

مکانیک و الکترونیک



علیرضا شعبانی



سرشناسه	بیات، سجاد، ۱۳۶۶ -
عنوان و نام پدیدآور	مکانیک و الکترومغناطیس با آنالیز برداری / تألیف سجاد بیات، علیرضا شعبانی.
مشخصات نشر	تهران: سیمای دانش: آذر، ۱۳۹۳.
مشخصات ظاهری	۴۳۲ ص.
شابک	978-600-120-191-2
وضعیت فهرست نویسی	فیبا
یادداشت	واژه نامه.
یادداشت	کتابنامه.
موضوع	الکترومغناطیس
موضوع	مکانیک
موضوع	بردارها
موضوع	آنالیز ریاضی
شناسه افزوده	شعبانی، علیرضا
رده بندی کنگره	۵۳۷
رده بندی دیویی	۳۷۲۶۰۶۰
شماره کتابشناسی ملی	۳۷۲۶۰۶۰

مکانیک و الکترومغناطیس با آنالیز برداری

تألیف:	سجاد بیات، علیرضا شعبانی
ناشر:	انتشارات سیمای دانش
ناشر همکار:	انتشارات آذر
نوبت چاپ:	اول/ ۱۳۹۴
تیراژ:	۱۰۰۰ نسخه
حروفچینی:	موسسه مهراد
لیتوگرافی:	ندا ۷۷۶۸۳۵۸۳
چاپخانه:	فرشیوه
صفافی:	یکتافر
شابک:	۹۷۸-۶۰۰-۱۲۰-۱۹۱-۲
قیمت:	۲۳۰۰۰ تومان

کلیه حقوق این اثر برای انتشارات سیمای دانش محفوظ است.

انتشارات سیمای دانش: خیابان انقلاب - ابتدای خیابان ۱۲ فروردین
 پلاک ۳۱۸ - تلفن: ۶۶۴۶۴۷۷۹
 فروشگاه سیمای دانش: ۶۶۴۶۰۵۴۵
 انتشارات آذر: ۶۶۴۶۵۸۳۰
 کتابفروشی عمر دانش: ۶۶۴۹۳۷۰۱
 کتابفروشی پرهمام: ۶۶۴۶۸۲۳۵

پیشگفتار

مکانیک علمی است که به مطالعه حرکات ماده و نیروهایی که باعث آن حرکات می‌شود، می‌پردازد. دانش مکانیک بر مبنای متعددی هم‌چون زمان، مکان، نیرو، انرژی، و ماده بنا گردیده است. قوانین مکانیک به تمام اجسام، اعم از میکروسکوپی یا ماکروسکوپی، از قبیل الکترون‌ها در اتم‌ها و سیارات در فضا یا حتی به کهکشان‌ها در بخش‌های دور دست جهان اعمال می‌شود. سه شاخه اصلی رشته مکانیک عبارتند از: مکانیک کلاسیک، مکانیک کوانتومی و مکانیک نسبیتی. در این کتاب تنها به توصیف مکانیک کلاسیک پرداخته شده است. مکانیک کلاسیک، با اجسام در حال سکون، شرایط سکون و حرکت آنها تحت تأثیر نیروهای داخلی و خارجی، سرو کار دارد.

الکترومغناطیس علمی است که به مطالعه پدیده‌های الکتریکی و مغناطیسی و ارتباط این دو با هم می‌پردازد. بر هم کنش دو میدان مغناطیسی و الکتریکی عمود بر هم یک میدان الکترومغناطیسی به وجود می‌آورد. الکترومغناطیس یکی از چهار نیروی بنیادی طبیعت است (سه نیروی دیگر نیروی هسته‌ای قوی، نیروی هسته‌ای ضعیف و گرانش هستند). در نظریه الکترومغناطیس این نیروها به وسیله میدان‌های الکترومغناطیسی توصیف می‌شوند. الکترومغناطیس نیرویی است که الکترون‌ها و پروتون‌ها را در داخل اتم‌ها پیش هم نگه می‌دارد. در حقیقت حامل همه نیروهای درون مولکولی، نیروی الکترومغناطیسی است.

بردارها که نقش برجسته‌ای در تحلیل مسائل فیزیک و مهندسی دارند، مبنای اصلی در تحلیل مسائل مکانیک و الکترومغناطیس هستند. از طرفی مسلط بودن به حل انتگرال‌های دوگانه و سه‌گانه در سه دستگاه دکارتی، استوانه‌ای و کروی و همچنین

آشنایی با عملگرها و قضایای مهم برداری (گرادیان، دیورژانس، کرل، لاپلاسی، قضیه هلمهولتز، قضیه استوکس، قضیه دیورژانس) جهت آنالیز مسائل، امری ضروری است.

در این کتاب سعی شده است مهمترین مباحث و موضوعات کاربردی مکانیک و الکترومغناطیس در قالب آنالیز برداری با ارائه مثال‌های متنوع به زبانی شیوا و ساده بیان شود.

این اثر می‌تواند به عنوان یک مرجع کمکی برای دانشجویان علوم و مهندسی برای درس‌های فیزیک پایه ۱ و ۲، مکانیک تحلیلی، ریاضی فیزیک ۱، الکترومغناطیس در مقطع کارشناسی و همچنین یک منبع مناسب برای داوطلبان کنکور کارشناسی ارشد فیزیک، مهندسی برق، ژئوفیزیک، هواشناسی و فیزیک دریا مورد استفاده قرار گیرد.

تلاش بر این بوده است که تا حد ممکن تمام روابط و فرمول‌ها بصورت صحیح نوشته شوند ولی از تمامی دانش پژوهان و کارشناسان جهت ارائه نظرات و پیشنهادات جهت بهبود کار از طریق آدرس اینترنتی (Sajad@aut.ac.ir) یاری می‌طلبیم.

در پایان لازم می‌دانیم از زحمات تمام دوستانی که دلسوزانه ما را در آماده‌سازی این کتاب یاری نمودند سپاسگزاری نماییم.

سجاد بیات، علیرضا شعبانی، زمستان ۱۳۹۳

فهرست

فصل ۱ قواعد پایه و دستگاه‌های مختصات.....۱

۱-۱- جمع و تفاضل دو بردار ۱

۲-۱- ضرب داخلی دو بردار ۲

۳-۱- ضرب خارجی دو بردار ۳

۱-۳-۱- ارتباط بین اندازه ضرب‌های داخلی و خارجی دو بردار ۳

۲-۳-۱- ارتباط بین ضرب‌های سه‌گانه ۳

۴-۱- معادله صفحه ۵

۵-۱- خطوط در سه بعد ۷

۱-۵-۱- معادلات پارامترهای خط ۷

۶-۱- مشتق یک بردار ۸

۷-۱- دستگاه‌های مختصات متعامد ۱۰

۸-۱- مختصات دکارتی ۱۰

۱-۸-۱- امان‌های طول، سطح و حجم در دستگاه مختصات دکارتی ۱۱

۹-۱- مختصات استوانه‌ای ۱۲

۱-۹-۱- امان‌های طول، سطح و حجم در دستگاه استوانه‌ای ۱۴

۱۰-۱- مختصات کروی ۱۴

۱-۱۰-۱- امان‌های طول، سطح و حجم در مختصات کروی ۱۶

۱۱-۱- تبدیل مختصات یک نقطه از دستگاهی به دستگاه دیگر ۱۷

۱-۱۱-۱- دکارتی - استوانه‌ای ۱۸

۲-۱۱-۱- دکارتی - کروی ۱۸

۱۲-۱- تبدیل بردارهای یک‌ه از دستگاهی به دستگاه دیگر ۱۸

۱-۱۲-۱- دکارتی - استوانه‌ای ۱۸

- ۱۹..... ۱-۱۲-۲- دکارتی-کروی
- ۲۰..... ۱-۱۲-۳- استوانه ای-کروی

فصل ۲ عملگرهای دیفرانسیلی و انتگرالهای چندگانه..... ۲۳

- ۲۳..... ۱-۲- مشتقات جزئی
- ۲۴..... ۱-۱-۲- قاعده زنجیره‌ای مشتق یک تابع دومتغیره
- ۲۴..... ۲-۱-۲- قاعده زنجیره‌ای در مورد توابع سه متغیره
- ۲۶..... ۳-۱-۲- مشتق‌های جزئی با متغیرهای مقید
- ۲۶..... ۲-۲- مشتق مراتب بالاتر
- ۲۷..... ۳-۲- عملگر دل (گرادیان)
- ۳۰..... ۴-۲- صفحه‌های مماس و خط‌های قائم بر رویه
- ۳۱..... ۵-۲- مختصات منحنی‌الخط
- ۳۲..... ۶-۲- گرادیان، دیورژانس، کرل و لاپلاسی در مختصات‌های مختلف
- ۳۲..... ۱-۶-۲- مختصات دکارتی
- ۳۳..... ۲-۶-۲- مختصات استوانه‌ای
- ۳۴..... ۳-۶-۲- مختصات کروی
- ۳۴..... ۷-۲- نکاتی در مورد عملگرهای دیفرانسیلی
- ۳۵..... ۸-۲- اتحادهای دیفرانسیلی برداری
- ۳۹..... ۹-۲- قضیه هلمهولتز
- ۴۰..... ۱۰-۲- تعیین یک تابع با استفاده از گرادیان آن
- ۴۳..... ۱۱-۲- انتگرال‌های دوگانه
- ۵۵..... ۱۲-۲- جانشانی در انتگرال‌های دوگانه
- ۵۶..... ۱۳-۲- تبدیل انتگرال‌های دکارتی به انتگرال‌های قطبی
- ۶۰..... ۱۴-۲- انتگرال‌های سه‌گانه
- ۶۳..... ۱-۱۴-۲- انتگرال‌های سه‌گانه در مختصات استوانه‌ای و کروی

۶۵	۱۵-۲- جانشانی در انتگرال‌های سه‌گانه
۶۸	۱۶-۲- انتگرال‌های روی خم- میدان‌های برداری
۷۱	۱۷-۲- کار یک میدان برداری
۷۲	۱۸-۲- قضیه دیورژانس
۷۲	۱۹-۲- قضیه استوکس
۷۳	۲۰-۲- قضیه گرین در صفحه
۷۴	۲۱-۲- چگالی شار
۷۴	۲۲-۲- چگالی گردش
۸۴	۲۳-۲- میدان‌های پایستار و مستقل از مسیر
۸۵	۲۴-۲- المان‌های انتگرال‌گیری پراکند
۱۰۱	۲۵-۲- مسائل نوع ۱
۱۰۲	۲۶-۲- پاسخ مسائل نوع ۱
۱۰۵	۲۷-۲- مسائل نوع ۲
۱۰۷	۲۸-۲- پاسخ مسائل نوع ۲
۱۱۸	۲۹-۲- مسائل مختلف
۱۱۹	۳۰-۲- پاسخ مسائل مختلف
۱۲۵	۳۱-۲- مسائل آخر فصل

۱۲۷ فصل ۳ مکانیک

۱۲۷	۱-۳- مقدمه
۱۲۹	۲-۳- توصیف حرکت ذره در مختصات دکارتی
۱۳۱	۳-۳- توصیف حرکت ذره در مختصات قطبی
۱۳۸	۴-۳- توصیف حرکت ذره در مختصات استوانه‌ای
۱۴۰	۵-۳- توصیف حرکت ذره در مختصات کروی
۱۴۴	۶-۳- انواع حرکت

۱۴۵	۳-۶-۱- حرکت بر روی خط راست
۱۴۷	۳-۶-۲- حرکت با شتاب متغیر
۱۴۸	۳-۶-۳- حرکت جسم در راستای قائم
۱۵۰	۳-۶-۴- حرکت پرتابی
۱۵۵	۳-۶-۵- پرتاب افقی
۱۵۶	۳-۶-۶- پرتاب زیر سطح افق
۱۵۷	۳-۶-۷- حرکت دایره‌ای
۱۵۸	۳-۶-۸- حرکت دایره‌ای یکنواخت
۱۶۱	۳-۷-۱- نیرو و قوانین نیوتن
۱۶۱	۳-۷-۱- قانون اول نیوتن
۱۶۲	۳-۷-۲- قانون دوم نیوتن
۱۶۲	۳-۷-۳- قانون سوم نیوتن
۱۶۳	۳-۸- راهنمای حل مسائل نیرو
۱۶۴	۳-۹- نیروی وزن
۱۶۴	۳-۱۰- نیروی کشش نخ
۱۶۵	۳-۱۱- نیروی عمودی تکیه‌گاه
۱۶۵	۳-۱۲- نیروی اصطکاک
۱۶۷	۳-۱۳- ماشین آتوود
۱۶۹	۳-۱۴- قرقه متحرک
۱۷۰	۳-۱۵- سطح شیب‌دار
۱۷۸	۳-۱۶- مشتق‌های زنجیره‌ای
۱۸۰	۳-۱۷- نیروهای وابسته به زمان
۱۸۱	۳-۱۸- نیروهای وابسته به سرعت
۱۸۳	۳-۱۹- حرکت ذره افتان در حضور مقاومت هوا
۱۸۶	۳-۲۰- حرکت ذره تحت تأثیر نیروی مرکزی
۱۹۳	۳-۲۱- مفهوم کار

۱۹۴	۲۲-۳- کار نیروهای متغیر.....
۲۰۰	۲۳-۳- انرژی جنبشی.....
۲۰۱	۲۴-۳- قضیه کار و انرژی.....
۲۰۲	۲۵-۳- نیروهای پایستار و ناپایستار.....
۲۰۳	۲۶-۳- انرژی پتانسیل.....
۲۰۳	۲۷-۳- پایداری انرژی مکانیکی.....
۲۰۶	۲۸-۳- مرکز جرم.....
۲۰۷	۲۸-۳-۱- مرکز جرم ذرات گسسته.....
۲۰۸	۲۸-۳-۲- مرکز جرم اجسام صلب.....
۲۲۴	۲۹-۳- دوران جسم صلب.....
۲۲۴	۲۹-۳-۱- دوران یک جسم صلب حول یک محور ثابت.....
۲۲۵	۲۹-۳-۲- انرژی جنبشی دورانی.....
۲۲۷	۳۰-۳- گشتاور نیرو.....
۲۲۸	۳۱-۳- ممان اینرسی (لختی دورانی).....
۲۲۸	۳۱-۳-۱- محاسبه ممان اینرسی سیستمی از ذرات.....
۲۳۰	۳۱-۳-۲- محاسبه ممان اینرسی اجسام صلب.....
۲۴۱	۳۱-۳-۳- قضیه‌ی محورهای عمود.....
۲۴۲	۳۲-۳- قضیه محورهای موازی.....
۲۵۱	۳۳-۳- تحلیل کامل حرکت آرام یک جسم صلب.....
۲۵۲	۳۳-۳-۱- غلتش یک جسم به سمت پایین روی سطح شیب‌دار.....
۲۵۴	۳۳-۳-۲- حرکت بدون لغزش.....
۲۵۵	۳۳-۳-۳- ملاحظات انرژی.....
۲۵۶	۳۳-۳-۴- وقوع لغزش.....
۲۸۰	۳۴-۳- مسائل آخر فصل.....

فصل ۴ الکترومغناطیس ۲۸۳

۲۸۳	۱-۴- قانون کولن
۲۸۶	۲-۴- میدان الکتریکی
۲۸۷	۱-۲-۴- محاسبه نیروی الکتریکی با استفاده از میدان الکتریکی
۲۸۷	۳-۴- خطوط میدان (خطوط نیرو)
۲۸۷	۱-۳-۴- ویژگی‌های خطوط میدان
۲۹۰	۴-۴- محاسبه میدان الکتریکی
۳۰۳	۵-۴- قانون گاوس
۳۱۶	۶-۴- پتانسیل الکتریکی
۳۱۷	۱-۶-۴- پتانسیل الکتریکی توزیع بار گسترده
۳۱۸	۲-۶-۴- پتانسیل الکتریکی برای توزیع پیوسته
۳۳۰	۳-۶-۴- سطوح هم‌پتانسیل
۳۳۳	۷-۴- رابطه بین میدان و پتانسیل الکتریکی
۳۳۵	۸-۴- کار
۳۳۵	۱-۸-۴- کار لازم جهت ساختن یک مجموعه بار نقطه‌ای
۳۳۷	۲-۸-۴- کار لازم جهت ساختن یک توزیع بار
۳۳۸	۹-۴- قطبش
۳۴۳	۱۰-۴- شرایط مرزی برای میدان‌های الکتریکی
۳۴۳	۱-۱۰-۴- شرایط مرزی بین فلز و هوا
۳۴۵	۲-۱۰-۴- شرایط مرزی بین دو عایق
۳۴۹	۱۱-۴- خازن
۳۵۰	۱-۱۱-۴- زاویه فضایی
۳۵۰	۲-۱۱-۴- خازن تخت
۳۵۱	۳-۱۱-۴- خازن استوانه‌ای
۳۵۳	۴-۱۱-۴- خازن کروی

۳۵۶	 ۵-۱۱-۴ بهم بستن خازن ها
۳۵۸	 ۶-۱۱-۴ انرژی ذخیره شده در خازن
۳۶۴	 ۱۲-۴ جریان های الکتریکی دائم
۳۶۵	 ۱-۱۲-۴ مقاومت یک جسم
۳۶۶	 ۱۳-۴ میدان مغناطیسی
۳۶۷	 ۱۴-۴ نیروی مغناطیسی
۳۷۰	 ۱۵-۴ قانون بیوسوار
۳۸۷	 ۱۶-۴ قانون آمپر
۳۹۱	 ۱۷-۴ شار مغناطیسی
۳۹۴	 ۱۸-۴ معادلات ماکسول
۳۹۶	 ۱-۱۸-۴ معادله موج
۴۰۰	 ۲-۱۸-۴ بازتاب و عبور
۴۰۳	 ۱۹-۴ مسائل آخر فصل

۴۰۵ پیوست: فرمولهای اساسی ریاضیات

۴۰۵	 روابط بین توابع مثلثاتی
۴۰۵	 توابع با آرگومان منفی
۴۰۵	 فرمولهای مجموع
۴۰۶	 فرمولهای چند برابر زاویه
۴۰۶	 جمع، تفاضل و ضرب توابع مثلثاتی
۴۰۶	 توابع معکوس مثلثاتی
۴۰۷	 روابط بین اضلاع و زوایای یک مثلث قائم الزاویه
۴۰۷	 ارتباط بین اضلاع و زوایا
۴۰۷	 قواعد کلی دیفرانسیل
۴۰۸	 مشتق توابع مثلثاتی و معکوس مثلثاتی
۴۰۸	 مشتق توابع نمایی و لگاریتمی
۴۰۹	 قواعد کنی انگرال گیری

تبدیلات مهم انتگرال گیری ۴۱۰

واژه‌نامه فارسی به انگلیسی ۴۱۱

مراجع ۴۱۹

www.ketab.ir