

ویرایش هفتم

مکانیک برداری

برای مهندسان

دینامیک

فردیناند پی. بیر

دانشگاه لی های

ای. راسل جانستون

دانشگاه کونکتیکوت

ویلیام ای. کلازن

دانشگاه ایالتی اوهایو

ترجمه:

بهرام پوستی

مکانیک برداری برای مهندسان دینامیک / فردیناند پی بیر ... [و دیگران]:
[مترجم] بهرام پوستی. -- تهران: فکر خلاق (نوین): امید انقلاب،
۱۳۸۴.

۵۰۰ ص.

ISBN 964-8771-15-4

فهرست نویسی براساس اطلاعات فیبا.

عنوان اصلی: Vector mechanics for engineers:
statics and dynamics 7th ed. c2004.

کتاب حاضر تحت عنوان "دوره مکانیک" در ویرایشهای قبلی توسط
فردیناند بیر و راسل جانستون تهیه گردیده است.

۱. مکانیک عملی. ۲. بردارها. ۳. استاتیک. ۴. دینامیک. الف. بیر،
فردیناند پیر، ۱۹۱۵ -، Beer, Ferdinand pierre، دوره مکانیک.
ب. پوستی، بهرام، ۱۳۳۲ -، مترجم. ج. عنوان: دوره مکانیک.

۶۲۰/۱۰۵

۹۳۵/۲۸۳

۱۳۸۴

۸۴-۳۳۶۱۲ م

کتابخانه ملی ایران

مؤسسه انتشاراتی فرهنگی فکر خلاق نوین تهران - صندوق پستی ۶۱۴-۱۳۱۴۵

نام کتاب	: مکانیک برداری برای مهندسان دینامیک
نویسنده	: فردیناند پی بیر
مترجم	: بهرام پوستی
ناشر	: مؤسسه انتشاراتی فرهنگی فکر خلاق نوین - امید انقلاب
نوبت چاپ	: اول ۸۴
تیراژ	: ۳۳۰۰ نسخه
لیتوگرافی	: توس
چاپ و صحافی	: امیدوار
قیمت	: ۵۵۰۰۰ ریال
شابک	: ۹۶۴-۸۷۷۱-۱۵-۴

مراکز فروش:

بخش کتاب علوم پویا: میدان انقلاب - خیابان اردیبهشت (منیری جاوید) - بین خیابان شهدای
ژاندار مری و خیابان وحید نظری - بن بست بهاره پلاک ۲۱۳ تلفن ۶۶۹۶۰۷۷۳-۶۶۴۱۹۵۶۷
تلفکس ۶۶۹۶۰۷۷۲

بخش کتاب دانشوران ۶۶۴۱۶۶۷۸-۶۶۴۱۶۱۷۶

مرکز توزیع اصفهان: علم گستر سپاهان ۰۳۱۱-۲۲۱۹۹۷۸-۹

موفقیت آمیز تجدیدنظر کرده‌اند و به علت نقشی که در آموزش مهندسی داشته‌اند، به دریافت نشان‌هایی مانند Western Fund Award و Distinguished Educator Award از بخش مکانیک انجمن مهندسی آمریکا نائل آمده‌اند. در سال ۲۰۰۱، نشان جدید بخش مکانیک به نام پیر - جانستون مزین شد.

فردیناند و راسل در ویرایش هفتم مکانیک برداری برای مهندسان، همکاران جدیدی را در تیم خود داشته‌اند. ویلیام کلازن یکی از نگارندگان ویرایش هفتم دینامیک است. جرج استاب، که در ویرایش ششم همکاری داشت، در ویرایش هفتم استاتیک و دینامیک نیز نقش مؤثری در تهیه مثال‌ها، مسائل نمونه و مسائل تکلیف داشته است.

فردیناند پی. پیر در فرانسه متولد شد و در فرانسه و سوئیس تحصیل کرد. مدرک MS را از دانشگاه سوربن و مدرک Sc.D. را در مکانیک نظری از دانشگاه ژنو دریافت کرد. پس از خدمت در ارتش فرانسه در اوایل جنگ جهانی دوم، به ایالات متحده رفت و در کالج ویلیامز به تدریس برنامه‌ریزی صنعتی پرداخت. فردیناند، پس از خدمت در کالج ویلیامز، به دانشگاه لی‌های پیوست و در آنجاسی و هفت سال تدریس کرد و عناوین و مسئولیت‌های مختلفی، مانند استاد ممتاز دانشگاه و ریاست دپارتمان مهندسی مکانیک، به وی اهدا شد. در سال ۱۹۹۵، دکترای افتخاری مهندسی را از دانشگاه لی‌های دریافت داشت.

ای. راسل جانستون، در فلادلفیا متولد شد. مدرک B.S. را در مهندسی عمران از دانشگاه دلاور و مدرک Sc.D. را در مهندسی ساختمان از انستیتو تکنولوژی ماساچوست دریافت کرد. ابتدا در دانشگاه لی‌های و انستیتو پلی تکنیک ورستر به تدریس پرداخت و سپس به دانشگاه کونکتیکوت رفت و در آنجا به عنوان رئیس دپارتمان مهندسی عمران انتخاب شد و بیست و شش سال تدریس کرد. در سال ۱۹۹۱، از طرف انجمن مهندسان عمران دانشگاه کونکتیکوت، نشان مهندس عمران برجسته به وی اعطا شد.

یناند پیر - راسل جانستون، یکی از موفق‌ترین گروه‌های نگارش مهندسی، اغلب با این سؤال مواجه می‌شوند که چگونه توانسته‌اند. آلیف و تجدیدنظر کتاب‌هایشان با هم همکاری داشته باشند مالی که یکی از آنها در دانشگاه لی‌های و دیگری در دانشگاه کنتیکوت است.

پاسخ این سؤال، ساده است. راسل جانستون، ابتدا در دپارتمان مهندسی عمران و مکانیک در دانشگاه لی‌های به تدریس پرداخت. در با فردیناند پیر، که دو سال زودتر به آن دپارتمان پیوسته بود و اول گروه مکانیک بود، آشنا شد.

فردیناند می‌دانست مرد جوانی که اصولاً برای تدریس دوره‌های مهندسی سازه استخدام شده بود تمایل داشت در سازه‌های دوره‌های یک به او کمک کند. هر دو اعتقاد داشتند که این دوره‌ها را باید با دید اصل انگشت‌شمار، و سایر مفاهیم را با روش ترسیمی به دانشجویان آموخت. آنها، با همکاری یکدیگر، مطالبی درباره استاتیک دینامیک نوشتند و بعداً مسائلی را که فکر می‌کردند مهندسان با آنها مواجه می‌شوند به این مطالب افزودند، و به زودی دستنویس ویرایش مکانیک برای مهندسان را فراهم آوردند.

ویرایش دوم مکانیک برای مهندسان و ویرایش اول مکانیک برداری مهندسان را در انستیتو پلی تکنیک ورستر و ویرایش‌های بعد دانشگاه کونکتیکوت تهیه کردند. در همین دوران، فردیناند راسل در دپارتمان‌های خود مسئولیت‌هایی داشتند و مشغول تحقیقات، مشاوره و سرپرستی دانشجویان بودند - فردیناند در زمینه فرایندهای تصادفی و ارتعاشات نامنظم و راسل در زمینه تری الاستیک و طراحی سازه‌ها. ولی، علاقه آنها برای بهبود روش مکانیک فروکش نکرده بود، و هر دو به تدریس قسمت‌هایی از دوره و تجدیدنظر کتاب‌هایشان مشغول بودند و دستنویس شش اول کتاب مقاومت مصالح را فراهم آوردند.

فردیناند و راسل، طی سالها همکاری، کتاب‌های درسی خود را به طور

سایکوراسکای کار کرد و اکنون دانشیار مهندسی مکانیک در دانشگاه اوهایو می باشد. او در این دانشگاه به مدت بیست و دو سال تدریس کرده است. فعالیت های او عمدتاً آموزشی و خدماتی بوده است. نشان های زیر را دریافت کرده است:

Charles E. MacQuigg Outstanding Teaching Award

در سال ۱۹۹۸ و Boyer Teaching Award در سال ۱۹۹۹. جرج به عنوان نماینده علمی انجمن تحصیلات مهندسی آمریکا خدمت کرده است و مشاور بخش دانشجویی انجمن مهندسی مکانیک آمریکا چندین پروژه دانشجویی است.

ویلیام. ای. کلازن مدرک B.S. را در مکانیک مهندسی از دانشگاه لی های و مدارک M.S. و Ph.D را در مکانیک مهندسی از دانشگاه ایالتی اوهایو دریافت کرد. او یک مهندس حرفه ای و کارشناس دینامیک ساختمانی و اندازه گیری ارتعاشات است و سی سال است که تدریس می کند. در دانشگاه اوهایو، به عنوان معاون دپارتمان مهندسی مکانیک خدمت کرده است و در دپارتمان مهندسی مکانیک نیز تدریس می کند.

جرج. اچ. استاب. مدارک B.S.، M.S. و Ph.D را در مهندسی هوا - فضا از دانشگاه پوردو دریافت داشت. سه سال در صنایع هوایی

www.ketab.ir

۶۴	۳-۱۲ تکانه خطی ذره، آهنگ تغییر تکانه خطی
۶۴	۴-۱۲ دستگاه آحاد
۶۵	۵-۱۲ معادله‌های حرکت
۶۶	۶-۱۲ تعادل دینامیکی
۷۰	شیوه حل مسائل
۷۱	مسائل
۸۰	۷-۱۲ تکانه زاویه‌ای ذره، آهنگ تغییر تکانه زاویه‌ای
۸۱	۸-۱۲ معادله‌های حرکت بر حسب مؤلفه‌های شعاعی و عرضی
۸۱	۹-۱۲ حرکت تحت نیروی مرکزی، پایستاری تکانه زاویه‌ای
۸۲	۱۰-۱۲ قانون گرانش نیوتن
۸۴	شیوه حل مسائل
۸۴	مسائل
۸۸	۱۱-۱۲ مسیر ذره تحت نیروی مرکزی
۸۹	۱۲-۱۲ کاربرد در مکانیک سماوی
۹۱	۱۳-۱۲ قوانین کپلر برای حرکت سیارات
۹۲	شیوه حل مسائل
۹۳	مسائل
۹۸	مرور و خلاصه فصل ۱۲
۱۰۱	مسائل دوره‌ای
۱۰۳	مسائل کامپیوتری

فصل ۱۳ سینتیک ذرات: روش‌های انرژی و تکانه

۱۰۶	۱-۱۳ مقدمه
۱۰۷	۲-۱۳ کار و نیرو
۱۰۹	۳-۱۳ انرژی جنبشی ذره، اصل کار-انرژی
۱۱۰	۴-۱۳ کاربردهای اصل کار-انرژی
۱۱۱	۵-۱۳ توان و بازده
۱۱۵	شیوه حل مسائل
۱۱۶	مسائل
۱۲۳	۶-۱۳ انرژی پتانسیل
۱۲۵	۷-۱۳ نیروهای پایستار
۱۲۶	۸-۱۳ پایستاری انرژی
۱۲۶	۹-۱۳ حرکت تحت نیروی مرکزی پایستار، کاربرد در مکانیک سماوی
۱۳۰	شیوه حل مسائل
۱۳۱	مسائل
۱۴۰	۱۰-۱۳ اصل ضربه-تکانه
۱۴۲	۱۱-۱۳ حرکت ضربه‌ای

xi	نگارش
xv	رست نمادها

پس ۱۱ سینماتیک ذرات

۱-	مقدمه‌ای بر دینامیک
۳	۲- حرکت مستقیم‌الخط ذرات
۳	۳- مکان، سرعت، و شتاب
۵	۴- تعیین حرکت ذره
۸	شیوه حل مسائل
۸	مسائل
۱۱	۵- حرکت مستقیم‌الخط یکنواخت
۱۱	۶- حرکت مستقیم‌الخط با شتاب یکنواخت
۱۲	۷- حرکت چند ذره
۱۵	شیوه حل مسائل
۱۵	مسائل
۱۹	۸- حل ترسیمی مسائل حرکت مستقیم‌الخط
۲۰	۹- سایر روش‌های ترسیمی
۲۲	شیوه حل مسائل
۲۲	مسائل
۲۶	۱۰- حرکت منحنی‌الخط ذرات
۲۶	۱۱- بردار مکان، سرعت و شتاب
۲۷	۱۲- مشتق توابع برداری
۲۹	۱۳- مؤلفه‌های مستطیلی سرعت و شتاب
۳۰	۱۴- حرکت نسبت به دستگاه انتقالی
۳۳	شیوه حل مسائل
۳۴	مسائل
۴۱	۱۵- مؤلفه‌های مماسی و قائم
۴۳	۱۶- مؤلفه‌های شعاعی و عرضی
۴۶	شیوه حل مسائل
۴۷	مسائل
۵۳	و خلاصه فصل ۱۱
۵۷	مسائل دوره‌ای
۵۸	مسائل کامپیوتری

پس ۱۲ سینتیک ذرات: قانون دوم نیوتن

۶۲	مقدمه
۶۳	قانون دوم حرکت نیوتن

۲۱۷	مسائل
۲۲۱	۵-۱۵ حرکت صفحه‌ای کلی
۲۲۵	شیوه حل مسائل
۲۲۶	مسائل
۲۳۰	۷-۱۵ مرکز آبی دوران در حرکت صفحه‌ای
۲۳۱	شیوه حل مسائل
۲۳۲	مسائل
۲۳۸	۹-۱۵ تحلیل حرکت صفحه‌ای به صورت پارامتری
۲۴۰	شیوه حل مسائل
۲۴۱	مسائل
۲۴۷	۱۱-۱۵ حرکت صفحه‌ای ذره نسبت به دستگاه چرخان. شتاب کربولیس
۲۵۰	شیوه حل مسائل
۲۵۱	مسائل
۲۵۵	۱۲-۱۵ حرکت حول نقطه ثابت
۲۵۶	۱۳-۱۵ حرکت کلی
۲۵۹	شیوه حل مسائل
۲۵۹	مسائل
۲۶۴	۱۴-۱۵ حرکت سه‌بعدی یک ذره نسبت به دستگاه چرخان. شتاب کربولیس
۲۶۴	۱۵-۱۵ دستگاه مرجع در حرکت کلی
۲۶۷	شیوه حل مسائل
۲۶۸	مسائل
۲۷۲	مرور و خلاصه فصل ۱۵
۲۷۷	مسائل دوره‌ای
۲۷۹	مسائل کامپیوتری

فصل ۱۶ حرکت صفحه‌ای اجسام صلب: نیرو و شتاب

۲۸۲	۱-۱۶ مقدمه
۲۸۳	۲-۱۶ معادله‌های حرکت جسم صلب
۲۸۳	۳-۱۶ تکانه زاویه‌ای جسم صلب در حرکت صفحه‌ای
۲۸۴	۴-۱۶ حرکت صفحه‌ای جسم صلب. اصل دالامبر
۲۸۶	۵-۱۶ توضیح دوباره اصول موضوع مکانیک اجسام صلب
۲۸۶	۶-۱۶ حل مسائل حرکت جسم صلب
۲۸۷	۷-۱۶ دستگاه اجسام صلب
۲۹۱	شیوه حل مسائل
۲۹۲	مسائل
۳۰۰	۸-۱۶ حرکت صفحه‌ای مقید
۳۰۸	شیوه حل مسائل
۳۰۹	مسائل
۳۱۸	مرور و خلاصه فصل ۱۶
۳۲۰	مسائل دوره‌ای
۳۲۲	مسائل کامپیوتری

۱۲۴	شیوه حل مسائل
۱۴۵	مسائل
۱۵۰	۱۲-۱۳ ضربت
۱۵۱	۱۳-۱۳ ضربت مرکزی مستقیم
۱۵۲	۱۴-۱۳ ضربت مرکزی مایل
۱۵۵	۱۵-۱۳ مسائل انرژی و تکانه
۱۵۹	شیوه حل مسائل
۱۶۰	مسائل
۱۶۶	مرور و خلاصه فصل ۱۳
۱۷۰	مسائل دوره‌ای
۱۷۲	مسائل کامپیوتری

فصل ۱۴ دستگاه ذرات

۱۷۶	۱-۱۴ مقدمه
۱۷۶	۲-۱۴ کاربرد قوانین نیوتن برای حرکت دستگاه ذرات. نیروهای مؤثر
۱۷۸	۳-۱۴ تکانه خطی و تکانه زاویه‌ای دستگاه ذرات
۱۷۸	۴-۱۴ حرکت مرکز جرم دستگاه ذرات
۱۷۹	۵-۱۴ تکانه زاویه‌ای دستگاه ذرات نسبت به مرکز جرم
۱۸۰	۶-۱۴ پایداری تکانه دستگاه ذرات
۱۸۱	شیوه حل مسائل
۱۸۱	مسائل
۱۸۵	۷-۱۴ انرژی جنبشی دستگاه ذرات
۱۸۶	۸-۱۴ اصل کار-انرژی. پایداری انرژی دستگاه ذرات
۱۸۶	۹-۱۴ اصل ضربه-تکانه برای دستگاه ذرات
۱۸۹	شیوه حل مسائل
۱۹۰	مسائل
۱۹۳	۱۰-۱۴ دستگاه با ذرات متغیر
۱۹۳	۱۱-۱۴ جریان پایای ذرات
۱۹۵	۱۲-۱۴ دستگاه‌هایی که جرم می‌گیرند یا جرم از دست می‌دهند
۱۹۷	شیوه حل مسائل
۱۹۸	مسائل
۲۰۴	مرور و خلاصه فصل ۱۴
۲۰۸	مسائل دوره‌ای
۲۰۹	مسائل کامپیوتری

فصل ۱۵ سینماتیک اجسام صلب

۲۱۲	۱-۱۵ مقدمه
۲۱۳	۲-۱۵ حرکت انتقالی
۲۱۴	۳-۱۵ دوران حول یک محور ثابت
۲۱۵	۴-۱۵ معادله‌های دوران جسم صلب حول محور ثابت
۲۱۷	شیوه حل مسائل

۱۱-۱۸	حرکت جسم با تقارن محوری که فقط تحت نیروی وزن است.....	۳۹۷
۳۹۹	شیوه حل مسائل.....	
۴۰۱	مسائل.....	
۴۰۸	مرور و خلاصه فصل ۱۸.....	
۴۱۳	مسائل دوره‌ای.....	
۴۱۵	مسائل کامپیوتری.....	

فصل ۱۹ ارتعاشات مکانیکی

۱-۱۹	مقدمه.....	۴۱۸
۴۱۸	ارتعاشات نامیرا.....	
۲-۱۹	ارتعاشات آزاد ذرات. حرکت هارمونیک ساده.....	۴۱۸
۳-۱۹	آونگ ساده (حل تقریبی).....	۴۲۰
۴-۱۹	آونگ ساده (حل دقیق).....	۴۲۱
۴۲۲	شیوه حل مسائل.....	
۴۲۳	مسائل.....	
۵-۱۹	ارتعاشات آزاد اجسام صلب.....	۴۲۷
۴۲۹	شیوه حل مسائل.....	
۴۳۰	مسائل.....	
۶-۱۹	کاربرد اصل پایستاری انرژی.....	۴۳۵
۴۳۶	شیوه حل مسائل.....	
۴۳۷	مسائل.....	
۷-۱۹	ارتعاشات واداشته.....	۴۴۱
۴۴۴	شیوه حل مسائل.....	
۴۴۵	مسائل.....	
۴۴۸	ارتعاشات میرا.....	
۸-۱۹	ارتعاشات آزاد میرا.....	۴۴۸
۹-۱۹	ارتعاشات واداشته میرا.....	۴۴۹
۱۰-۱۹	تشابه الکتریکی.....	۴۵۱
۴۵۲	شیوه حل مسائل.....	
۴۵۳	مسائل.....	
۴۵۷	مرور و خلاصه فصل ۱۹.....	
۴۶۱	مسائل دوره‌ای.....	
۴۶۲	مسائل کامپیوتری.....	

پاسخ به مسائل

پاسخ به مسائل.....	۴۶۵
--------------------	-----

فصل ۱۷ حرکت صفحه‌ای اجسام صلب: روش‌های انرژی و تکانه

۱-۱۷	مقدمه.....	۳۲۶
۲-۱۷	اصل کار - انرژی برای جسم صلب.....	۳۲۶
۳-۱۷	کار نیروهای وارد بر جسم صلب.....	۳۲۷
۴-۱۷	انرژی جنبشی جسم صلب در حرکت صفحه‌ای.....	۳۲۷
۵-۱۷	سیستم اجسام صلب.....	۳۲۸
۶-۱۷	پایستاری انرژی.....	۳۲۸
۷-۱۷	توان (قدرت).....	۳۲۹
۳۳۲	شیوه حل مسائل.....	
۳۳۵	مسائل.....	
۸-۱۷	اصل ضربه - تکانه برای حرکت صفحه‌ای جسم صلب.....	۳۴۱
۹-۱۷	سیستم اجسام صلب.....	۳۴۲
۱۰-۱۷	پایستاری تکانه زاویه‌ای.....	۳۴۲
۳۴۵	شیوه حل مسائل.....	
۳۴۶	مسائل.....	
۱۱-۱۷	حرکت ضربه‌ای.....	۳۵۲
۱۱-۱۷	ضربت خارج از مرکز.....	۳۵۲
۳۵۶	شیوه حل مسائل.....	
۳۵۶	مسائل.....	
و خلاصه فصل ۱۷.....	۳۶۲	
مسائل دوره‌ای.....	۳۶۵	
مسائل کامپیوتری.....	۳۶۶	

فصل ۱۸ سینتیک اجسام صلب در سه بعد

۱-۱۸	مقدمه.....	۳۷۰
۲-۱۸	تکانه زاویه‌ای جسم صلب در حرکت سه بعدی.....	۳۷۱
۳-۱۸	کاربرد اصل ضربه - تکانه برای حرکت سه بعدی جسم صلب.....	۳۷۳
۴-۱۸	انرژی جنبشی جسم صلب در حرکت سه بعدی.....	۳۷۳
۳۷۶	شیوه حل مسائل.....	
۳۷۷	مسائل.....	
۳۸۲	حرکت سه بعدی جسم صلب.....	
معادله‌های حرکت اویلر. بسط اصل دالامبر برای حرکت سه بعدی	۳۸۳	
صلب.....	۳۸۳	
حرکت سه بعدی جسم صلب.....	۳۸۳	
حرکت جسم صلب حول یک نقطه ثابت.....	۳۸۴	
دوران جسم صلب حول محور ثابت.....	۳۸۴	
شیوه حل مسائل.....	۳۸۸	
مسائل.....	۳۸۹	
حرکت ژيروسکوپ. زوایای اویلر.....	۳۹۴	
تقدیم پایدار ژيروسکوپ.....	۳۹۶	

«بنام هستی بخش»

ای دو جهان از قلمت یک رقم
در کف ما مشمل توفیق نه
بی قلمت لوح دو عالم عدم
ره به نهان خانه تحقیق ده
شمع زیانم سخن افروز ساز
شام جهان راز سخن روز ساز

با درود بر مخاطب گرامی

مؤسسه‌ی انتشاراتی فرهنگی فکر خلاق نوین در راستای اهداف علمی،
کتابی را در زمینه‌ی علوم پایه و مهندسی منتشر کرده است. امیدواریم با
توکل به خداوند متعال، راهنمایی اساتید محترم و خوانندگان گرامی
بتوانیم گام‌های استوارتری نسبت به گذشته برداریم.
بدیهی است انجام چنین مهمی بدون استفاده از همکاری همه جانبه
امکان پذیر نیست. در این رابطه هر گونه پیشنهاد و انتقادی را پذیرا هستیم.
باشد تا بدینوسیله کیفیت کتب منتشره سیر صعودی را در پیش گیرد.
در پایان، توفیق روزافزون خدمت در جهت اعتلای علمی و فرهنگی
این مرز و بوم را از خداوند متعال خواستاریم.

مؤسسه انتشاراتی فرهنگی
فکر خلاق نوین

بررسی مفاهیم جدید با عبارت‌های ساده. چون این کتاب برای دوره اول دینامیک است، مفاهیم جدید با عبارت‌های ساده بیان شده‌اند و هر مرحله به تفصیل مورد بحث قرار گرفته است. از طرف دیگر، با بررسی جنبه‌های عام مسائل و با کاربرد روش‌های کلی، راه‌حل‌های جامع به دست آمده‌اند. مثلاً، مفهوم انرژی پتانسیل برای حالت کلی نیروی پایستار بحث می‌شود. همچنین، ابتدا حرکت صفحه‌ای اجسام صلب و سپس حرکت کلی آنها در فضا مورد بحث قرار می‌گیرد. در سیتیک نیز از همین شیوه پیروی می‌شود؛ یعنی، اصل هم‌ارزی نیروهای خارجی و مؤثر را ابتدا برای تحلیل حرکت صفحه‌ای و سپس برای بررسی حرکت سه‌بعدی به کار می‌بریم.

جای دادن اصول بنیادی در کاربردهای ساده. مکانیک، اساساً یک علم استدلالی است، زیرا بر مبنای چند اصل انگشت‌شمار است. از این اصول، استنتاج‌هایی منطقی و دقیق صورت گرفته است. ولی، چون فرایند فراگیری کاملاً قیاسی است، ابتدا کاربردهای ساده بررسی شده‌اند. مثلاً:

- سینماتیک ذرات (فصل ۱) قبل از سینماتیک اجسام صلب (فصل ۱۵) آورده شده است.
- اصول بنیادی سیتیک اجسام صلب ابتدا برای حل مسائل دوبعدی (فصل‌های ۱۶ و ۱۷)، و سپس برای مسائل سه‌بعدی (فصل ۱۸) به کار رفته‌اند.

نمایش یک‌دست اصول سیتیک. در این ویرایش نیز مانند قبل، اصول سیتیک به طور یک‌دست نشان داده شده‌اند. مثلاً، مفاهیم تکانه خطی و تکانه زاویه‌ای در فصل ۱۲ بررسی شده‌اند به طوری که قانون دوم نیوتن را نه تنها به صورت متداول $F=ma$ ، بلکه به صورت قانونی نشان داده‌ایم که مجموع نیروهای وارد بر یک ذره را به آهنگ تغییر خطی ذره، و نیز مجموع لنگر نیروهای وارد بر یک ذره را به آهنگ تغییر تکانه زاویه‌ای ذره ارتباط می‌دهد. به این ترتیب، مقدمه‌ای را برای اصل پایستاری تکانه زاویه‌ای، و بحث مهم حرکت یک ذره تحت نیروی مرکزی (قسمت ۱۲-۹) فراهم آورده‌ایم. گفتنی است که این روش را برای مطالعه حرکت دستگاه ذرات (فصل ۱۴) می‌توان گسترش داد و سیتیک اجسام صلب را در دو بعد و سه بعد (فصل‌های ۱۶ تا ۱۸) با شیوه یکسان بررسی کرد.

دوره اول مکانیک، هدف اصلی این است که دانشجوی مهندسی بتواند تحلیل مسائل با روش ساده و منطقی آمادگی پیدا کند و با استفاده از داده‌اندکی اصل بنیادی به حل مسائل بپردازد. امیدواریم این کتاب می‌تواند در راه نیل به این هدف باشد.

سینماتیک
بنیادی کتاب استاتیک*، تحلیل برداری مطالعه می‌شود و در بررسی اول بنیادی مکانیک به کار می‌رود. روش‌های برداری در حل اغلب مسائل، به خصوص مسائل سه‌بعدی، به کار می‌رود. ولی، هدف کتاب است که دانشجوی اصول مکانیک را به درستی بفهمد و از آنها برای مسائل مهندسی استفاده کند، برای این منظور، از تحلیل برداری می‌توان یک وسیله مناسب استفاده شده است.

سی کاربردهای عملی در ابتدای مطالب. یکی از مشخصه‌های پیش هفتم این است که مکانیک ذرات را از مکانیک اجسام صلب دور واضح تفکیک کرده است. با این روش، کاربردهای ساده را در ع مطالب می‌توان جای داد و مفاهیم مشکل‌تر را به تعویق انداخت.

در استاتیک، ابتدا استاتیک ذرات بررسی می‌شود (فصل ۲). پس از مطالعه جمع و تفریق بردارها، بلافاصله از اصل تعادل ذره در موارد عملی که فقط شامل نیروهای متقاطع‌اند استفاده می‌شود. در فصل‌های ۳ و ۴، استاتیک اجسام صلب بررسی می‌شود. در فصل ۵، ضرب برداری و ضرب اسکالر دو بردار تعریف، و از آنها برای محاسبه لنگر نیرو نسبت به یک نقطه و یک محور استفاده می‌شود. پس از مفاهیم جدید، سیستم نیروهای هم‌ارز به تفصیل بررسی می‌شود، و در فصل ۴ برای تعادل اجسام صلبی که تحت سیستم لنگر نیروها قرار دارند به کار می‌رود.

در دینامیک نیز اهداف بالا دنبال می‌شوند. توضیح اینکه، مفاهیم بنیادی نیرو، جرم و شتاب، مفاهیم کار و انرژی، و مفاهیم ضربه و تکانه بررسی و از آنها در مسائل ذرات استفاده می‌شود. لذا دانشجویان با سه روش اصلی در دینامیک آشنا می‌شوند و قبل از مراجعه با مشکلات حرکت اجسام صلب، به مزایای هر روش می‌برند.

می‌کند. ولی، مسائل خاصی نیز آورده شده‌اند که نیاز به آنالیز پیشرفته دارند، مانند مسائل ارتعاشات میرا در قسمت‌های ۱۹-۸ و ۱۹-۹. در مطالبی که نیاز به آنالیز مقدماتی دارند، درک مفاهیم ریاضی مورد توجه بوده است نه مهارت در عملیات ریاضی.

نوآوری‌ها

ویرایش هفتم، ضمن حفظ ساختار ویرایش‌های قبل، ویژگی‌های زیر را نیز دارد:

- نود درصد مسائل تکلیف جدیدند یا تجدیدنظر شده‌اند. برای ایجاد انگیزه در دانشجویان، مسائل با نظمی خاص مرتب شده، و مسائل صنعتی نیز مورد توجه قرار گرفته‌اند.
- مسائل کامپیوتری تجدیدنظر شده‌اند، به طوری که با نرم‌افزار محاسباتی می‌توان آنها را حل کرد؛ تعداد آنها نیز افزایش یافته است. در این مسائل، که اغلب آنها مربوط به فرایند طراحی هستند و در قسمت خاصی در انتهای هر فصل آورده شده‌اند، عملیات نمادی و ترسیمی مورد توجه قرار گرفته است، درحالی که اصولاً خواست مسائل کامپیوتری ویرایش‌های قبل برنامه‌نویسی بوده است.
- در هر فصل، تصاویر مختلفی اضافه شده تا دانشجو مفاهیم مهم را بهتر درک کند.
- در ابتدای هر فصل، عناوین آن فصل آورده شده‌اند.

مشخصات تنظیمی و آموزشی فصول

مقدمه. هر فصل با قسمت مقدمه شروع می‌شود. در این قسمت اهداف فصل، مطالبی که مورد بحث قرار می‌گیرند و کاربرد این مطالب در حل مسائل مهندسی با عبارت‌های ساده توصیف شده‌اند. در شروع هر فصل، فهرست عناوین آن فصل نیز آورده شده است.

موضوعات. این کتاب به بخشهای مختلفی تقسیم شده است، که هر کدام از یک یا چند قسمت نظری، یک یا چند مسئله نمونه، و تعداد زیادی مسائل تکلیف تشکیل شده است. هر بخش دارای عنوان خاص است و آن را به طور کلی در یک درس می‌توان بررسی کرد. البته، بعضی موارد، مدرس ممکن است یک عنوان را در بیش از یک درس آموزش دهد.

مسائل نمونه. مسائل نمونه با همان ترتیب مسائل تکلیف آورده شده‌اند و دانشجو با مطالعه آنها، ضمن اینکه مطالب درسی را بهتر می‌فهمد، به ترتیب مسائل تکلیف نیز پی می‌برد.

شیوه حل مسائل. در هر درس، قسمتی تحت عنوان شیوه حل مسائل در بین مسائل نمونه و مسائل تکلیف آورده شده است، با این هدف که دانشجو موضوع درس قبل و روش‌های حل مسائل نمونه را در ذهن خود سازمان داده، و با موفقیت بیشتری به حل مسائل تکلیف بپردازد. ضمناً، این قسمت حاوی پیشنهادات و روش‌هایی است که دانشجو

کاربرد نمودار جسم آزاد برای حل مسائل تعادل و بیان هم‌ارزی دستگاه نیروها، ابتدا، نمودارهای جسم آزاد بررسی شده، و سپس اهمیت آنها در تمام متن مورد توجه قرار گرفته است. از این نمودارها نه تنها برای حل مسائل تعادل، بلکه برای بیان هم‌ارزی دو دستگاه نیروها، به طور کلی، دو دستگاه برداری استفاده شده است. مزیت این روش در مطالعه دینامیک اجسام صلب آشکار می‌شود (در آنجا، از این روش برای حل مسائل سه‌بعدی و دوبعدی استفاده می‌شود). اصول بنیادی را با استفاده از روش "نمودار آزاد" بهتر می‌توان فهمید. این روش، که ابتدا در سال ۱۹۶۲ در ویرایش اول کتاب مکانیک برداری برای مهندسان به کار رفت، هم‌اکنون مورد قبول اغلب مدرسان مکانیک قرار گرفته است. لذا، برای حل مسائل نمونه، آن را بر روش تعادل دینامیکی و بر معادله‌های حرکت ترجیح داده‌ایم.

موازنه دقیق بین واحدها SI و U.S. تقریباً نیمی از مسائل نمونه و ۶۰ درصد مسائل تکلیف در دستگاه واحدها بین‌المللی (آحاد متریک SI) و بقیه در آحاد U.S. بیان شده‌اند. نگارندگان معتقدند که این روش به بهترین وجه نیاز دانشجویان مهندسی را که باید با هر دو دستگاه آحاد آشنا باشند، مرتفع می‌کند.

باید دانست که برای تبدیل دو دستگاه آحاد SI و U.S. به یکدیگر، تنها کاربرد ضرایب تبدیل کافی نیست. چون دستگاه آحاد SI یک دستگاه مطلق و مبتنی بر آحاد زمان، طول و جرم است، در حالی که دستگاه U.S. یک دستگاه گرانشی و مبتنی بر آحاد زمان، طول و نیروست، روش‌های متفاوتی برای حل اغلب مسائل نیازند. مثلاً، در آحاد SI، جسم معمولاً با جرم خود برحسب کیلوگرم مشخص می‌شود. ولی، در اغلب مسائل استاتیک، وزن یک جسم را باید برحسب نیوتن تعیین کرد و برای این منظور، محاسبات اضافی نیاز است. از طرف دیگر، در دستگاه U.S.، جسم معمولاً با وزن خود برحسب پاند مشخص می‌شود و در مسائل دینامیک، با انجام محاسبات باید جرم جسم را برحسب اسلاگ ($\text{lb.s}^2/\text{ft}$) تعیین کرد. لذا، نگارندگان معتقدند که مسائل تکلیف باید شامل هر دو دستگاه آحاد باشد.

عناوین خاص یا پیشرفته در قسمت‌های انتخابی. در این ویرایش، تعداد بسیاری قسمت‌های انتخابی آورده شده‌اند. این قسمت‌ها علامت ستاره دارند و لذا به سهولت می‌توان آنها را از قسمت‌های اصلی تشخیص داد. این قسمت‌ها را می‌توان حذف کرد بدون اینکه درک بقیه متن لطمه ببیند.

عناوین قسمت‌های انتخابی در دینامیک شامل مطالب زیر است: روش‌های ترسیمی برای حل مسائل حرکت مستقیم‌الخط، مسیر یک ذره تحت نیروی مرکزی، انحراف جریان سیالات، مسائل پیشران‌ش جت و موشک، سینماتیک و سینتیک اجسام صلب در سه بعد، ارتعاشات مکانیکی میرا، و تشابه الکتریکی. از این مطالب در دوره‌های پیشرفته دینامیک می‌توان استفاده کرد. برای مطالعه این کتاب، دانش جبر، مثلثات و آنالیز مقدماتی کفایت

مسائل تحلیل یک سازه تحت شرایط مختلف بارگذاری و با وضعیت‌های گوناگون است، و نیز تعیین شرایط تعادل مکانیزمی است که حل آن نیاز به روش تکراری دارد. حل عددی مسائل مکانیک، دو مزیت دارد: (۱) باعث می‌شود دانشجو اصول مکانیک را بهتر بفهمد؛ (۲) به دانشجو فرصت می‌دهد تا مهارت‌های کامپیوتری خود را در حل مسائل مهندسی به کار گیرد.

تقدیر و تشکر

نگارندگان، از جرج استاب به علت همکاری در نگارش ویرایش هفتم مکانیک برداری برای مهندسان، خصوصاً نقش مهم او در مرور مسائل، قدردانی می‌نمایند.

از همکاران زیر، که حل و پاسخ تمام مسائل این ویرایش را واری و راهنمای مسائل را فراهم آورده‌اند، نیز تشکر می‌شود: ریچارد اچ. لانس از دانشگاه کورنل؛ دانیل دبیلو. یانیتل از دانشگاه ایالتی لونیز یانا؛ کنت اوستر از دانشگاه میسوری؛ و پترو پترینا از دانشگاه کورنل.

از آنهایی که در تهیه عکس‌ها همکاری کردند، از پرسنل مگ گراهیل که در چاپ این ویرایش تلاش نمودند، و از خوانندگان ویرایش‌های قبلی کتاب مکانیک برداری برای مهندسان که با پیشنهادات مفید خود ما را یاری دادند نیز صمیمانه قدردانی می‌شود.

فردیناند پی. بیر

ای. راسل جانستون

ویلیام ای. کلازن

فاده از آنها می‌تواند درباره حل سایر مسائل نیز فکر کند.

مسائل تکلیف. اغلب مسائل ماهیت عملی دارند و از مسائلی هستند که دانشجوی مهندسی با آنها مواجه می‌شود. البته، این مسائل در اطراف مطالب کتاب و برای کمک به دانشجویان در فهم اصول تکنیک طرح شده‌اند؛ ترتیب آنها مانند ترتیب مطالب است و به تدریج کل‌تر می‌شوند. مسائلی که باید بیشتر به آنها توجه کرد با علامت رده مشخص شده‌اند. پاسخ ۷۰ درصد مسائل تکلیف در انتهای کتاب شده است. مسائلی که شماره ایستاده دارند پاسخ داده شده‌اند، ولی بخش مسائل با شماره ایتالیک آورده نشده است.

مرور و خلاصه فصل. در انتهای هر فصل، مطالب آن به طور خلاصه ر شده است. عناوین هر مطلب در حاشیه آورده شده است، تا مجو به سهولت بتواند به مطلب مورد نظر خود دست یابد.

مسائل دوره‌ای. در انتهای هر فصل، مجموعه‌ای از مسائل دوره‌ای ده شده است. این مسائل به دانشجو فرصت بیشتری می‌دهد که ترین مفاهیم بررسی شده در آن فصل را به کار برد.

مسائل کامپیوتری. در انتهای هر فصل، مجموعه‌ای از مسائلی که با نرم‌افزار محاسباتی حل شوند آورده شده است. اغلب این مسائل بوط به فرایند طراحی‌اند. مثلاً در استاتیک، خواسته این