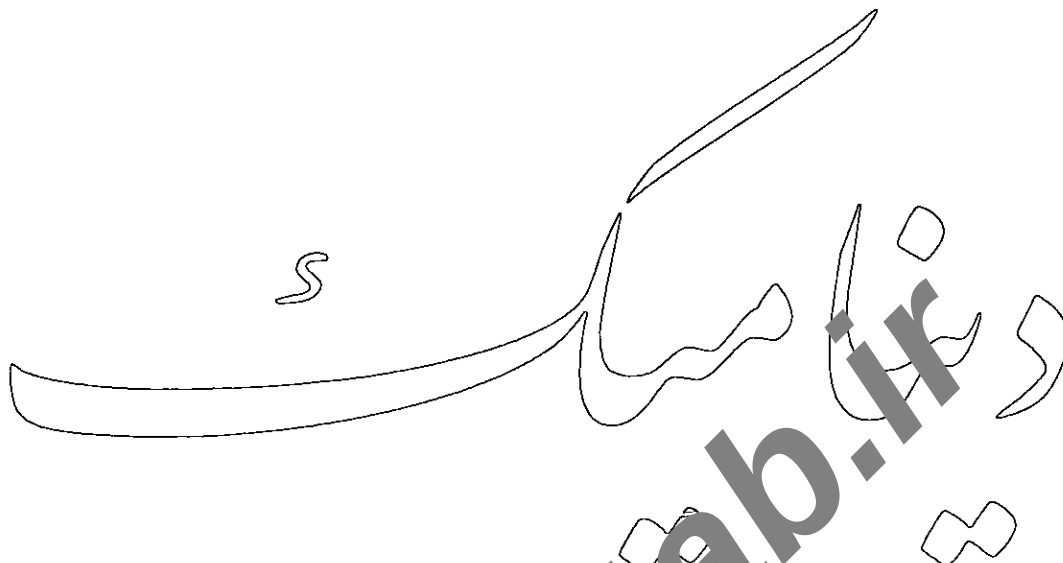


مکافیک مهندسی



ویرایش هفتم

جی. ال. مریام

ال. جی. کریگ

مؤسسه پلی تکنیک و دانشگاه دولتی ویرجینیا

ترجمه‌ی

مهندس اردشیر اطمیابی



فهرست نویسی پیش از انتشار: انتشارات صفار

سرشناسه	: مریام، جیمز لیثروپ، ۱۹۱۷-م.
عنوان و نام پدیدآور	: Meriam, James Lathrop
مشخصات نشر	: مکانیک مهندسی: دینامیک/ مؤلفین جی. ال. مریام، ال. جی. کریگ؛ ترجمه‌ی اردشیر اطمیابی.
مشخصات ظاهری	: تهران: صفار، ۱۳۹۲.
شابک	: ۶۲۴ ص.: مصور (رنگی)، جدول، نمودار؛ ۲۲ x ۲۹ س.م.
وضعیت فهرست نویسی	: 978-964-388-406-2
یادداشت	: فیپا
یادداشت	: عنوان اصلی: Engineering mechanics, 7th ed.C, 2012
موضوع	: واژه‌نامه
شناسه افزوده	: مکانیک عملی
شناسه افزوده	: کریگ، گلن
شناسه افزوده	: Kraige, L.Glenn
شناسه افزوده	: اطمیابی، اردشیر، ۱۳۳۹- مترجم
رده بندی کنگره	: TA۳۵۲/م۴۵۹ ۱۳۹۲
رده بندی دیویی	: ۶۲۰/۱
شماره کتابخانه ملی	: ۳۳۰۲۴۱۴

نام کتاب : مکانیک مهندسی دینامیک (برای مهندسان)

مؤلفین : جی. ال. مریام- ال. جی. کریگ

مترجم : اردشیر اطمیابی

طرح جلد : فرهاد کمالی

حروفچینی : معرفت

لیتوگرافی : گنج شایگان ① ۵۵۴۰۲۱۸۴

چاپ متن : گنج شایگان ① ۵۵۴۰۳۴۷۸

نوبت چاپ : اول- بهار ۱۳۹۳

شمارگان : ۲۲۰۰ نسخه

قیمت : ۴۰۰۰۰۰ ریال

ناشر : انتشارات صفار

مرکز پخش : خیابان انقلاب- روبروی دبیرخانه دانشگاه تهران- بازارچه کتاب- طبقه همکف

انتشارات اشراقی ① ۶۶۴۰۸۴۸۷ : تلفن: ۶۶۴۰۷۰۹۹۲

خیابان انقلاب- روبروی دبیرخانه دانشگاه تهران- بازارچه کتاب- طبقه زیرین

پخش کتاب بینش ① ۶۶۴۹۶۲۹۹

کتابفروشی مرادیان ① ۶۶۴۱۵۳۱۰

کتابفروشی صفا ① ۶۶۹۷۸۸۴۶

www.saffarpublishing.ir

www.Eshraghi.ir

Email: saffar_publishing@yahoo.com

شابک : ۹۷۸-۹۶۴-۳۸۸-۴۰۶-۲

ISBN 978-964-388-406-2

این اثر، مشمول قانون حمایت مؤلفان و مصنفان و هنرمندان مصوب ۱۳۴۸ است، هر کس 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

فهرست مطالب

۱۱۰	۳-۳ معادله‌ی حرکت و حل مسایل
۱۱۱	۴-۳ حرکت راست خط
۱۲۳	۵-۳ حرکت خمیده خط
۱۳۷	بخش ب: کار و انرژی
۱۳۷	۶-۳ کار و انرژی جنبشی
۱۵۲	۷-۳ انرژی پتانسیل
۱۶۵	بخش ج: صربه و اندازه‌ی حرکت
۱۶۵	۸-۳ مقدمه
۱۶۵	۹-۳ ضربه‌ی خطی و اندازه‌ی حرکت خطی
۱۷۸	۱۰-۳ ضربه‌ی زاویه‌ای و اندازه‌ی حرکت زاویه‌ای
۱۸۷	بخش د: کاربردهای ویژه
۱۸۷	۱۱ مقدمه
۱۸۸	۱۲-۳ حورد
۱۹۷	۱۲-۳ حرکت تحت تأثیر نیروی مرکزی
۲۰۸	۱۴-۳ حرکت
۲۱۸	۱۵-۳ دوره‌ی مطالب فصل

فصل ۴ سینماتیک اجسام صلب در فضا

۲۲۹	۱-۴ مقدمه
۲۲۹	۲-۴ قانون عمومی دوم نیوتن
۲۳۰	۳-۴ کار-انرژی
۲۳۱	۴-۴ ضربه-اندازه‌ی حرکت
۲۳۴	۵-۴ پایداری انرژی و اندازه‌ی حرکت
۲۴۵	۶-۴ جریان پایدار جرم
۲۵۷	۷-۴ جرم متغیر
۲۶۸	۸-۴ دوره‌ی مطالب فصل

فصل ۵ سینماتیک اجسام صلب در صفحه

۲۷۵	۱-۵ مقدمه
۲۷۷	۲-۵ چرخش

۵	پیش‌گفتار
۷	مقدمه

فصل ۱ مقدمه‌ای بر دینامیک

۱۳	۱-۱ تاریخچه و کاربردهای جدید
۱۴	۲-۱ مفاهیم پایه
۱۵	۳-۱ قوانین نیوتن
۱۶	۴-۱ واحدها
۱۷	۵-۱ گرانش
۱۸	۶-۱ بُعد
۱۹	۷-۱ حل مسایل دینامیک
۲۰	۸-۱ دوره‌ی مطالب فصل

فصل ۲ سینماتیک ذرات

۲۷	۱-۲ مقدمه
۲۸	۲-۲ حرکت راست خط
۴۴	۳-۲ حرکت خمیده خط در صفحه
۴۶	۴-۲ مختصات متعامد $(x-y)$
۵۵	۵-۲ مختصات عمودی و مماسی $(n-t)$
۶۵	۶-۲ مختصات قطبی $(r-\theta)$
۷۶	۷-۲ حرکت خمیده خط در فضا
۸۳	۸-۲ حرکت نسبی (محورهای انتقالی)
۹۱	۹-۲ حرکت مقید ذرات متصل به هم
۹۸	۱۰-۲ دوره‌ی مطالب فصل

فصل ۳ سینماتیک ذرات

۱۰۷	۱-۳ مقدمه
۱۰۷	بخش الف: نیرو، جرم و شتاب
۱۰۷	۲-۳ قانون دوم نیوتن

۵۰۲	۳-۸ ارتعاش واداشتهی ذرات
۵۱۳	۴-۸ ارتعاش اجسام صلب
۵۲۲	۵-۸ روش‌های انرژی
۵۳۰	۶-۸ دوره‌ی مطالب فصل

پیوست‌ها

پیوست الف گشتاور لختی سطح

پیوست ب گشتاور لختی جرم

۵۳۷	ب-۱ گشتاورهای لختی جرم حول یک محور
۵۵۳	ب-۲ حاصل ضرب‌های لختی جرم

پیوست ج عناوین برگزیده‌ی ریاضیات

۵۶۲	ج-۱ مقدمه
۵۶۲	ج-۲ هندسه‌ی مسطحه
۵۶۲	ج-۳ هندسه‌ی فضایی
۵۶۳	ج-۴ جبر
۵۶۳	ج-۵ هندسه‌ی تحلیلی
۵۶۴	ج-۶ مثلثات
۵۶۴	ج-۷ عملیات برداری
۵۶۶	ج-۸ رشته‌ها
۵۶۷	ج-۹ مشتق‌ها
۵۶۷	ج-۱۰ انتگرال‌ها
۵۷۰	ج-۱۱ روش نیوتن برای حل معادلات دشوار
۵۷۱	ج-۱۲ روش‌های برگزیده برای انتگرال‌گیری عددی

پیوست د جدول‌های سودمند

۵۷۲	د-۱ ویژگی‌های فیزیکی
۵۷۳	د-۲ ثابت‌های نجومی و شمس
۵۷۴	د-۳ ویژگی‌های اشکال مسطح
۵۷۶	د-۴ ویژگی‌های اجسام توپر همگن
۵۸۳	د-۵ پاسخ مسائل
۶۱۱	د-۶ واژه‌نامه انگلیسی به فارسی
۶۱۶	د-۷ واژه‌نامه فارسی به انگلیسی

۲۸۵	۳-۵ حرکت مطلق
۲۹۴	۴-۵ سرعت نسبی
۳۰۵	۵-۵ مرکز آنی دوران
۳۱۳	۶-۵ شتاب نسبی
۳۲۴	۷-۵ حرکت نسبت به محورهای چرخان
۳۳۹	۸-۵ دوره‌ی مطالب فصل

فصل ۶ سینتیک اجسام صلب در صفحه

۳۴۷	۱-۶ مقدمه
۳۴۸	بخش الف: نیرو، جرم و شتاب
۳۴۸	۲-۶ معادلات عمومی حرکت
۳۵۲	۳-۶ انتقال
۳۶۱	۴-۶ چرخش حول محور ثابت
۳۷۲	۵-۶ حرکت عمومی در صفحه
۳۸۴	بخش ب: کار و انرژی
۳۸۴	۶-۶ روابط کار-انرژی
	۷-۶ تعیین شتاب با استفاده از معادله‌ی کار-انرژی، کار مجازی
۳۹۸	بخش ج: ضربه و اندازه‌ی حرکت
۴۰۵	۸-۶ معادلات ضربه-اندازه‌ی حرکت
۴۲۰	۹-۶ دوره‌ی مطالب فصل

فصل ۷ مقدمه‌ای بر دینامیک سه‌بعدی اجسام صلب

۴۲۹	۱-۷ مقدمه
۴۲۹	بخش الف: سینماتیک
۴۳۰	۲-۷ انتقال
۴۳۰	۳-۷ چرخش حول محور ثابت
۴۳۰	۴-۷ حرکت در صفحات موازی
۴۴۰	۵-۷ چرخش حول نقطه‌ی ثابت
۴۵۱	۶-۷ حرکت عمومی
۴۵۱	بخش ب: سینتیک
۴۵۱	۷-۷ اندازه‌ی حرکت زاویه‌ای
۴۵۳	۸-۷ انرژی جنبشی
۴۶۰	۹-۷ معادلات اندازه‌ی حرکت و انرژی حرکت
۴۶۱	۱۰-۷ حرکت در صفحات موازی
۴۶۶	۱۱-۷ حرکت زیر و سکویی: پیشروی پایدار
۴۸۲	۱۲-۷ دوره‌ی مطالب فصل

فصل ۸ مقدمه‌ای بر دینامیک

۴۸۹	۱-۸ مقدمه
۴۸۹	۲-۸ ارتعاش آزاد ذرات

پیش گفتار

آغاز نگارش این مجموعه کتاب‌های درسی از دکتر James L. Meriam به سال ۱۹۵۱ باز می‌گردد. در آن زمان این کتاب‌ها انقلابی در شیوهی آموزش مکانیک در سطح کارشناسی ایجاد کردند. در دهه‌های بعد، این کتاب‌ها به کتاب‌های درسی بی‌چون و چرایی در این زمینه تبدیل شدند و الگوی کتاب‌های درسی مکانیک مهندسی افراد دیگری قرار گرفتند. ویژگی این مجموعه کتاب‌های درسی که تا ویرایش نخست آنها در سال ۱۹۷۸ با عنوان «مکانیک مهندسی» منتشر می‌شدند، ساختار منطقی، ارائه‌ی روشن و دقیق مفاهیم نظری، مسایل نمونه‌ی آموزنده و مجموعه‌ی پرباری از مسایل واقع‌گرایانه همراه با تصویرهایی با استاندارد بالا است. این کتاب‌ها علاوه بر واحدهای مرسوم ایالات متحده با ویرایش SI نیز به چاپ رسیده‌اند. به پاس آثاری از زبان‌های دنیا ترجمه شده‌اند. این مجموعه کتاب‌ها، استانداردهایی جهانی برای کتاب‌های درسی کارشناسی مکانیک محسوب می‌شوند.

نوآوری‌ها و نقش دکتر Meriam (۱۹۱۷-۲۰۰۰) در مهندسی مکانیک مهندسی امری اغراق‌آمیز نیست. او یکی از مهم‌ترین اساتید مهندسی در نیمه‌ی دوم قرن بیستم بود. وی مدرک کارشناسی و دکترای مهندسی مکانیک خود را از دانشگاه Yale دریافت کرد و نخستین تجارب صنعتی خود را نزد شرکت‌های General Electric و Pratt & Whitney Aircraft کسب کرد. در طول جنگ جهانی دوم در «گارد ساحلی ایالات متحده» خدمت کرد. وی عضو دانشکده‌ای از دانشگاه California-Berkeley، رئیس بخش مهندسی دانشگاه Duke، عضو دانشکده‌ای از دانشگاه ایالتی California Polytechnic-San Luis Obispo و پروفیسور میهمان در دانشگاه California-Santa Barbara بود و سرانجام در سال ۱۹۹۰ بازنشسته شد. پروفیسور Meriam همواره بر آموزش تأکید زیادی داشت و دانشجویان وی در زمان تدریس او متوجه این ویژگی بودند. در سال ۱۹۶۳ در دانشگاه Berkeley نخستین کسی بود که «جایزه Outstanding Faculty Award of Tau Beta Pi» را در وهله‌ی نخست به دلیل تدریس برجسته دریافت کرد. در سال ۱۹۷۸ وی «جایزه استاد برجسته» را به دلیل خدمات ممتاز در آموزش مکانیک مهندسی از «انجمن آموزش مهندسی آمریکا» و در سال ۱۹۹۲ جایزه Benjamin Franklin Lamme یعنی بالاترین جایزه‌ی ملی سالانه‌ی «انجمن آموزش مهندسی آمریکا» را دریافت کرد.

دکتر L. Glenn Kraige نویسنده‌ی همکار در مجموعه کتاب‌های «مکانیک مهندسی» نیز از اوایل دهه ۱۹۸۰ نقش برجسته‌ای در آموزش مکانیک داشته است. دکتر Kraige مدرک کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکترای خود را از دانشگاه Virginia Polytechnic Institute & State University دریافت کرد و هم‌اکنون به عنوان پروفیسور «علم و مکانیک مهندسی» در Virginia Polytechnic Institute & State University مشغول تدریس است. در میانه‌ی دهه‌ی ۱۹۷۰ من افتخار بزرگ عضویت در هیئت بررسی پایان‌نامه‌ی دکترای پروفیسور Kraige را داشتم و از این واقعیت که وی جزء نخستین گروه از فارغ‌التحصیلان دکترای من بود، به خود می‌بالم. پروفیسور Kraige توسط پروفیسور Meriam به همکاری دعوت شد و بدین ترتیب میراث نگارش برجسته‌ی کتاب‌های درسی Meriam به نسل‌های آینده منتقل شد. در دو و نیم دهه‌ی گذشته این گروه بسیار موفق از نویسندگان تأثیر شگرف و جهانی بر آموزش چند نسل از مهندسين داشته‌اند.

پروفیسور Kraige علاوه بر پژوهش‌ها و آثار برجسته‌ی خود در زمینه‌ی دینامیک فضایی، توجه خود را در هر دو سطح مقدماتی و پیشرفته به آموزش مکانیک معطوف داشته است. شیوه‌ی آموزش برجسته‌ی وی به وسعت شناخته شده است و جوایز آموزشی بسیاری را در سطح دانشکده، کالج، دانشگاه، ایالت، منطقه و کشور کسب کرده است. از جمله‌ی این جوایز می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: جایزه‌ی Francis J. Maher به دلیل آموزش برجسته در دانشکده‌ی «علم و مکانیک مهندسی»، جایزه‌ی Wine به دلیل آموزش برجسته‌ی دانشگاهی و جایزه‌ی «استاد برجسته» از «شورای ایالتی آموزش عالی» Commonwealth of Virginia. در سال ۱۹۹۶ بخش مکانیک «انجمن آموزش مهندسی آمریکا» جایزه‌ی «استاد برجسته Archie Higdon» را به وی اهدا کرد. در سال ۱۹۹۷ بنیاد Carnegie برای «پیشرفت آموزش» و «شورای پیشبرد و حمایت از آموزش» وی را به عنوان پروفیسور برجسته‌ی Virginia معرفی کردند در طول سال‌های ۲۰۰۴ تا ۲۰۰۶ وی

”کرسی W.S.” Pete” White برای ”نوآوری در آموزش مهندسی“ را به دست آورد و در سال ۲۰۰۶ به همراه پروفیسور Scott L. Hendricks و Don H. Morris ”جایزه‌ی XCaliber“ را برای ”آموزش فن‌آوری“ دریافت کرد. پروفیسور Kraige در آموزش خود بر گسترش توانایی‌های تحلیلی همراه با تقویت بینش فیزیکی و قضاوت مهندسی تأکید دارد. وی از اوایل دهه‌ی ۱۹۸۰ بر روی نرم‌افزار کامپیوترهای شخصی جهت بهبود روند آموزش و یادگیری در درس‌های استاتیک، دینامیک، مقاومت مصالح و سطوح بالاتر دینامیک و ارتعاشات کار کرده است. در ویرایش هفتم «مکانیک مهندسی» همان مجموعه استانداردهای بالای ویرایش‌های پیشین تداوم یافته است و ویژگی‌های جدیدی جهت کمک و علاقمند کردن دانشجویان افزوده شده است. در این کتاب مجموعه‌ی وسیعی از مسایل جالب و آموزنده آورده شده است. دانشکده و دانشجویانی که به تدریس یا مطالعه‌ی «مکانیک مهندسی» پروفیسور Meriam و Kraige مشغولند، در واقع از چند دهه سرمایه‌گذاری این دو استاد بسیار برجسته برخوردار می‌شوند. در این کتاب نیز به پیروی از الگوی ویرایش‌های پیشین بر کاربرد مطالب نظری در شرایط مهندسی واقعی تأکید می‌شود و از این دیدگاه مهم این کتاب همچنان بهترین کتاب محسوب می‌شود.

پروفیسور برجسته مهندسی هوافضا

دارنده‌ی کرسی پروفیسوری George J. Eppright در مهندسی

دانشگاه Texas A&M

College Station, Texas

www.ketab.ir

مقدمه

مهندسی مکانیک بنیان و جاذبه بسیار از شاخه‌های مهندسی محسوب می‌شود. بسیاری از مباحث در زمینه‌هایی همچون مهندسی عمران، مکانیک، هوافضا، کشاورزی و البته خود مکانیک مهندسی بر پایه‌ی مطالب استاتیک و دینامیک استوارند. حتی در رشته‌ای همچون مهندسی برق، کارشناسان در بخش‌های مختلف با اجزای الکتریکی یک وسیله‌ی رباتی یا در فرآیند تولید درمی‌یابند که با مکانیک سروکار دارند. بنابراین جایگاه مکانیک مهندسی در برنامه‌ی آموزش مهندسی بسیار مهم است. این جایگاه نه تنها به خودی خود مهم است، بلکه مطالب درسی مکانیک مهندسی به تقویت درک دانش‌جویان مطالب مهم دیگری همچون ریاضیات کاربردی، فیزیک و گرافیک کمک می‌کنند. به علاوه این درس‌ها در تقویت توانایی‌های فردی در حل مسایل ابزار مهمی محسوب می‌شوند.

هدف

هدف اصلی از مطالعه‌ی مکانیک مهندسی پرورش توانایی‌های بینشی تأثیرات نیرو و حرکت در زمان طراحی خلاقانه‌ی مهندسی است. این توانایی نیازمند چیزی بیش از آگاهی صرف از اصول فیزیکی ریاضی مکانیک است و نیازمند تجسم فیزیکی براساس مواد واقعی، محدودیت‌های واقعی و محدودیت‌های عملی حاکم بر رفتار اشیاء و اندازه‌ها است. یکی از اهداف اولیه‌ی درس مکانیک، کمک به پرورش توانایی تجسمی دانشجو است که در تدوین راه‌حل مسئله نقش حیاتی دارد. حقیقت ساخت مدل ریاضی معنی‌دار اغلب از خود حل مسئله مهم‌تر است. با یادگیری این اصول و محدودیت‌های آنها در زمینه‌ی کار مهندسی، بیشترین پیشرفت حاصل می‌گردد. در زمان تدریس مکانیک اغلب این تمایل وجود دارد که از مسایل پیشرفته‌تر به عنوان امکانی جهت به تصویر کشیدن مطالب نظری استفاده شود تا از مطالب نظری برای حل مسایل. در زمان حاکم بودن دیدگاه نخست، مسایل حل بسیار ایده‌آل و نامربوطی با مهندسی پیدا می‌کنند و در نتیجه تمرین شکل مبهم، آموزشی و ملال‌آوری به خود می‌گیرد. این روش دانشجو را از تجربه‌ی گران‌بهای تدوین راه حل مسایل و بنابراین کشف نیاز و مفاهیم نظری محروم می‌کند. روش دوم انگیزه‌ی قوی‌تری برای یادگیری مفاهیم نظری ایجاد می‌کند و این به توازن بهتری در میان مفاهیم نظری و کاربردی منجر می‌گردد. بر اهمیت نقش حیاتی علاقه و هدف در ایجاد بهترین انگیزه‌ی یادگیری ممکن هر چه تأکید شود باز هم کم است.

افزون بر این به عنوان مدرس مکانیک باید بر این مفهوم تأکید کرد که در بهترین حالت، مفاهیم نظری به‌کارگیری از دنیای واقعی مکانیک‌اند و نه دنیای واقعی تقریبی از مفاهیم نظری. این تفاوت بینش امری اساسی است و مهندسی مکانیک را از علم مکانیک متمایز می‌سازد. در طول چند دهه‌ی گذشته در آموزش مهندسی چند گرایش ناخوشایند به وجود آمده است. نخست بهین به نظر می‌رسد که تأکید بر مفاهیم مهندسی و فیزیکی ریاضیات مورد نیاز کاهش پیدا کرده است. دوم کاهش چشم‌گیر و حتی حذف آموزش ترسیمی که در گذشته تجسم و شکل‌ارائه‌ی مسایل مکانیک را بهبود می‌بخشید. سوم آن که با ارتقاء سطح ریاضی در حل مسایل مکانیک، این تمایل وجود داشته است که کاربرد نمادی عملیات برداری باعث فراموشی تجسم مهندسی شود و یا به طور کلی جایگزین آن گردد. مکانیک به طور ذاتی علمی است که به بینش مهندسی و فیزیکی وابسته است و برای بهبود این توانایی باید تلاش بیشتری انجام داد.

در استفاده از کامپیوتر نکته‌ی ویژه‌ای وجود دارد. تجربه‌ی تدوین راه حل مسایل که با بهبود قدرت استدلال و قضاوت همراه است، از تمرین گول‌زننده‌ی حل خود مسئله بسیار مهم‌تر است. به همین دلیل استفاده از کامپیوتر را باید به دقت زیر نظر داشت. در این مرحله ترسیم نمودار جسم آزاد و تدوین معادلات حاکم به بهترین شکل با مداد و کاغذ انجام می‌شود. از سوی دیگر مواردی وجود دارد که حل معادلات حاکم را به بهترین شکل می‌توان با استفاده از کامپیوتر انجام داد و به نمایش گذاشت. مسایل کامپیوتری باید مفهوم واقعی داشته باشند، یعنی در آنها یافتن شرط طراحی یا یک حالت بحرانی مورد نظر باشد تا صرف حل مسئله‌ای که در آن متغیری بدون هیچ دلیل ظاهری جهت استفاده‌ی مصنوعی اجباری از کامپیوتر تغییر داده می‌شود. در زمان طراحی مسایل کامپیوتری ویرایش هفتم، این نکات در نظر گرفته شده‌اند. برای در نظر گرفتن زمان کافی جهت تدوین راه حل مسایل توصیه می‌شود که تنها تعداد محدودی از مسایل کامپیوتری به عنوان

تکلیف به دانشجو واگذار شود.

همانند ویرایش‌های پیشین، این ویرایش هفتم از کتاب «مکانیک مهندسی» نیز با توجه به نکات پیش گفته نگاشته شده است. این کتاب در وهله‌ی نخست برای اولین درس مهندسی مکانیک در نظر گرفته شده است که معمولاً در سال دوم تدریس می‌شود. «مکانیک مهندسی» به شیوه‌ی مختصر، آسان و مفهوم نگاشته شده است. تأکید اصلی بر اصول و روش‌های پایه است تا فراوانی حالت‌های ویژه. برای نشان دادن همبستگی چند شیوه‌ی نسبتاً اساسی تلاش زیادی صورت گرفته است و مسایل گوناگون بسیاری به کمک این چند شیوه حل خواهند شد.

ویژگی‌های آموزشی

ساختار اصلی این کتاب درسی به صورت مطلبی درباره‌ی موضوع ویژه‌ی در حال بررسی است که به دنبال آن یک یا چند «مسئله‌ی نمونه» و سپس مجموعه‌ی «مسایل» می‌آید. در پایان هر فصل مطلبی زیر عنوان «دوره‌ی مطالب فصل» آورده می‌شود که به بررسی مختصر نکات مهم درس می‌پردازد و به دنبال آن مجموعه «مسایل دوره» خواهد آمد.

مسایل

۱۲۴ مسئله‌ی نمونه‌ی این کتاب در صفحاتی با حاشیه‌ی رنگی ویژه آورده شده‌اند و حل این مسایل دینامیک نمونه به صورت تفصیلی انجام شده است. به عنوان توضیحات و نکات آموزنده‌ای (راهنمایی‌های سودمند) به صورت شماره‌گذاری شده و با اعداد رنگی وجود دارد که به حل اصلی مسایل مربوط می‌شوند.

در این ویرایش هفتم ۱۵۴۱ تمرین تکلیف وجود دارد که تقریباً ۴۵ درصد آنها جدیداند. مجموعه‌ی مسایل به دو دسته‌ی «مسایل مقدماتی» و «مسایل شاخص» تقسیم می‌شوند. بخش نخست شامل مسایل ساده و غیرپیچیده‌ای است که برای کمک به کسب اعتماد به نفس دانشجو از بحث جدید در نظر گرفته شده‌اند، در حالی که بیشتر مسایل موجود در بخش دوم از نظر دشواری و طولانی بودن راه حل متوسط‌اند. مسایل معمولاً به ترتیب سخت‌تر می‌شوند. دشوارترین تمرین‌ها در پایان بخش «مسایل شاخص» وجود دارد و با نماد « $\blacktriangle$ » مشخص شده‌اند. «مسایل کامپیوتری» مشخص شده‌اند و در بخش ویژه‌ای در انتهای «مسایل دوره» در پایان هر فصل آورده شده‌اند. پاسخ تمامی مسایل در بخش ویژه‌ای در انتهای کتاب آورده شده است.

برای تأکید بر اهمیت واحدهای SI، تقریباً مرسوم مسایل برحسب واحدهای SI و یک سوم برحسب واحدهای مرسوم ایالات متحده‌اند. وجود این نسبت در میان واحدهای SI و واحدهای مرسوم ایالات متحده، امکان انتخاب ۵۰-۵۰ تا ۱۰۰ درصدی مسایل را برحسب واحدهای SI در تمامی موارد فراهم می‌سازد.

ویژگی برجسته‌ی ویرایش هفتم همانند تمامی ویرایش‌های پیشین، پربار بودن کتاب از نظر مسایل جالب و مهمی است که در طراحی مهندسی کاربرد دارند. چه این مسایل به طور مستقیم مشخص شده باشند و یا نشده باشند، تقریباً تمامی مسایل به اصول و روش‌های ذاتی در تحلیل و طراحی سازه‌های مهندسی و سیستم‌های مکانیکی مربوط‌اند.

تصاویر

برای ارائه‌ی تصاویری با بیشترین وضوح و واقع‌گرایی، این مجموعه کتاب‌های درسی به صورت رنگی چاپ شده‌اند. یادآوری این نکته مهم است که از رنگ به شکل نمادین برای مشخص ساختن کمیت‌های معینی استفاده شده است:

قرمز برای نیروها و گشتاورها

سبز برای پیکان‌های سرعت و شتاب

خط‌چین نارنجی برای مسیر انتخابی نقاط متحرک.

برای دیگر بخش‌های تصویر که در مسئله‌ی مورد نظر از اهمیت ویژه‌ای برخوردار نیستند، رنگ‌های دیگری استفاده شده است. در موارد ممکن، مکانیزم‌ها یا اشیایی که معمولاً دارای رنگ معینی هستند، به آن رنگ نشان داده شده‌اند. تمامی اجزای اساسی تصاویر فنی که بخش مهمی از این مجموعه کتاب‌های درسی مکانیک مهندسی را تشکیل می‌دهند، همچنان حفظ شده‌اند. نویسنده مایل است بار دیگر بر این عقیده‌ی خود پافشاری کند که در آثار نوشتاری حوزه‌ی مکانیک، استاندارد بالای تصاویر از اهمیت اساسی برخوردار است.

ویژگی‌های جدید این ویرایش

در این ویرایش جدید، علاوه بر حفظ ویژگیهای شاخص تمامی ویرایش‌های پیشین، این موارد بهبود یافته‌اند:

- ۱. اکنون تأکید اصلی در معادلات کار - انرژی و ضربه - اندازه‌ی حرکت بر روی ترتیب زمانی است، هم در مورد ذرات در فصل ۳ و هم در مورد اجسام صلب در فصل ۶.
- ۲. در هر دو مورد ذرات و اجسام صلب، بر روی نمودار سه قسمتی ضربه - اندازه‌ی حرکت تأکید می‌شود. این نمودارها کاملاً با ترتیب زمانی معادلات ضربه - اندازه‌ی حرکت همخوانی دارند.

برای فراهم ساختن امکان ارتباط بیشتر با آن شرایط واقعی که در آنها دینامیک نقش اصلی را بر عهده دارد، در هر فصل عکس‌هایی آورده شده است.

در این ویرایش هفتم تقریباً ۴۵ درصد از مسایل تکلیف جدیداند. تمامی مسایل جدید از نظر اطمینان از دقت بالا، به طور مستقل حل شده‌اند.

تمامی مسایل نمونه از نظر شناسایی سریع، در صفحات ویژه‌ای با حاشیه‌ی رنگی چاپ شده‌اند.

«مسایل نمونه‌ی» جدیدی افزوده شده‌اند، از جمله مواردی برای حل کامپیوتری.

در زمان ارائه‌ی مطالب نظری، بخش‌هایی زیر عنوان «مفاهیم کلیدی» به طور ویژه مشخص و برجسته شده‌اند.

تمامی بخش‌های نظری از جهت دقت بالا، روشنی، رسایی و شیوایی مطلب مورد بازبینی مجدد قرار گرفته‌اند.

بخش «دوره‌ی مطالب فصل» در صفحاتی با زمینه‌ی رنگی آورده شده‌اند و نکات خلاصه شده شماره‌گذاری شده‌اند.

سازمان کتاب

ارتباط منطقی میان دینامیک ذرات (بخش اول) و دینامیک اجسام صلب (بخش دوم) حفظ شده است و در هر بخش نخست سینماتیک و سپس سینتیک مطرح می‌شود. بدین ترتیب با توجه به مقدمه‌ی جامعی در مورد دینامیک ذرات، پیشرفت سریع و همه‌جانبه‌ای در دینامیک اجسام صلب وجود خواهد داشت.

در فصل ۱ مفاهیم پایه‌ای زمینه‌ی مطالعه‌ی دینامیک مطرح می‌شوند.

در فصل ۲ به سینماتیک حرکت ذرات در دستگاه‌های مختصات مختلف و همین‌طور موضوع حرکت نسبی و مقید پرداخته می‌شود.

در فصل ۳ در مورد سینتیک ذرات بر روی یک روش اصلی تمرکز می‌شود: نیرو - جرم - شتاب (بخش الف)، کار - انرژی (بخش ب) و ضربه - اندازه‌ی حرکت (بخش ج). اولین ویژه‌ی ضربه، حرکت تحت تأثیر نیروی مرکزی و حرکت نسبی در بخش کاربردهای ویژه (بخش د) مطرح می‌شوند و بسته به نظر استاد و دانشجو در آن وجود حالت اختیاری دارند. بدین ترتیب توجه دانشجو بیشتر بر روی سه روش اصلی سینتیک متمرکز می‌شود.

فصل ۴ در مورد سیستم ذرات، گسترش همان اصول حرکت یک ذره‌ی منفرد است و در آن روابط عمومی پایه‌ای برای درک دینامیک جدید مطرح خواهند شد. همچنین در این فصل عناوینی همچون جریان پایدار و جرم متغیر نیز گنجانده شده است که از آنها می‌توان به عنوان مطالب اختیاری استفاده کرد.

در فصل ۵ در موضوع سینماتیک اجسام صلب در حرکت دو بعدی یک صفحه که در آن معادلات سرعت نسبی و شتاب نسبی مطرح می‌شوند، بر دو راه حل به روش هندسه‌ی برداری و ریاضیات برداری تأکید می‌شود. این دو روش حل، درک ریاضیات برداری را تقویت می‌کنند.

در فصل ۶ در موضوع سینتیک اجسام صلب، بر روی معادلات حاکم بر تمام حالت‌های حرکت دو بعدی در صفحه تأکید زیادی می‌شود. همچنین بر روی معادل بودن مستقیم نیروها و کوپل‌های وارد شده‌ی واقعی و برایند $m\ddot{x}$ و $I\ddot{\alpha}$ آنها تأکید می‌شود. بدین ترتیب چند منظورگی اصل گشتاورها مورد تأکید قرار می‌گیرد و دانشجو به تفکر مستقیم براساس تأثیرات دینامیکی برآیند تشویق می‌شود.

در فصل ۷ که فصلی اختیاری محسوب می‌شود، مقدمه‌ای بر دینامیک سه بعدی مطرح می‌گردد که برای حل بسیاری از مسایل معمول حرکت فضایی کافی است. برای دانشجویانی که مباحث پیشرفته‌تر دینامیک را دنبال خواهند کرد، این فصل بنیان مستحکمی را فراهم می‌سازد. حرکت ژيروسکوپ با پیشروی پایدار به دو روش مطرح می‌شود. در اولین روش از قیاس با روابط بردارهای نیرو و اندازه‌ی حرکت خطی و ارتباط بردارهای گشتاور و اندازه‌ی حرکت زاویه‌ای استفاده می‌شود. با این روش دانشجو قادر به درک پدیده‌ی ژيروسکوپ با پیشروی پایدار خواهد بود و توانایی حل بسیاری از مسایل مهندسی مربوط به ژيروسکوپ‌ها را بدون مطالعه‌ی جزییات دینامیک سه بعدی پیدا خواهد کرد. در روش دوم از معادلات عمومی‌تر اندازه‌ی حرکت برای چرخش سه بعدی استفاده می‌شود که در آنها تمامی مؤلفه‌های اندازه‌ی حرکت در نظر گرفته می‌شوند.

فصل ۸ به مبحث ارتعاشات اختصاص دارد. کل این فصل به ویژه برای دانشجویانی مفید خواهد بود که تنها در درس پایه‌ای دینامیک با مبحث ارتعاشات برخورد می‌کنند.

گشتاورها و حاصل ضرب‌های لختی جرم در پیوست ب مطرح می‌شوند. در پیوست ج خلاصه‌ای از مباحث برگزیده‌ی ریاضیات مقدماتی و همین‌طور چند روش عددی جهت استفاده‌ی دانشجو در حل مسایل کامپیوتری ارائه می‌شود. در پیوست د جداول مفید ثابت‌های فیزیکی، مرکز خط و مرکز سطح اشکال هندسی و گشتاورهای لختی آورده می‌شود.

منابع تکمیلی

برای این کتاب درسی منابع زیر آماده شده است:

کتاب راهنمای استاد

این کتاب توسط نویسندگان آماده و به طور مستقل واریسی شده است و در آن تمامی مسایل فرد کتاب به طور کامل حل شده‌اند و از طریق دانشکده از نمایندگی‌های محلی انتشارات Wiley قابل تهیه است.

منابع ارائه‌ی درسی استاد

منابع زیر از طریق سایت اینترنتی www.wiley.com/college/meriam قابل دسترسی است. منابع دیگری نیز وجود دارد که در این فهرست آورده نشده‌اند.

Wiley Plus : این سیستم آموزشی اینترنتی کاملی برای کمک به آماده‌سازی و ارائه‌ی درس، تعیین و مدیریت تکالیف درسی، دنبال کردن پیشرفت دانشجو و ویژه‌سازی و ارائه‌ی محتوای درس است. برای اطلاعات بیشتر و نمایش به وب سایت مراجعه کنید. برای جزئیات بیشتر درباره‌ی چگونگی پیاده کردن سیستم Wiley Plus با نمایندگی Wiley تماس بگیرید.

نرم‌افزار ارائه‌ی درس: این نرم‌افزار به طور ویژه برای کمک به استاد به خصوص در کلاس‌های درس بزرگ طراحی شده است. این نرم‌افزار توسط نویسنده و با استفاده از شکل‌های کتاب‌های درسی براساس Macromedia Flash نوشته شده است. استفاده از تصاویر متحرک، مرور فشرده‌ی مطالب نظری و وجود مسایل نمونه‌ی متعدد، این نرم‌افزار را به ابزار بسیار سودمندی جهت دوره کردن مطالب درسی برای دانشجو تبدیل کرده است. تمامی شکل‌های این کتاب جهت ارائه‌ی درس به صورت الکترونیکی در دسترس‌اند. تمامی مسایل نمونه‌ی نمایش و بحث در کلاس درسی به صورت الکترونیکی در دسترس‌اند.

سپاس‌گزاری

سپاس ویژه از دکتر L. Hale، «آنها» گاه‌های تلفن Bell به دلیل نقش همیشگی وی در بیانات ارزشمند و بررسی دقیق دست نوشته‌ی کتاب. دکتر Hale این نقش را در دهه‌ی ۱۹۵۰ برای تمامی ویرایش‌های پیشین این مجموعه از کتاب‌های مکانیک بر عهده داشته است. وی تمامی جنبه‌های این کتاب‌ها، به ویژه مطالب و اشکال جدید و قدیم را مورد بررسی قرار داده است. دکتر Hale تمامی مسایل تکلیف جدید را به طور مستقل حل و ویرایش‌های خود را به همراه اصلاحات لازم برای کتاب راهنمای استاد در اختیار نویسنده قرار داده است و این اصلاحات در کتاب راهنمای استاد منظور شده‌اند. دکتر Hale به دلیل دقت بسیار بالای کار خود و دانش وسیع از زبان انگلیسی مشهور است، ویژگی‌های بسیار ارزشمندی که به کمک خوانندگان این کتاب درسی می‌آیند. مایلم از اعضای «دانشکده‌ی علم و مکانیک مهندسی» VPI به دلیل بیانات پیوسته سازنده‌ی آنها سپاس‌گزاری کنم. این اعضا عبارتند از: J. Wallace ، Michael L. Madigan ، Michael W. Hyer ، Norman E. Dowling ، Saad A. Ragab ، Scott L. Hendricks ، Grant . از نقش برجسته‌ی Jeffrey N. Bolton از Bluefield State College این مجموعه از کتاب‌های درسی قدردانی می‌شود. افراد زیر (که فهرست نام آنها به ترتیب الفبا در بخش زیر خواهد آمد) در ارزیابی ویرایش‌های اخیر، بررسی مثال‌های ویرایش هفتم یا به شکل دیگری در ویرایش هفتم نقش داشته‌اند:

Michael Ales, U.S. Merchant Marine Academy
Joseph Arumala, University of Maryland Eastern Shore
Eric Austin, Clemson University
Stephen Bechtel, Ohio State University
Peter Birkemoe, University of Toronto
Achala Chatterjee, San Bernardino Valley College
Jim Shih-Jiun Chen, Temple University
Yi-chao Chen, University of Houston
Mary Cooper, Cal Poly San Luis Obispo
Mukaddes Darwish, Texas Tech University
Kurt DeGoede, Elizabethtown College
John DesJardins, Clemson University
Larry DeVries, University of Utah
Craig Downing, Southeast Missouri State University
William Drake, Missouri State University
Raghu Echempati, Kettering University
Amelito Enriquez, Canada College

Sven Esche, *Stevens Institute of Technology*
 Wallace Franklin, *U.S. Merchant Marine Academy*
 Christine Goble, *University of Kentucky*
 Barry Goodno, *Georgia Institute of Technology*
 Robert Harder, *George Fox University*
 Javier Hasbun, *University of West Georgia*
 Javad Hashemi, *Texas Tech University*
 Robert Hyers, *University of Massachusetts Amherst*
 Matthew Ikle, *Adams State College*
 Mariappan Jawaharlal, *California Polytechnic State University, Pomona*
 Qing Jiang, *University of California, Riverside*
 Jennifer Kadlowec, *Rowan university*
 Robert Kern, *Milwaukee School of Engineering*
 John Krohn, *Arkansas Tech University*
 Keith Lindler, *United States Naval Academy*
 Francisco Manzo-Robledo, *Washington State University*
 Geraldine Milano, *New Jersey Institute of Technology*
 Saeed Niku, *Cal Poly San Luis Obispo*
 Wilfrid Nixon, *University of Iowa*
 Karim Nohra, *University of South Florida*
 Vassilis Panoskaltsis, *Case Western Reserve University*
 Chandra Putcha, *California State University, Fullerton*
 Blayne Roeder, *Purdue University*
 Eileen Rossman, *Cal Poly San Luis Obispo*
 Nestor Sanchez, *University of Texas, San Antonio*
 Joseph Schaefer, *Iowa State University*
 Scott Schiff, *Clemson University*
 Sergey Smirnov, *Texas Tech University*
 Ertugrul Taciroglu, *UCLA*
 Constantine Tarawneh, *University of Texas*
 John Turner, *University of Wyoming*
 Chris Venters, *Virginia Tech*
 Sarah Vigmostad, *University of Iowa*
 T. W. Wu, *University of Kentucky*
 Mohammed Zikry, *North Carolina State University*

در این جا از نقش کارکنان شرکت John Wiley & Sons از جمله ویراستار ارشد Lina Ratts، ویراستار تولید Jill Spikereit، طراح ارشد Maureen Eide و ویراستار عکس‌ها Lisa Gee به دلیل شایستگی حرفه‌ای بالای آنها تشکر می‌کنم. همچنین مایلم تشکر ویژه‌ی خود را از تلاش‌های تولیدی پر اهمیت Christine Cervoni از شرکت LLC و Camelot Editorial Services ابراز کنم. تصاویر خلاقانه‌ی شرکت Percision Graphics همواره باعث حفظ مزیت استاندارد بالای تصاویر بوده است.

سرانجام مایلم از نقش مهم خانواده‌ی خود نیز تشکر کنم. همسرم Dale علاوه بر صبوری و حمایت از این پروژه، مدیریت آماده‌سازی دست‌نوشته‌ی ویرایش هفتم را بر عهده داشت و در بررسی تمامی مراحل بازبینی نقشی کلیدی داشت. همچنین دخترم Stephanie Kokan در مطرح ساختن موضوع مسایل، تصاویر و حل تعدادی از مسایل هفت ویرایش پیشین نقش داشته‌اند.

بسیار خرسندم که در تداوم این مجموعه کتاب‌های درسی در شصت سال گذشته شرکت داشته‌ام. به دلیل علاقمندی خود در فراهم ساختن بهترین مطالب آموزشی ممکن در سال‌های آینده، از تمامی اظهار نظرها و پیشنهادات شما استقبال می‌کنم. لطفاً اظهار نظرهای خود را به نشانی اینترنتی Kraige@vt.edu ارسال کنید.

L. Glenn Kraige
 Blacksburg, Virginia