرال گیری

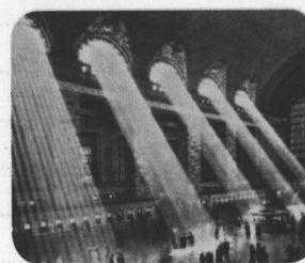
۵

۲۴۹	۵-۱ مساحت و برآورد با بسط‌های تانها
۲۵۹	۵-۲ نماد سیگما و حد جمع‌های متناهی
۲۶۴	۵-۳ انتگرال معین
۲۷۴	۵-۴ قضیه اساسی حساب دیفرانسیل و انتگرال
۲۸۴	۵-۵ انتگرال‌های معین و روش جانشانی
۲۸۸	۵-۶ جانشانی‌های انتگرال معین و مساحت بین منحنی‌ها
۲۹۷	سؤالات مروری
۲۹۷	تمرین‌های عملی
۳۰۱	تمرین‌های اضافی و پیشرفته



پیوست‌ها

۳۰۵	A-۱ اعداد حقیقی و خط حقیقی
۳۱۰	A-۲ استقرای ریاضی
۳۱۲	A-۳ خطوط، دایره و سهمی‌ها
۳۲۱	A-۴ اثبات قضایای حد
۳۲۳	A-۵ حدهایی که بکرات رخ می‌دهند
۳۲۳	A-۶ نظریه اعداد حقیقی

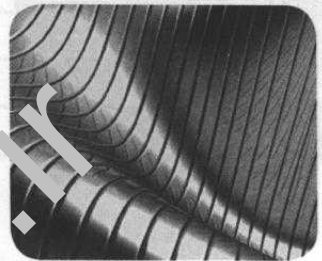


۳۲۶	 A-۷ اعداد مختلط
۳۳۳	 پاسخ تمرین‌های فرد
۳۶۹	 جدول خلاصه‌ای از انتگرال‌ها
۳۷۴	 چند فرمول جبری مهم
۳۷۷	 حدود، قاعده‌های مشتق‌گیری و انتگرال‌گیری

جلد اول (قسمت دوم)

۶ کاربردهای انتگرال‌های معین

۶



۱۳	 ۶-۱ حجم با روش برشی
۲۳	 ۶-۲ حجم‌ها با استفاده از پوسته‌های استوانه‌ای
۳۰	 ۶-۳ طول خم
۳۴	 ۶-۴ مساحت رویه‌های حاصل از دوران
۴۰	 ۶-۵ کار، نیروی سیالات
۴۹	 ۶-۶ تست‌ها و مراکز جرم
۶۰	 تمرین‌های مروری
۶۱	 تمرین‌های عملی
۶۳	 تمرین‌های اضافی و پیشرفته

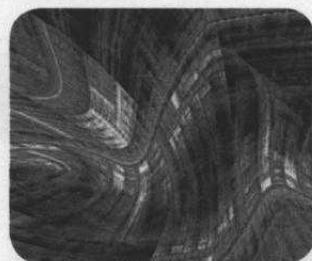
۷ توابع متعالی

۷



۶۷	 ۷-۱ توابع وارون و مشتقات آن‌ها
۷۵	 ۷-۲ لگاریتم طبیعی
۸۱	 ۷-۳ توابع نمایی
۹۱	 ۷-۴ تغییر نمایی و معادلات دیفرانسیل جداشونده
۹۹	 ۷-۵ شکل‌های نامعین و قاعده هوییتال
۱۰۶	 ۷-۶ توابع وارون مثلثاتی
۱۱۷	 ۷-۷ توابع هذلولوی
۱۲۵	 ۷-۸ آهنگ‌های نسبی رشد
۱۳۰	 سوالات مروری
۱۳۰	 تمرین‌های عملی
۱۳۴	 تمرین‌های اضافی و پیشرفته

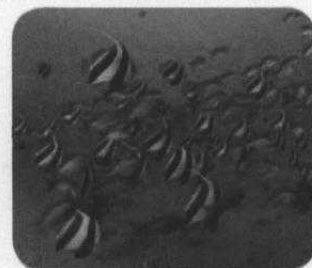
- ۸-۱ استفاده از فرمول‌های اساسی انتگرال گیری ۱۳۷
- ۸-۲ انتگرال گیری جزء به جزء ۱۴۱
- ۸-۳ انتگرال‌های مثلثاتی ۱۴۷
- ۸-۴ جانشینی‌های مثلثاتی ۱۵۰
- ۸-۵ انتگرال توابع گویا با تجزیه به کسرها ۱۵۴
- ۸-۶ انتگرال‌های جدولی و دستگاه‌های کامپیوتری جبری ۱۶۰
- ۸-۷ انتگرال گیری عددی ۱۶۴
- ۸-۸ انتگرال‌های غیرعادی (ناسره) ۱۷۲
- ۸-۹ احتمال ۱۸۱
- سؤالات مروری ۱۹۲
- تمرین‌های عملی ۱۹۳
- تمرین‌های اضافی و پیشرفته ۱۹۶



معادلات دیفرانسیل مرتب اول

۹

- ۹-۱ جواب‌ها، میدان‌های شیب و روش ایلر ۲۰۱
- ۹-۲ معادلات دیفرانسیل خطی مرتب اول ۲۰۸
- ۹-۳ کاربردها ۲۱۳
- ۹-۴ جواب نموداری معادلات دیفرانسیل ساده‌تر ۲۱۸
- ۹-۵ دستگاه‌های معادلات و صفحات فازی ۲۲۴
- سؤالات مروری ۲۳۰
- تمرین‌های عملی ۲۳۰
- تمرین‌های اضافی و پیشرفته ۲۳۲



دنباله‌های نامتناهی و سری‌ها

۱۰

- ۱۰-۱ دنباله‌ها ۲۳۶
- ۱۰-۲ سری نامتناهی ۲۴۷
- ۱۰-۳ آزمون انتگرال ۲۵۵
- ۱۰-۴ آزمون‌های مقایسه ۲۶۲
- ۱۰-۵ همگرایی مطلق؛ آزمون‌های نسبت و ریشه ۲۶۶
- ۱۰-۶ سری‌های متناوب و همگرایی مشروط ۲۷۱
- ۱۰-۷ سری‌های توانی ۲۷۷

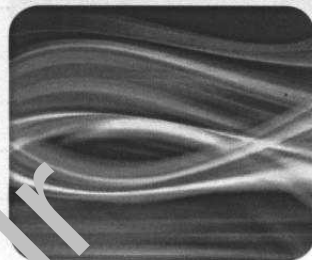


۲۸۶	۸-۱۰ سری‌های تیلور و مک لورن
۲۹۰	۹-۱۰ همگرایی سری‌های تیلور
۲۹۶	۱۰-۱۰ کاربردهای سری تیلور
۳۰۲	سؤالات مروری
۳۰۳	تمرین‌های عملی
۳۰۶	تمرین‌های اضافی و پیشرفته

معادلات پارامتری و مختصات قطبی

۱۱

۳۱۱	۱۱-۱ پارامتری کردن خم‌های مسطحه
۳۲۰	۱۱-۲ حساب دیفرانسیل و انتگرال منحنی‌های پارامتری
۳۲۸	۱۱-۳ مختصات قطبی
۳۳۲	۱۱-۴ رسم معادلات در مختصات قطبی
۳۳۶	۱۱-۵ مساحت‌ها و طول منحنی‌ها در مختصات قطبی
۳۴۰	۱۱-۶ مقاطع مخروطی
۳۴۸	۱۱-۷ مقاطع مخروطی در مختصات قطبی
۳۵۴	سؤالات مروری
۳۵۵	تمرین‌های عملی
۳۵۸	تمرین‌های اضافی و پیشرفته



پیوست‌ها

.....	A-۷ اعداد مختلط
.....	پاسخ تمرین‌های فرد
.....	جدول خلاصه‌ای از انتگرال‌ها
.....	خلاصه فرمول‌های مباحث سری‌ها، حدود و قاعده‌های انتگرال‌گیری



جلد دوم

بردارها و هندسه فضایی

۱۲

۱۳	۱۲-۱ دستگاه مختصات سه بعدی
۱۸	۱۲-۲ بردارها
۲۶	۱۲-۳ ضرب نقطه‌ای
۳۳	۱۲-۴ ضرب خارجی
۳۹	۱۲-۵ خطوط و صفحات در فضا
۴۶	۱۲-۶ استوانه‌ها و رویه‌های درجه دوم
۵۲	سؤالات مروری



- ۵۳..... تمرین‌های عملی
- ۵۵..... تمرین‌های اضافی و پیشرفته

۱۳ توابع برداری و حرکت در فضا

۱۳

- ۵۹..... ۱۳-۱ توابع برداری
- ۶۸..... ۱۳-۲ انتگرال‌های توابع برداری، حرکت پرتابه
- ۷۶..... ۱۳-۳ طول کمان در فضا
- ۸۰..... ۱۳-۴ انحنا و بردار یک‌ه قائم N
- ۸۵..... ۱۳-۵ مولفه‌های مماسی و قائم شتاب
- ۹۰..... ۱۳-۶ سرعت و شتاب در مختصات قطبی
- ۹۳..... سوالات مروری
- ۹۴..... تمرین‌های عملی
- ۹۶..... تمرین‌های اضافی و پیشرفته



۱۴ مشتقات جزئی

۱۴

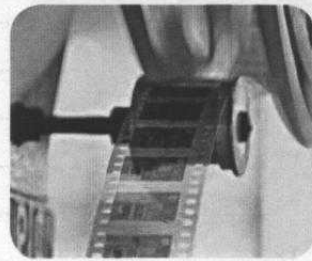
- ۹۹..... ۱۴-۱ توابع پ-لمتوره
- ۱۰۸..... ۱۴-۲ حد و پیوستگی رفته‌های بالاتر
- ۱۱۶..... ۱۴-۳ مشتقات جزئی
- ۱۲۶..... ۱۴-۴ قاعده زنجیره‌ای
- ۱۳۴..... ۱۴-۵ مشتقات جهتی و بردارهای گرادیان
- ۱۴۱..... ۱۴-۶ صفحات مماس و دیفرانسیل‌ها
- ۱۵۰..... ۱۴-۷ مقادیر اکسترمم و نقاط زینی
- ۱۶۰..... ۱۴-۸ ضرایب لاگرانژ
- ۱۶۸..... ۱۴-۹ فرمول تیلور توابع دو متغیره
- ۱۷۱..... ۱۴-۱۰ مشتقات جزئی با متغیرهای مقید
- ۱۷۵..... سوالات مروری
- ۱۷۶..... تمرین‌های عملی
- ۱۸۰..... تمرین‌های اضافی و پیشرفته



۱۵ انتگرال‌های چندگانه

۱۵

- ۱۸۳..... ۱۵-۱ انتگرال‌های دوگانه
- ۱۸۸..... ۱۵-۲ انتگرال‌های دوگانه روی سایر نواحی
- ۱۹۷..... ۱۵-۳ مساحت، با انتگرال دوگانه
- ۲۰۰..... ۱۵-۴ انتگرال‌های دوگانه در مختصات قطبی
- ۲۰۷..... ۱۵-۵ انتگرال‌های سه‌گانه در مختصات مستطیلی
- ۲۱۶..... ۱۵-۶ کاربردها
- ۲۲۴..... ۱۵-۷ انتگرال‌های سه‌گانه در مختصات استوانه‌ای و کروی

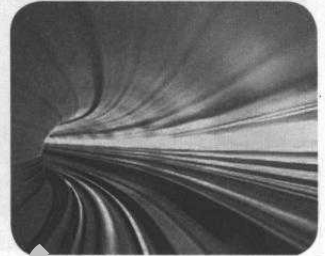


۲۳۶	.....	۱۵-۸	جانشانی در انتگرال‌های چندگانه
۲۴۵	.....	سؤالات مروری	
۲۴۵	.....	تمرین‌های عملی	
۲۴۸	.....	تمرین‌های اضافی و پیشرفته	

انتگرال‌ها و میدان‌های برداری

۱۶

۲۵۱	.....	۱۶-۱	انتگرال‌های روی خط
۲۵۷	.....	۱۶-۲	میدان‌های برداری و انتگرال‌های روی خط: کار، گردش و شار
۲۷۰	.....	۱۶-۳	مستقل از مسیر، تابع پتانسیل و میدان‌های پایستار
۲۷۸	.....	۱۶-۴	قضیه گرین در صفحه
۲۸۹	.....	۱۶-۵	رویه‌ها و مساحت
۲۹۸	.....	۱۶-۶	انتگرال‌های رویه‌ای
۳۰۷	.....	۱۶-۷	قضیه استوکس
۳۱۷	.....	۱۶-۹	قضیه دیورژانس و نظریه وحدت
۳۲۸	.....	سؤالات مروری	
۳۲۸	.....	تمرین‌های عملی	
۳۳۲	.....	تمرین‌های اضافی و پیشرفته	



پیوست‌ها

۳۳۵	.....	A-۸	قاعده پخش ضرب خارجی بردارها
۳۳۶	.....	A-۹	قضیه مشتق آمیخته و قضیه نر
۳۳۹	.....		پاسخ تمرین‌های فرد
۳۷۰	.....		فرمول‌های عملگرهای برداری (شکل کارترین)
۳۷۰	.....		ضرب برداری سه بردار (سه گانه)
۳۷۰	.....		اتحادهای برداری

