

دنامسا

ویرایش ششم بر اساس SI

J.L. MERIAM

L.G. KRAIGE

Virginia Polytechnic Institute & State University

عکس روی جلد:

توربین بادی انرژی جنبشی باد را به انرژی مکانیکی و سپس به انرژی الکتریکی تبدیل می‌کند. بزرگترین توربین بادی جهان E-126 نام دارد که ساخت شرکت آلمانی Enercon GmbH است. اولین نمونه از این توربین در سال ۲۰۰۸ میلادی در نزدیکی شهر Emden در آلمان نصب شد. در این توربین بادی گیربکس وجود ندارد و توربین در وسیعترین بخش دماغه مخروطی جای داده شده است و به همین دلیل کارهای نگهداری در فواصل طولانی‌تری انجام می‌شود. این توربین بیش از ۶ مگاوات برق یعنی بیش از ۲۰ میلیون مگاوات ساعت برق در سال تولید می‌کند. این مقدار برق برای روشن ساختن ۵۰۰۰ خانه اروپایی چهار نفره یا ۱۷۷۶ خانه آمریکایی کافی است. قطر روتور این توربین ۱۲۶ m است و تیغه‌ها به صورت دوتکه ساخته شده‌اند، قطعه کوتاه تیغه از فولاد و قطعه بلند آن از GRP (پلاستیک مسلح به الیاف شیشه) است. طول هر یک از تیغه‌ها از طول بال هواپیمای ایرباس A380 بلندتر است. برج ۱۳۱ متری توربین متشکل از ۲۵ قطعه پیش‌ساخته بتنی است، ۸ قطعه اول سه تکه، ۲۲ قطعه بعدی دوتکه و ۵ قطعه آخر یک تکه‌اند. آخرین قطعه بالایی برج فولادی است. قطر جداره برج حداکثر به ۴۵ cm می‌رسد و حجم بتن کل برج به ۱۱۰ m^3 بالغ می‌شود. پی برج بر روی ۶۴ شمع کوبیده شده بتنی به ضخامت ۵۶ cm و طول ۲۵ m بنا شده است و خود پی از ۱۵۰۰ m^3 بتن و ۱۸۰ تن فولاد ساخته شده است. سرعت چرخش پروانه rpm ۱۲ یا ۱ دور در هر ۵ ثانیه است.

برای تماس با انتشارات جوینار با نشانی الکترونیکی زیر تماس بگیرید:

jooybaar.publications@gmail.com

سرشناسنامه	مریام، جیمز لیثرب، ۱۹۱۷ - م.
عنوان و نام پدیدآور	Meriam, James Lathrop
مشخصات نشر	: مکانیک مهندسی - دینامیک / جیمز لیثرب مریام، گلن کریگ؛ مترجم اردشیر اطیابی.
مشخصات ظاهری	: تهران: جویبار، ۱۳۸۸.
وضعیت فهرست‌نویسی	: ۶۱۱ ص: مصور، جدول، نمودار.
یادداشت	: فیبا
یادداشت	: عنوان اصلی: Engineering mechanics, 6th ed, c2007
یادداشت	: کتاب حاضر در سالهای مختلف توسط ناشران متفاوت منتشر شده است.
یادداشت	: کتاب حاضر نخستین بار تحت عنوان «دینامیک» منتشر شده است.
یادداشت	: واژه‌نامه.
عنوان دیگر	: دینامیک
موضوع	: مکانیک عملی
شناسه افزوده	: کریگ، گلن
شناسه افزوده	: Kraige, L. Glenn
شناسه افزوده	: اطیابی، اردشیر، ۱۳۳۹ - مترجم
رده‌بندی کنگره	: TA۳۵۲.۴۵۹ ۱۳۸۷
رده‌بندی دیویی	: ۶۲۰/۱
شماره کتابشناسی ملی	: ۱۶۵۸۸۸۹



تشریح‌بار

مکانیک مهندسی - دینامیک

J.L. Meriam, L.G. Kraige

مترجم: اردشیر اطیابی

ناشر: جویبار

نوبت چاپ: اول، تابستان ۱۳۸۹

تیراژ: ۲۰۰۰ جلد

حروفچینی: فریبا فروتن‌پور

چاپ و صحافی: به‌آوران

قیمت: ۱۵۰۰۰ تومان

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۶۷۴۵-۳۰-۸

ISBN: 978-964-6745-30-8

مراکز بخش:

مؤسسه خدمات فرهنگی فدک: تهران، خیابان انقلاب، خیابان اردیبهشت (منیری جاوید)، بین لبافی‌نژاد و جمهوری، ساختمان ۱۲۶

تلفن: ۶۶۴۸۲۲۲۱-۶۶۴۸۱۰۹۶-۶۶۴۶۵۸۳۱

انتشارات پارسه نو: تهران، خیابان انقلاب، خیابان ۱۲ فروردین، بعد از تقاطع وحید نظری، کوچه نوروز، پلاک ۱۶

تلفن: ۶۶۹۷۱۰۹۰-۶۶۹۷۱۰۸۸

فروشگاه: تهران، خیابان انقلاب، بین فروردین و اردیبهشت، پاساژ کتاب اندیشه، کتابفروشی پارسه نو، تلفن: ۶۶۴۹۲۶۶۳

یزد، میدان آزادی (باغ ملی)، ابتدای خیابان فرخی، جنب مجتمع ستاره، تلفن: ۰۳۵۱-۶۲۶۸۸۲۲-۶۲۶۵۴۹۱

مقدمه مترجم

دینامیک یکی از درسهای پایه‌ای در علوم مهندسی و به ویژه در مهندسی مکانیک و سازه است. این کتاب معمولاً در سال دوم به دانشجویان تدریس می‌شود و درک صحیح و عمیق مطالب آن نقش اساسی در آموختن مطالب پیشرفته‌تر بعدی دارد. کتابی که در دست دارید بدون تردید یکی از مشهورترین کتابها در این زمینه است و در واقع نویسنده اصلی آن دکتر Meriam بنیان‌گذار و پیشرو در شیوه ارائه مطالب این درس بوده است و بعدها بسیاری از نویسندگان دیگر کتابهای دینامیک از شیوه او پیروی کردند. اکنون بیش از ۶۰ سال از اولین چاپ این کتاب می‌گذرد و این کتاب تا رسیدن به شکل امروزی خود راه درازی پیموده است و در واقع با برخورداری از ۶۰ سال سابقه تدریس و آموزش تکامل پیدا کرده است. این کتاب در هر ویرایش جدید معمولاً به دو صورت دو واحدی (واحدهای SI و واحدهای مرسوم ایالات متحده) و تک واحدی (واحدهای SI) به چاپ می‌رسد. از آن جا که واحدهای SI در سطح جهانی به عنوان واحدهای اندازه‌گیری به رسمیت شناخته شده‌اند و تنها کشور آمریکا در میان کشورهای صنعتی است که علیرغم پذیرش این موضوع به دلیل مشکلات موجود در تبدیل واحدها در صنعت و تولید دوران‌گذار را طی می‌کند، با انتشار ویرایش ششم این کتاب بر اساس SI اهمیت این درس در آموزش مهندسی، بر آن شدم. تا تجربه خود را در سالها کار بر روی کتابها و متون مهندسی سازه، عمران و تأسیسات در ترجمه این ویرایش جدید به کار بدم. از آن جا که رنگ علاوه بر زیبایی ظاهری، نقش مهمی در درک مطالب و نمایش مسائل دارد، این کتاب به صورت دو رنگ به چاپ رسیده است. اما چاپ کتابی با کیفیت کتاب اصلی مستلزم بازکشی انبوه تصاویر گرافیکی بود. در این ارتباط باید از زحمات و تلاش خانمها فریبا فروتن پور و فرانک تحفه‌چی در حرفه‌چینی و بازکشی تصاویر تشکر کنم. در ترجمه این کتاب نیز سعی بر آن بوده است که علاوه بر ارائه متنی رسا و مفهوم، از واژه‌های فنی - مهندسی رایج و معتبر استفاده شود. امید است که این کتاب برای تمامی دانشجویان رشته‌های مختلف مهندسی و اساتید محترم دانشگاه کتاب مفیدی باشد.

فهرست مطالب

پیش‌گفتار..... ۸	۲-۳ قانون دوم نیوتن..... ۱۱۴
مقدمه..... ۱۰	۳-۳ معادله حرکت و حل مسائل..... ۱۱۶

بخش اول: دینامیک ذرات

فصل ۱

مقدمه‌ای بر دینامیک

(۱۶)

۱-۱ تاریخچه و کاربردهای جدید..... ۱۷	۲-۱ مفاهیم پایه..... ۱۷
۳-۱ قوانین نیوتن..... ۱۸	۴-۱ واحدها..... ۱۹
۵-۱ گرانش..... ۲۰	۶-۱ بُعد..... ۲۱
۷-۱ حل مسائل دینامیک..... ۲۱	۸-۱ دوره و خلاصه مطالب درس..... ۲۴

فصل ۲

سینماتیک ذرات

(۲۹)

۱-۲ مقدمه..... ۳۰	۲-۲ حرکت راست خط..... ۳۱
۳-۲ حرکت خمیده خط در صفحه..... ۴۷	۴-۲ مختصات متعامد $(x-y)$ ۴۹
۵-۲ مختصات عمودی و مماسی $(n-t)$ ۵۹	۶-۲ مختصات قطبی $(r-\theta)$ ۷۰
۷-۲ حرکت خمیده خط در فضا..... ۸۱	۸-۲ حرکت نسبی (محورهای انتقالی)..... ۹۰
۹-۲ حرکت مقید ذرات متصل به هم..... ۹۹	۱۰-۲ دوره و خلاصه مطالب فصل..... ۱۰۶

فصل ۳

سینتیک ذرات

(۱۱۳)

۱-۳ مقدمه..... ۱۱۴	بخش الف: نیرو، جرم و شتاب..... ۱۱۴
--------------------	------------------------------------

بخش ب: کار و انرژی..... ۱۴۴	۶-۳ کار و انرژی جنبشی..... ۱۴۴
۷-۳ انرژی پتانسیل..... ۱۵۹	بخش ج: ضربه و اندازه حرکت..... ۱۷۱
۸-۳ مقدمه..... ۱۷۱	۹-۳ ضربه خطی و اندازه حرکت خطی..... ۱۷۱
۱۰-۳ ضربه زاویه‌ای و اندازه حرکت زاویه‌ای..... ۱۸۵	بخش د: کاربردهای ویژه..... ۱۹۵
۱۱-۳ مقدمه..... ۱۹۵	۱۲-۳ برخورد..... ۱۹۵
۱۳-۳ حرکت تحت نیروی مرکزی..... ۲۰۵	۱۴-۳ حرکت نسبی..... ۲۱۷
۱۵-۳ دوره و خلاصه مطالب درس..... ۲۲۶	

فصل ۴

سینتیک مجموعه ذرات

(۲۳۶)

۱-۴ مقدمه..... ۲۳۷	۲-۴ قانون عمومی دوم نیوتن..... ۲۳۷
۳-۴ کار-انرژی..... ۲۳۸	۴-۴ ضربه - اندازه حرکت..... ۲۳۹
۵-۴ بایستگی انرژی و اندازه حرکت..... ۲۴۱	۶-۴ جریان پایدار جرم..... ۲۵۲
۷-۴ جرم متغیر..... ۲۶۵	۸-۴ دوره و خلاصه مطالب فصل..... ۲۷۷

بخش دوم: دینامیک اجسام صلب

فصل ۵

سینماتیک اجسام صلب در صفحه

(۲۸۴)

۴۷۰.....	بخش ب : سینتیک.....	۲۸۵.....	مقدمه.....	۱-۵
۴۷۰.....	۷-۷ اندازه حرکت زاویه ای.....	۲۸۶.....	چرخش.....	۲-۵
۴۷۲.....	۸-۷ انرژی جنبشی.....	۲۹۵.....	حرکت مطلق.....	۳-۵
۴۷۹.....	۹-۷ معادلات اندازه حرکت و انرژی حرکت.....	۳۰۷.....	سرعت نسبی.....	۴-۵
۴۸۰.....	۱۰-۷ حرکت در صفحات موازی.....	۳۱۹.....	مرکز آتی دوران.....	۵-۵
۴۸۷.....	۱۱-۷ حرکت ژيروسکوپی: پیشروی پایدار.....	۳۲۸.....	شتاب نسبی.....	۶-۵
۵۰۳.....	۱۲-۷ دوره و خلاصه مطالب فصل.....	۳۴۰.....	حرکت نسبت به محورهای چرخان.....	۷-۵
		۳۵۴.....	دوره و خلاصه مطالب فصل.....	۸-۵

فصل ۸

ارتعاشات و پاسخ زمانی (۵۰۹)

فصل ۶

سینتیک اجسام صلب در صفحه (۳۶۰)

۵۱۰.....	۱-۸ مقدمه.....	۳۶۱.....	۱-۶ مقدمه.....
۵۱۰.....	۲-۸ ارتعاش آزاد ذرات.....	۳۶۲.....	بخش الف : نیرو، جرم و شتاب.....
۵۲۴.....	۳-۸ ارتعاش واداشته ذرات.....	۳۶۲.....	۲-۶ معادلات عمومی حرکت.....
۵۳۶.....	۴-۸ ارتعاش اجسام صلب.....	۳۶۶.....	۳-۶ انتقال.....
۵۴۵.....	۵-۸ روشهای انرژی.....	۳۷۷.....	۴-۶ چرخش حول محور ثابت.....
۵۵۴.....	۶-۸ دوره و خلاصه مطالب فصل.....	۳۸۱.....	۵-۶ حرکت عمومی در صفحه.....

پیوست الف : گشتاور لختی سطح پیوست ب : گشتاور لختی جرم

۵۶۰.....	۱-ب گشتاورهای لختی جرم حول یک محور.....	۴۰۲.....	بخش ب : کار و انرژی.....
۵۷۳.....	۲-ب حاصل ضربهای لختی.....	۴۰۲.....	۶-۶ روابط کار-انرژی.....
		۴۱۷.....	۷-۶ تعیین شتاب با استفاده از معادله کار-انرژی، کار مجازی.....

پیوست ج : عناوین برگزیده ریاضیات

۵۸۳.....	۱-ج مقدمه.....	۴۲۴.....	بخش ج : ضربه و اندازه حرکت.....
۵۸۳.....	۲-ج هندسه سطحه.....	۴۲۴.....	۸-۶ معادلات ضربه - اندازه حرکت.....
۵۸۳.....	۳-ج هندسه فضایی.....	۴۳۸.....	۹-۶ دوره و خلاصه مطالب فصل.....

فصل ۷

مقدمه ای بر دینامیک سه بعدی اجسام صلب (۴۴۷)

۵۸۴.....	۴-ج جبر.....	۴۴۸.....	۱-۷ مقدمه.....
۵۸۴.....	۵-ج هندسه تحلیلی.....	۴۴۸.....	بخش الف : سینماتیک.....
۵۸۵.....	۶-ج مثلثات.....	۴۴۸.....	۲-۷ انتقال.....
۵۸۵.....	۷-ج عملیات برداری.....	۴۴۸.....	۳-۷ چرخش حول محور ثابت.....
۵۸۷.....	۸-ج سریها.....	۴۴۹.....	۴-۷ حرکت در صفحات موازی.....
۵۸۸.....	۹-ج مشتقها.....	۴۴۹.....	۵-۷ چرخش حول نقطه ثابت.....
۵۸۸.....	۱۰-ج انتگرالها.....	۴۵۹.....	۶-۷ حرکت عمومی.....
۵۹۰.....	۱۱-ج روش نیوتن برای حل معادلات دشوار.....		
۵۹۲.....	۱۲-ج روشهای برگزیده برای انتگرال گیری عددی.....		

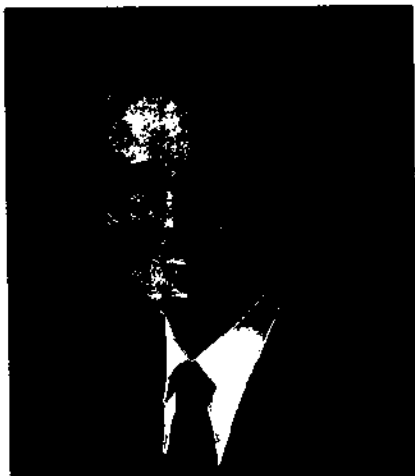
پیوست د : جداول سودمند

۵۹۵.....	جدول د - ۱ خصوصیات فیزیکی.....
----------	--------------------------------

جدول د - ۲	تابتهای منظومه شمسی	۵۹۶
جدول د - ۳	خصوصیات اشکال مسطح	۵۹۷
جدول د - ۴	خصوصیات اجسام توپر همگن	۵۹۹

ضرایب تبدیل واحدهای مرسوم ایالات متحده به

۶۰۲	واحدهای SI
۶۰۳	واحدهای SI مورد استفاده در مکانیک
۶۰۴	پیشوندهای واحدهای SI
۶۰۴	قواعد برگزیده در نوشتن کمیت‌های متریک
	نمودارهای تبدیل واحدهای SI و واحدهای مرسوم
۶۰۵	ایالات متحده به یکدیگر
۶۰۷	واژه‌نامه



James L. Meriam

پیش‌گفتار

آغاز نگارش این مجموعه کتابهای درسی از دکتر James L. Meriam به سال ۱۹۵۱ باز می‌گردد. در آن زمان این کتابها انقلابی در شیوه آموزش مکانیک 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 دیگر قرار گرفتند. ویژگی این مجموعه کتابهای درسی که تا ویرایش نخست آن در سال ۱۹۷۸ با عنوانهایی کمی متفاوت منتشر می‌شدند، ساختار منطقی، ارائه روشن و دقیق مفاهیم نظری، مسایل نمونه آموزنده و مجموعه پربرای از مسایل واقعی همراه با تصاویری با استاندارد بالا است. این کتابها علاوه بر واحدهای مرسوم ایالات متحده با ویرایش SI نیز منتشر می‌شوند و به بسیاری از زبانهای دنیا ترجمه شده‌اند. این مجموعه کتابها، استاندارد جهانی برای کتابهای درسی کارشناسی مکانیک محسوب می‌شوند.

نوآوریها و نقش دکتر Meriam (۱۹۱۷-۲۰۰۰) در عرضه مکانیک مهندسی امری اغراق‌آمیز نیست. او یکی از مهمترین اساتید مهندسی در نیمه 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 Pratt & Whitney Aircraft و General Electric 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 پرفسور میهمان در دانشگاه California-Santa Barbara بود و سرانجام در سال ۱۹۹۰ بازنشسته شد. پرفسور 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 وهله نخست به دلیل تدریس برجسته دریافت کرد. در سال ۱۹۷۸ وی «جایزه مدرس برجسته» را به دلیل خدمات ممتاز در آموزش مکانیک مهندسی از «انجمن آموزش مهندسی آمریکا» و در سال ۱۹۹۲ جایزه Benjamin Garver Lamme یعنی بالاترین جایزه ملی سالانه «انجمن آموزش مهندسی آمریکا» دریافت کرد.

دکتر L. Glenn Kraige نویسنده 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 در مهندسی هوافضا دریافت کرد و هم‌اکنون به عنوان پرفسور «علم و مکانیک مهندسی» در Virginia Polytechnic Institute & State University مشغول تدریس است. در میانه دهه ۱۹۷۰ من افتخار بزرگ عضویت در هیئت بررسی تر دکترای پرفسور Kraige را داشتم و از این واقعیت که وی جزء نخستین گروه از فارغ‌التحصیلان دکترای من بود، به خود می‌بالم. پرفسور Kraige توسط پرفسور Meriam به همکاری دعوت شد و بدین ترتیب میراث نگارش برجسته کتابهای درسی Meriam به نسلهای آینده منتقل شد. در دو و نیم دهه گذشته این گروه بسیار موفق از نویسندگان تأثیر شگرف و جهانی بر آموزش چند نسل از مهندسين داشته‌اند.

پرفسور Kraige علاوه بر تحقیقات و تألیفات برجسته خود در حوزه دینامیک فضایی، توجه خود را در هر دو سطح مقدماتی و پیشرفته به آموزش مکانیک معطوف داشته است. شیوه آموزش برجسته وی به وسعت شناخته شده است و جوایز آموزشی بسیاری را در سطح دانشکده، کالج، دانشگاه، ایالت، منطقه و کشور کسب کرده است. از جمله این جوایز می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: جایزه Francis J. Maher به دلیل آموزش برجسته در دانشکده «علم و مکانیک مهندسی»، جایزه Wine به دلیل آموزش برجسته دانشگاهی و جایزه «مدرس برجسته» از «شورای ایالتی آموزش عالی» Commonwealth of Virginia. در سال ۱۹۹۶ بخش مکانیک «انجمن آموزش مهندسی آمریکا» جایزه «مدرس 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 پرفسور برجسته Virginia معرفی کرد.

کردند. پروفیسور Kraige در آموزش خود بر گسترش تواناییهای تحلیلی همراه با تقویت بینش فیزیکی و قضاوت مهندسی تأکید دارد. وی از اوایل دهه ۱۹۸۰ بر روی نرم‌افزار کامپیوترهای شخصی جهت بهبود روند آموزش و یادگیری در درسهای استاتیک، دینامیک، مقاومت مصالح و سطوح بالانتر دینامیک و ارتعاشات کار کرده است.

در ویرایش ششم «مکانیک مهندسی» همان مجموعه استانداردهای بالای ویرایشهای پیشین تداوم یافته است و ویژگی جدیدی جهت کمک و علاقمند کردن دانشجویان افزوده شده است. در این کتاب مجموعه وسیعی از مسایل جالب و آموزنده آورده شده است. دانشکده و دانشجویانی که به تدریس یا مطالعه «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.

John L. Junkins

پروفیسور برجسته مهندسی هوافضا

دارنده کرسی پروفیسوری George J. Eppright در مهندسی

دانشگاه Texas A&M

College Station, Texas

www.ketab.ir

مقدمه

مهندسی مکانیک بنیان و چارچوب بسیاری از شاخه‌های مهندسی محسوب می‌شود. بسیاری از مباحث در زمینه‌هایی همچون مهندسی عمران، مکانیک، هوافضا، کشاورزی و البته خود مکانیک مهندسی بر پایهٔ مطالب استاتیک و دینامیک استوارند. حتی در رشته‌ای همچون مهندسی برق، متخصصین در زمان برخورد با اجزای الکتریکی یک وسیلهٔ رباتی یا در فرآیند تولید در می‌یابند که با مکانیک سروکار دارند.

بنابراین جایگاه مکانیک مهندسی در برنامهٔ آموزش مهندسی بسیار مهم است. این جایگاه نه تنها به خودی خود مهم است، مطالب درسی مکانیک مهندسی به تقویت درک دانشجو از مطلب مهم دیگری همچون ریاضیات کاربردی، فیزیک و گرافیک کمک می‌کنند. به علاوه این درسها در تقویت تواناییهای فردی در حل مسائل ابزار مهمی محسوب می‌شوند.

هدف

هدف اصلی از مطالعهٔ مکانیک مهندسی پرورش توانایی پیش‌بینی تأثیرات نیرو و حرکت در زمان طراحی خلاقانهٔ مهندسی است. این توانایی مستلزم چیزی بیش از آگاهی صرف از اصول فیزیک و ریاضی مکانیک است و نیازمند تجسم فیزیکی بر اساس مواد واقعی، محدودیتهای واقعی و محدودیتهای عملی حاکم بر رفتار ماشینها و سازه‌ها است. یکی از اهداف اولیهٔ درس مکانیک، کمک به پرورش توانایی تجسمی دانشجو است که در تدوین راه حل مسئله نقش حیاتی دارد. در حقیقت ساخت مدل ریاضی معنی‌دار اغلب از خود حل مسئله مهمتر است. با یادگیری این اصول و محدودیتهای آنها در زمینه کاربرد مهندسی، بیشترین پیشرفت حاصل می‌گردد.

در زمان تدریس مکانیک اغلب این تمایل وجود دارد که از مسائل بیشتر به عنوان امکانی جهت به تصویر کشیدن مطالب نظری استفاده شود تا از مطالب نظری برای حل مسائل. در زمان حاکم بودن دیدگاه نخست، مسائل شکل 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 تجربهٔ گرانیهای تدوین راه حل مسائل و بنابراین کشف نیاز و مفاهیم نظری محروم می‌کند. روش دوم انگیزهٔ 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 قویترین انگیزهٔ یادگیری ممکن هر چه تأکید شود باز هم کم است.

به علاوه به عنوان مدرس مکانیک باید بر این مفهوم تأکید کرد که در بهترین حالت، مفاهیم نظری تنها تقریبی از دنیای واقعی مکانیک‌اند و نه دنیای واقعی تقریبی از مفاهیم نظری. این تفاوت بین امری اساسی است و مهندسی مکانیک را از علم مکانیک متمایز می‌سازد.

در طول چند دههٔ گذشته در آموزش مهندسی چند گرایش ناخوشایند به وجود آمده است. نخست چنین به نظر می‌رسد که تأکید بر مفاهیم هندسی و فیزیکی ریاضیات مورد نیاز کاهش پیدا کرده است. دوم کاهش چشم‌گیر و حتی حذف آموزش ترسیمی که در گذشته تجسم و شکل ارائهٔ مسائل مکانیک را بهبود می‌بخشید. سوم آن که با ارتقاء سطح ریاضی در حل مسائل مکانیک، این تمایل وجود داشته است که کاربرد نمادی عملیات برداری باعث فراموشی تجسم هندسی شود و یا به طور کلی جایگزین آن گردد. مکانیک به طور ذاتی علمی است که به بینش هندسی و فیزیکی وابسته است و برای بهبود این توانایی باید تلاش بیشتری انجام داد.

در استفاده از کامپیوتر نکتهٔ ویژه‌ای وجود دارد: تجربهٔ تدوین راه حل مسائل که با بهبود قدرت استدلال و قضاوت همراه است، از تمرین گول زندهٔ 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. مسائل 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 استفادهٔ مصنوعی اجباری از کامپیوتر تغییر داده می‌شود. در زمان طراحی مسائل کامپیوتری ویرایش ششم، این نکات در نظر گرفته شده‌اند. برای حفظ زمان کافی جهت تدوین راه حل مسائل توصیه می‌شود که تنها تعداد محدودی از مسائل کامپیوتری به عنوان تکلیف به دانشجو واگذار شود.

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

ویژگیهای آموزشی

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

مسایل

۱۲۱ مسئله نمونه این کتاب در صفحاتی با حاشیه رنگی ویژه آورده شده‌اند و حل این مسایل دینامیک نمونه به صورت تفصیلی انجام شده است. به علاوه توضیحات و نکات درس‌آموزی (راهنمایهای سودمند) به صورت شماره‌گذاری شده و با اعداد رنگی وجود دارد که به حل اصلی مسئله مربوط می‌شوند.

در این ویرایش ششم ۱۵۶۹ تمرین تکلیف وجود دارد که تقریباً ۴۰ درصد آنها جدیداند. مجموعه مسایل به دو دسته «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 مبحث 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 دشوارتر می‌شوند. دشوارترین تمرینها در پایان بخش «مسایل شاخص» وجود دارد و با نماد «مشخص شده‌اند» «مسایل کامپیوتری» با ستاره مشخص شده‌اند و در بخش ویژه‌ای در انتهای «مسایل دوره» در پایان هر فصل آورده شده‌اند. پاسخ تمامی مسایل فرد و تمامی مسایل دشوار ارائه شده است.

در سرتاسر این کتاب به جز در قسمتهای محدودی از بخش مقدماتی که واحدهای مرسوم ایالات متحده جهت تکمیل و مقایسه با واحدهای SI آورده شده‌اند، از واحدهای SI استفاده شده است.

ویژگی برجسته ویرایش ششم همانند تمامی ویرایشهای پیشین، برپار 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 ارائه 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:

- آبی برای نیروها و گشتاورها
- خاکستری برای پیکانهای سرعت و شتاب
- خط چین آبی برای مسیر انتخابی نقاط متحرک.

برای دیگر بخشهای تصویر که در مسئله مورد نظر از اهمیت خاصی برخوردار نیستند، از 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 عقیده خود تأکید کند که در آثار نوشتاری حوزه 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:

- اکنون تأکید اصلی در معادلات کار - انرژی و ضربه - اندازه حرکت بر روی ترتیب زمانی است، هم در مورد ذرات در فصل ۳ و هم در مورد اجسام صلب در فصل ۶.
- در هر دو مورد ذرات و اجسام صلب، بر روی نمودار سه قسمتی ضربه - اندازه حرکت تأکید می‌شود. این نمودارها کاملاً با شکل ترتیب زمانی معادلات ضربه - اندازه 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 ششم تقریباً ۴۰ 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 حاشیه رنگی چاپ شده‌اند.
- «مسایل نمونه» جدیدی افزوده شده‌اند، از جمله مواردی برای حل کامپیوتری.
- تمامی بخشهای نظری از جهت دقت بالا، روشنی، رسایی و روانی مطلب مورد بازبینی مجدد قرار گرفته‌اند.
- در زمان ارائه مطالب نظری، بخشهایی زیر عنوان «مفاهیم کلیدی» به طور ویژه مشخص و برجسته شده‌اند.
- بخش «دوره و خلاصه مطالب فصل» در صفحاتی با زمینه رنگی آورده شده‌اند و نکات خلاصه شده شماره گذاری 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 مقدمه جامعی در مورد دینامیک ذرات، پیشرفت سریع و همه جانبه‌ای در دینامیک اجسام صلب وجود خواهد داشت. در فصل ۱ مفاهیم پایه‌ای لازم برای مطالعه دینامیک مطرح می‌شوند.

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

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

فصل ۴ در مورد مجموعه ذرات، گسترش اصول حرکت یک ذره مفرد 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 در صفحه که در آن معادلات سرعت نسبی و شتاب نسبی مطرح می‌شوند، بر دو راه حل به روش هندسه 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 تمامی انواع حرکت دو بعدی در صفحه تأکید زیادی می‌شود. همچنین بر روی هم‌ارزی مستقیم نیروها و کوپله‌های وارد شده واقعی و برآیندهای $\vec{a}$ و $m\vec{a}$ آنها تأکید می‌شود. بدین ترتیب چند منظوری اصل گشتاورها مورد تأکید قرار می‌گیرد و دانشجویان به تفکر مستقیم بر اساس تأثیرات دینامیکی برآیند تشویق می‌شوند.

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 مستحکم را فراهم می‌سازد. حرکت زیروسکوپی با پیروی پایدار به دو روش مطرح می‌شود. در اولین روش از قیاس میان ارتباط بردارهای نیرو و اندازه حرکت خطی و ارتباط بردارهای گشتاور و اندازه حرکت زاویه‌ای استفاده می‌شود. با این روش دانشجویان قادر به درک پدیده زیروسکوپی با پیروی پایدار خواهند بود و توانایی حل بسیاری از مسایل مهندسی مربوط به زیروسکوپی را بدون مطالعه جزئیات دینامیک سه بعدی پیدا خواهند کرد. در روش دوم از معادلات عمومی تر اندازه حرکت برای چرخش سه بعدی استفاده می‌شود که در آنها تمامی مؤلفه‌های اندازه 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 برگزیده ریاضیات مقدماتی و همین طور چند روش عددی جهت استفاده دانشجویان در حل مسایل کامپیوتری ارائه می‌شود. در پیوست د جداول مفید ثابتهای فیزیکی، مراکز هندسی و گشتاورهای لختی آورده می‌شود.

سپاسگزاری

سپاس ویژه از دکتر A.L. Hale از «آزمایشگاههای تلفن Bell» به دلیل نقش همیشگی وی در بیانات ارزشمند و بررسی دقیق دست نوشته کتاب. دکتر

Hale این نقش را از دهه ۱۹۵۰ برای تمامی ویرایشهای پیشین این مجموعه از کتابهای مکانیک بر عهده داشته است. وی تمامی جنبه‌های این کتابها، از جمله تمامی مطالب و اشکال جدید و قدیم را مورد بررسی قرار داده است. دکتر Hale تمامی مسایل تکلیف جدید را به طور مستقل حل کرده و اظهار نظرهای 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 «دانشکده علم و مکانیک مهندسی» در VPI & SU به دلیل بیانات پیوسته سازنده آنها سپاسگزاری کنم. این اعضا عبارتند از: William J. Palm ، J. Wallace Grant ، Michael W. Hyer ، Norman E. Dowling ، Saad A. Ragab ، Scott L. Hendricks ، Rhoda Island در ویرایش پنجم این کتاب تشکر می‌کنم. به علاوه از نقش درازمدت دستیار خود Vanessa McCoy در سی سال گذشته در این پروژه کتابهای درسی سپاسگزاری می‌کنم.

افراد زیر (که فهرست نام آنها به ترتیب الفبا در بخش زیر خواهد آمد) در ارزیابی ویرایش پنجم، بررسی نمونه‌های ویرایش ششم یا به شکل دیگری در ویرایش ششم 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*
 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*
 Barry Goodno, *Georgia Institute of Technology*
 Robert Harder, *George Fox University*
 Javier Hasbun, *University of West Georgia*
 Javad Hashemi, *Texas Tech University*
 Scott Hendricks, *Virginia Tech*
 Robert Hyers, *University of Massachusetts, Amherst*
 Matthew Ikle, *Adams State College*
 Duane Jardine, *University of New Orleans*
 Qing Jiang, *University of California, Riverside*
 Jennifer Kadowec, *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*
 Scott Schiff, *Clemson University*
 Sergey Smirnov, *Texas Tech University*
 Sally Steadman, *University of South Alabama*
 Ertugrul Taciroglu, *UCLA*

Constantine Tarawneh *University of Texas*
 John Turner, *University of Wyoming*
 Mohammed Zikry, *North Carolina State University*

در این جا از نقش کارکنان شرکت John Wiley & Sons از جمله ویراستار Joe Hayton، ویراستاران ارشد تولید Lisa Wojcik و Sujin Hong، طراح ارشد Kevin Murphy، ویراستار ارشد تصاویر Sigmund Malinowski و ویراستار ارشد عکسها Lisa Gee به دلیل توانایی حرفه‌ای بالای آنها تشکر می‌کنم. همچنین مایلم تشکر ویژه خود را از تلاشهای تولیدی پر اهمیت Christine Cervoni از شرکت LLC و Camelot Editorial Services ابراز کنم. تصاویر خلافت شرکت Percision Graphic همچنان باعث حفظ مزیت استاندارد بالای تصاویر بوده است.

سرانجام مایلم از نقش مهم خانواده خود نیز تشکر کنم. همسر Dale علاوه بر صبوری و حمایت از این پروژه، اداره دست نوشته ویرایش ششم را بر عهده داشت و در بررسی تمامی مراحل بازبینی نقشی کلیدی داشت. همچنین پسر David در مطرح ساختن موضوع مسایل، تصاویر و حل تعدادی از مسایل نقش داشته است.

بسیار خرسندم که در تداوم این مجموعه کتابهای درسی در پنجاه 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
 Blackburg, Virginia

www.ketab.ir