



استاتیک

فردیناند پی. بی.یر، ای. راسل جانستون

ترجمه مهندس محمدرضا افضلی

مرکز نشر دانشگاهی، تهران



Statics

Sixth Edition

Ferdinand P. Beer, E. Russell Johnston Jr.

McGraw-Hill, 1997

استاتیک

تألیف فردیناند پی. بی.یر، ای. راسل جانستون

ترجمه مهندس محمدرضا افضلی

طراح جلد: آرزو امینی

نسخه پرداز: مسعود رزدام

حروفچین: صدیقه مسعودی

ناظر چاپ: جواد خسروی

مرکز نشر دانشگاهی، تهران

چاپ اول ۱۳۸۴

تعداد ۱۵۰۰

لیتوگرافی: مردمک

چاپ و صحافی: معراج

حق چاپ برای مرکز نشر دانشگاهی محفوظ است

فهرست نویسی پیش از انتشار کتابخانه ملی جمهوری اسلامی ایران

Beer, Ferdinand Pierre

بی.یر، فردیناند پیر، ۱۹۱۵-م

استاتیک / فردیناند پی. بی.یر، ای. راسل جانستون، ترجمه محمدرضا افضلی. - تهران:

مرکز نشر دانشگاهی، ۱۳۸۴.

پنج، ۵۳۸ ص: مصور. - (مرکز نشر دانشگاهی، ۱۳۱۴. مکانیک: ۳۲)

ISBN: 964-01-1214-3

فهرست نویسی بر اساس اطلاعات فیبا.

کتاب حاضر ترجمه بخش استاتیک کتاب «دوره مکانیک

engineers می باشد.

واژه نامه.

نمایه.

۱. استاتیک. ۲. استاتیک - مسائل، تمرینها و غیره. ۳. پردازها. ۴. مکانیک علمی. الف.

جانستون، الود راسل، ۱۹۲۵. Johnston Elwood Russell. ب. افضلی، محمدرضا.

۱۳۳۱ - مترجم. ج. مرکز نشر دانشگاهی. د. عنوان: استاتیک.

۶۲۰/۱۰۳

TA ۳۵۱ / ب ۸۷

۱۳۸۴

۸۲-۲۲۱۰۹

کتابخانه ملی ایران

بسم الله الرحمن الرحيم

فهرست

صفحه	عنوان	صفحه	عنوان
۳۴	۹.۲ تعادل یک ذره	۱	در باره مؤلفان
۳۴	۱۰.۲ قانون اول حرکت نیوتن	۳	پیشگفتار
۳۵	۱۱.۲ مسائل مربوط به تعادل ذره. نمودارهای آزاد	۶	فهرست نمادها
۴۲	نیروها در فضا	۷	۱ مقدمه
۴۲	۱۲.۲ مؤلفه‌های متعامد نیرو در فضا	۷	۱.۱ مکانیک چیست؟
۴۵	۱۳.۲ نیرویی که اندازه و دو نقطه از خط اثر آن معلوم است	۷	۲.۱ مفاهیم و اصول بنیادی
۴۶	۱۴.۲ جمع نیروهای هم‌رَس در فضا	۷	۳.۱ سیستم یکاها
۵۳	۱۵.۲ تعادل ذره در فضا	۱۰	۴.۱ تبدیل از یک سیستم به سیستم دیگر
۵۹	مرور مطالب و خلاصه فصل ۲	۱۴	۵.۱ روش حل مسئله
۶۲	مسئله‌های دوره	۱۶	۶.۱ دقت عددی
۶۶	۳ اجسام صلب: سیستمهای نیروی هم‌ارز	۱۷	۲ استاتیک ذرات
۶۶	۱.۳ مقدمه	۱۸	۱.۲ مقدمه
۶۷	۲.۳ نیروهای خارجی و داخلی	۱۸	نیروهای صفحه‌ای
۶۷	۳.۳ اصل انتقال پذیری. نیروهای هم‌ارز	۱۹	۲.۲ نیروی وارد بر ذره. برآیند دو نیرو
۶۹	۴.۳ ضرب برداری دو بردار	۲۰	۳.۲ بردار
۷۱	۵.۳ ضرب برداری برحسب مؤلفه‌های متعامد	۲۰	۴.۲ جمع بردارها
۷۲	۶.۳ لنگر نیرو حول یک نقطه	۲۲	۵.۲ برآیند چند بردار هم‌رَس
۷۴	۷.۳ قضیه وارینون	۲۲	۶.۲ تجزیه یک نیرو به چند مؤلفه
۷۴	۸.۳ مؤلفه‌های متعامد لنگر یک نیرو	۲۷	۷.۲ مؤلفه‌های متعامد نیرو. بردارهای یک
۸۴	۹.۳ ضرب اسکالر دو بردار	۲۹	۸.۲ جمع نیروها از طریق جمع کردن مؤلفه‌های X و Y آنها
۸۶	۱۰.۳ ضرب سه‌گانه مختلط سه بردار		
۸۷	۱۱.۳ لنگر یک نیرو حول محوری مفروض		
۹۷	۱۲.۳ لنگر کوپل		

۲۱۸	۹.۵*	نیروهای وارد بر سطوح مستغرق	۹۸	۱۳.۳	کوپلهای هم‌ارز
۲۲۶		حجم	۱۰۰	۱۴.۳	جمع‌کردن کوپله‌ها
۲۲۶	۱۰.۵	مرکز گرانی جسم سه‌بعدی. مرکزوار حجم	۱۰۱	۱۵.۳	کوپله‌ها را می‌توان با بردار نمایش داد
۲۲۹	۱۱.۵	اجسام مرکب	۱۰۱	۱۶.۳	تجزیه نیرویی مفروض به یک نیرو در نقطه O و یک کوپل
۲۲۹	۱۲.۵	تعیین مرکزوار حجم از طریق انتگرال‌گیری	۱۱۱	۱۷.۳	تبدیل یک سیستم نیرو به یک نیرو و یک کوپل
۲۳۹		مرور مطالب و خلاصه فصل ۵	۱۱۲	۱۸.۳	سیستمهای نیروی هم‌ارز
۲۴۲		مسائل دوره	۱۱۳	۱۹.۳	سیستمهای برداری هم‌سنگ
			۱۱۳	۲۰.۳	خلاصه‌ترکردن یک سیستم نیرو
۲۴۶	۶	تحلیل سازه‌ها	۱۱۵	۲۱.۳*	تحویل یک سیستم نیرو به یک رنج
۲۴۶	۱.۶	مقدمه	۱۳۲		مرور مطالب و خلاصه فصل ۳
۲۴۷		خرپاها	۱۳۷		مسائل دوره
۲۴۷	۲.۶	تعریف خرپا	۱۴۲	۴	تبادل اجسام صلب
۲۴۸	۳.۶	خرپاهای ساده	۱۴۲	۱.۴	مقدمه
۲۴۹	۴.۶	تحلیل خرپا با استفاده از روش مفصلها	۱۴۳	۲.۴	نمودار آزاد
۲۵۱	۵.۶*	مفصلهای تحت شرایط بارگذاری خاص			تبادل در دو بعد
۲۵۳	۶.۶*	خرپاهای فضایی	۱۴۳	۳.۴	واکنشهای تکیه‌گاهها و اتصالات در سازه‌ای دوبعدی
۲۶۱	۷.۶	تحلیل خرپا به روش مقاطع	۱۴۳	۴.۴	تبادل جسم صلب در دوبعد
۲۶۲	۸.۶*	خرپاهای ساخته‌شده از چند خرپای ساده	۱۴۵	۵.۴	واکنشهای استاتیکی-نامعین. قیدهای جزئی
۲۷۱		قابها و ماشینها	۱۴۶	۶.۴	تبادل جسم دوبعدی
۲۷	۹.۶	سازه‌های دارای عضوهای چندنیروی	۱۶۲	۷.۴	تبادل جسم سه‌نیروی
۲۷۱	۱۰.۶	تحلیل قاب	۱۶۳		تبادل در فضای سه‌بعدی
۲۷۲	۱۱.۶	قابهایی که در صورت جداسدن از ...	۱۶۸	۸.۴	تبادل جسم صلب در سه بعد
۲۸۵	۱۲.۶	ماشین	۱۶۸	۹.۴	واکنش در تکیه‌گاهها و اتصالات سازه سه‌بعدی
۲۹۷		مرور مطالب و خلاصه فصل ۶	۱۶۹		مرور مطالب و خلاصه فصل ۴
۳۰۰		مسئله‌های دوره	۱۸۴		مسائل دوره
۳۰۴	۷	نیرو در تیرها و کابلها	۱۸۶	۵	نیروهای گسترده: مرکزوار و مرکز گرانی
۳۰۴	۱.۷*	مقدمه	۱۹۱	۱.۵	مقدمه
۳۰۴	۲.۷*	نیروهای داخلی در اعضا	۱۹۱		سطوح و خطوط
۳۱۰		تیر	۱۹۱	۲.۵	مرکز گرانی جسم دوبعدی
۳۱۰	۳.۷*	انواع مختلف بارگذاری و تکیه‌گاه	۱۹۱	۳.۵	مرکزوار سطح و خط
۳۱۱	۴.۷*	نیروی برشی و لنگر خمشی در تیر	۱۹۳	۴.۵	لنگرهای اول سطح و خط
۳۱۳	۵.۷*	نمودارهای نیروی برشی و لنگر خمشی	۱۹۴	۵.۵	ورقها و سیمهای مرکب
۳۲۰	۶.۷*	روابط بین بار، نیروی برشی و لنگر خمشی	۱۹۷	۶.۵	تعیین مرکزوار از طریق انتگرال‌گیری
۳۲۹		کابل	۲۰۶	۷.۵	قضیه‌های پایوس-سگندینوس
۳۲۹	۷.۷*	کابل با بار متمرکز	۲۰۸	۸.۵*	بارهای گسترده وارد بر تیر
۳۳۰	۸.۷*	کابل با بار گسترده	۲۱۷		

صفحه	عنوان	صفحه	عنوان
۴۳۶	۱۲.۹ قضیه محورهاى موازى	۳۳۱	۹.۷* کابل سهموى
۴۳۷	۱۳.۹ لنگرهای لختى ورقه‌های نازک	۳۳۸	۱۰.۷* کابل با منحنى زنجیری
۴۳۹	۱۴.۹ تعیین لنگر لختى جسم سه‌بعدى با انتگرال‌گیری	۳۴۴	مرور و خلاصه مطالب فصل ۷
۴۴۰	۱۵.۹ لنگرهای لختى اجسام مرکب	۳۴۷	مسائل دوره
	۱۶.۹* لنگر لختى جسم نسبت به محور دلخواه گذرنده از O.		
۴۵۴	حاصل‌ضربهای لختى جرم	۳۵۰	۸ اصطکاک
۴۵۵	۱۷.۹* بیضیوار لختى. محورهاى اصلی لختى	۳۵۰	۱.۸ مقدمه
	۱۸.۹* تعیین محورهاى اصلی و لنگرهای اصلی لختى جسمى	۳۵۱	۲.۸ قوانین اصطکاک خشک. ضرایب اصطکاک
۴۵۶	با شکل دلخواه	۳۵۲	۳.۸ زوایای اصطکاک
۴۶۶	مرور و خلاصه مطالب فصل ۹	۳۵۳	۴.۸ مسئله‌های اصطکاک خشک
۴۷۱	مسائل دوره	۳۶۷	۵.۸ گوه
		۳۶۸	۶.۸ پیچهای رزوه‌تخت
۴۷۵	۱۰ روش کار مجازى	۳۷۵	۷.۸* یاتاقانهای بوشى، اصطکاک محور
۴۷۵	۱.۱۰* مقدمه	۳۷۶	۸.۸* یاتاقانهای کف‌گرد. اصطکاک دیسک
۴۷۵	۲.۱۰* کار یک نیرو	۳۷۸	۹.۸* اصطکاک چرخ. مقاومت غلشی
۴۷۸	۳.۱۰* اصل کار مجازى	۳۸۳	۱۰.۸* اصطکاک تسمه
۴۷۹	۴.۱۰* کاربردهای اصل کار مجازى	۳۹۲	مرور مطالب و خلاصه فصل ۸
۴۸۰	۵.۱۰* ماشینهای واقعى. بازده مکانیکی	۳۹۴	مسائل دوره
۴۹۳	۶.۱۰* کار نیرو در حین جابه‌جایی متناهی		
۴۹۵	۷.۱۰* انرژی پتانسیل	۳۹۹	۹ نیروهای گسترده: لنگرهای لختى
۴۹۶	۸.۱۰* انرژی پتانسیل و تعادل	۳۹۹	۱.۹ مقدمه
۴۹۷	۹.۱۰* بایردارى تعادل	۴۰۰	لنگرهای لختى سطح
۵۰۵	مرور و خلاصه مطالب فصل ۱۰	۴۰۰	۲.۹ لنگر دوم یا لنگر لختى سطح
۵۰۸	مسائل دوره	۴۰۱	۳.۹ تعیین لنگر لختى سطح با انتگرال‌گیری
		۴۰۲	۴.۹ لنگر لختى قطبى
۵۱۲	پاسخ مسائل برگزیده	۴۰۲	۵.۹ شعاع چرخش سطح
		۴۰۸	۶.۹ قضیه محورهاى موازى
۵۳۲	واژه‌نامه	۴۱۰	۷.۹ لنگرهای لختى سطوح مرکب
۵۳۴	نمایه	۴۲۲	۸.۹* حاصل‌ضرب لختى
		۴۲۳	۹.۹* محورهاى اصلی و لنگرهای لختى اصلی
		۴۳۰	۱۰.۹* دایره مور برای لنگرها و حاصل‌ضربهای لختى
		۴۳۵	لنگرهای لختى جرم
		۴۳۵	۱۱.۹ لنگر لختى جرم مفروض

رباره مؤلفان

الباً از مؤلفان این کتاب می‌پرسند "چه شد که شما با هم کتاب می‌نویسید، در حالی که یکی از شما در دانشگاه‌های است و دیگری در دانشگاه کانکتیکات، و چگونه می‌توانید مشترکاً در کارهای خود تجدید نظر کنید و استنباط‌های پی‌درپی کتابها را آماده کنید؟"



جواب سؤال اول ساده است، راس جانستون ابتدا در گروه مهندسی عمران و مکانیک دانشگاه لی‌های ریس می‌کرد. در همان‌جا با فرد بی‌ر آشنا شد که دو سال قبل همکاری با این گروه را آغاز کرده بود و مسئول سبای مکانیک بود. فرد که در فرانسه متولد شده و در فرانسه و سوئیس تحصیل کرده بود (او از دانشگاه برین درجه کارشناسی ارشد و از دانشگاه زو درجه دکتری در مکانیک نظری دارد)، پس از خدمت در ارتش شش در اوایل جنگ جهانی دوم، به ایالات متحده آمریکا آمده بود و به مدت چهار سال در کالج ویلیامز، در آلمه مشترک هنر و مهندسی ویلیامز-آی‌تی، تدریس کرده بود. راس در فیلادلفیا به دنیا آمده و از دانشگاه ور، در رشته مهندسی عمران، درجه کارشناسی و از ام‌آی‌تی، در رشته مهندسی سازه، درجه دکتری گرفته بود. فرد با خوشحالی بسیار دریافت جوانی که اصولاً برای تدریس در سبای دوره کارشناسی ارشد مهندسی زه استخدام شده است نه تنها علاقه دارد که او را در تجدید سازمان در سبای مکانیک یاری دهد، بلکه به این شوق وافر نیز دارد. هر دو عقیده داشتند که این درسها را باید براساس چند اصل پایه تدریس کرد و بهترین راه ک و به خاطر سپردن مفاهیم مختلف در این درسها، برای دانشجویان، ارائه این مفاهیم به شیوه ترسیمی است. با هم، جزوه‌هایی برای تدریس استاتیک و دینامیک نوشتند و بعداً مسئله‌هایی را که فکر می‌کردند برای ندهسان آینده جالب است، به این جزوه‌ها افزودند و به زودی دست‌نوشته نخستین ویراست مکانیک مهندسی ماده کردند.

ویراست دوم مکانیک مهندسی و ویراست اول مکانیک برداری برای مهندسان هنگامی منتشر شد که راس جانستون در انستیتو پلی‌تکنیک ورجستر بود و در هنگام انتشار ویراستهای بعدی، او در دانشگاه کانکتیکات ریس می‌کرد. در همین دوران، فرد و راس، هر دو، در گروههای خود مسئولیت اداری پذیرفته بودند و هر دو به کارهای پژوهشی، مشاوره‌ای و استاد راهنمایی دانشجویان دوره‌های بالاتر از کارشناسی — فرد در حوزه ندهای تصادفی و ارتعاشات کاتوره‌ای، و راس در زمینه پایداری کشسان و تحلیل و طراحی سازه — نیز فعال داشتند. اما علاقه آنها به اصلاح روشهای تدریس مکانیک پایه فروکش نکرده بود و آنها، ضمن تجدید در متن دروس به تدریس نیز اشتغال داشتند و کار آماده‌سازی نخستین ویراست مقاومت مصالح را در این دوران آغاز کردند.

حال سؤال دوم را دوباره مطرح می‌کنیم: پس از آن که راس جانستون دانشگاه لی‌های را ترک کرد، چگونه دو نفر توانستند به صورت مؤثر همکاری کنند؟ بخشی از پاسخ این پرسش در صورت حسابهای تلفن و نه‌های پستی این دو نهفته است. وقتی تاریخ انتشار ویراست تازه‌ای از کتاب نزدیک می‌شود، آنها هر روز با مکالمه تلفنی دارند و با بسته‌های پستی به سراغ دفاتر پست اکسپرس می‌روند. دو خانواده نیز با هم دیدار کنند. حتی گاهی سفرهای مشترک تفریحی نیز انجام می‌دهند و دو خانواده نزدیک هم چادر می‌زنند. با

ظهور ماشینهای نمابر، دیگر نیاز زیادی به ملاقات مکرر یکدیگر ندارند.

دوران همکاری آنها با انقلاب در محاسبات مصادف شده است. در نخستین ویراست کتابهای مکانیک مهندسی و مکانیک برداری برای مهندسان، نکاتی در باب استفاده از خطکش محاسبه آمده بود. برای تضمین دقت پاسخهای آخر کتاب، مؤلفان از خطکش محاسبه بزرگ ۲۰ اینچی استفاده کردند؛ پس از آن ماشین حساب مکانیکی رومیزی با توابع مثلثاتی ابداع شد و سپس ماشین حساب الکترونیکی چهار عمل اصلی به بازار آمد. با پیدایش ماشین حسابهای جیبی که قادر به انجام عملیات مختلف بودند، همه اینها به فراموشی سپرده شدند و آنچه درباره نحوه کار با خطکش محاسبه در کتاب آمده بود، جای خود را به نکاتی در باب استفاده از ماشین حساب داد. اکنون در هر فصل از کتابهای این دو مؤلف، مسئله‌هایی گنجانده شده است که با استفاده از کامپیوتر حل می‌شوند و فرد و راس برنامه حل اغلب مسئله‌هایی را که طرح کرده‌اند، روی کامپیوترهای خود دارند.

فرد و راس، به سبب نقشی که در آموزش مهندسی داشته‌اند، به کسب افتخارات و جوایز متعددی نایل آمده‌اند. جایزه بنیاد وسترن الکتریک، به پاس تلاش شایان آنها در آموزش دانشجویان مهندسی، را بخش نواحی انجمن آموزش مهندسی امریکا به آنها اعطا کرد و هر دو نفر جایزه مدرس ممتاز را از بخش مکانیک همین انجمن دریافت کردند. در ۱۹۹۱، راس جایزه مهندس عمران برجسته را از بخش کانکتیکات انجمن مهندسان امریکا دریافت کرد و در ۱۹۹۵ دانشگاه لی‌های به فرد درجه دکتر مهندسی افتخاری داد.

در این ویراست تازه همکار جدیدی به گروه بی‌یر و جانستون پیوسته است؛ الیوت آیزنبرگ، استاد مهندسی در دانشگاه ایالتی پنسیلوانیاست. الیوت در رشته مهندسی درجه کارشناسی و در رشته آموزش درجه کارشناسی ارشد، هر دو از دانشگاه کورنل، دارد. او فعالیت علمی خود را بر خدمات حرفه‌ای و آموزش متمرکز کرده است و در سال ۱۹۹۲، انجمن مهندسان مکانیک امریکا، با اعطای نشان بن سی. اسپارکس به الیوت، از نقش او در آموزش مهندسی مکانیک و تکنولوژی مهندسی مکانیک و خدمات او به این انجمن و انجمن آموزش مهندسی امریکا تقدیر کرد.

پیشگفتار

هدف اصلی درسهای مقدماتی مکانیک می‌بایست ایجاد توانایی تحلیل مسئله، به شیوه‌ای ساده و منطقی، در دانشجوی مهندسی باشد، به‌طوری که بتواند با استفاده از چند اصل پایه، که آنها را به‌خوبی درک کرده است، مسئله موردنظر را حل کند. امید می‌رود این کتاب، که به‌عنوان اولین درس در استاتیک در سال دوم دوره کارشناسی تدریس می‌شود، و جلد بعدی آن، یعنی دینامیک، به مدرس کمک کند تا به این هدف نایل آید.

جبر برداری در اوایل کتاب شرح داده می‌شود و در معرفی و شرح اصول بنیادی مکانیک به‌کارگرفته می‌شود. از روشهای برداری نیز برای حل بسیاری از مسئله‌ها، به‌ویژه مسئله‌های سه‌بعدی استفاده می‌شود؛ در این قبیل مسائل، با استفاده از فنون برداری، حل مسئله ساده‌تر و موجزتر می‌شود. با وجود این تأکید ما در این کتاب، هم‌چنان بر درک صحیح اصول مکانیک و کاربرد این اصول برای حل مسائل مهندسی است و جبر برداری را بیشتر به منزله ابزاری که کار را آسانتر کند، معرفی می‌کنیم.^۱

یکی از مشخصه‌های رهیافت ما در این کتابها آن است که مکانیک ذرات را کاملاً از مکانیک اجسام صلب جدا کرده‌ایم. با استفاده از این رهیافت می‌توان مسائل عملی ساده را در مراحل اولیه مطرح کرد و بحث درباره مفاهیم دشوارتر را به تعویق انداخت. مثلاً در این کتاب، ابتدا استاتیک ذرات را شرح می‌دهیم (فصل ۲)؛ پس از آن که قواعد جمع و تفریق برداری را معرفی کردیم، بلافاصله اصل تعادل ذره را در وضعیتهای عملی، که فقط نیروهای هم‌رس در آنها دخیل‌اند، به‌کار می‌بندیم. استاتیک اجسام صلب را در فصلهای ۳ و ۴ شرح می‌دهیم. در فصل ۳ ضرب برداری و اسکالر دو بردار را معرفی می‌کنیم و برای تعیین لنگر نیرو حول یک نقطه و حول یک محور به‌کار می‌بریم. در پی معرفی این مفاهیم جدید، بحث کامل و دقیقی در باب سیستمهای نیروی معادل می‌آید که، در فصل ۴، به کاربردهای عملی بسیار، شامل تعادل اجسام صلب قرار گرفته در معرض سیستمهای نیروی کلی منتهی می‌شود. در کتاب دینامیک نیز همین بخش مشاهده می‌شود. مفاهیم پایه نیرو، جرم و شتاب، کار و انرژی، و ضربه و اندازه حرکت مطرح می‌شوند و ابتدا برای حل مسئله‌هایی که فقط شامل ذرات‌اند به‌کار می‌روند. دانشجوی می‌تواند ابتدا با این سه روش پایه متداول در دینامیک آشنا شود و مزایای آنها را دریابد، سپس با دشواریهای مربوط به حرکت اجسام صلب روبه‌رو شود.

چون این کتاب به‌عنوان کتاب درسی مقدماتی استاتیک تدوین شده، مفاهیم جدید را با واژه‌های ساده مطرح کرده‌ایم و هر مرحله را به تفصیل شرح داده‌ایم. از طرف دیگر، با بحث درباره جنبه‌های عامتر مسئله‌های مطرح‌شده، به کمالی در رهیافت نیز دست یافته‌ایم. مثلاً مفاهیم قیده‌های جزئی و نامعین استاتیکی را در اوایل کتاب شرح داده‌ایم و سپس در سرتاسر کتاب از آنها استفاده کرده‌ایم.

بر این نکته که مکانیک اساساً علمی استنتاجی و مبتنی بر چند اصل بنیادی است تأکید ورزیده‌ایم. معادلات را به‌ترتیب منطقی و با دقت موجه برای کتابی در این سطح، به‌دست آورده‌ایم. با وجود این، فرایند یادگیری کاملاً استقرایی است و ابتدا کاربردهای ساده مطرح می‌شوند. بنابراین استاتیک ذرات پیش از استاتیک اجسام صلب می‌آید و طرح مسائل نیروی داخلی تا فصل ۶ به تعویق می‌افتد. به‌علاوه، در فصل ۴، ابتدا مسئله‌های تعادل،

۱. در کتاب مکانیک مهندسی: استاتیک، ویراست چهارم، استفاده از جبر برداری به جمع و تفریق بردارها محدود می‌شود.

که فقط نیروهای صفحه‌ای را شامل می‌شوند، مطرح و با استفاده از روشهای جبر معمولی حل می‌شوند، اما مسئله‌های شامل نیروهای سه‌بعدی، که حل آنها مستلزم استفاده کامل از روشهای جبر برداری است، در بخش دوم این فصل مطرح می‌شوند.

نمودارهای آزاد در اوایل کتاب معرفی می‌شوند و در سرتاسر کتاب بر اهمیت آنها تأکید می‌شود. از نمودار آزاد نه تنها برای حل مسائل تعادل استفاده می‌کنیم، بلکه برای تبیین تعادل بین دو سیستم نیرو، یا کلیتر از آن، تعادل بین دو سیستم بردار نیز این نمودار را به‌کار می‌بریم. این رهیافت، به‌ویژه به‌منظور کسب آمادگی برای مطالعه دینامیک اجسام صلب سودمند است. چنانکه در کتاب دینامیک مشاهده خواهد شد، با تأکید بر "معادله‌های نمودار آزاد"، به‌جای معادلات جبری حرکت که روش متعارف است، می‌توان اصول بنیادی دینامیک را، به‌طور شهودی‌تر و کامل‌تر، درک کرد.

به‌سبب گرایش مهندسان امریکایی به پذیرش سیستم یکاهای بین‌المللی (SI)، اغلب یکاهای SI مورد استفاده در مکانیک را در فصل ۱ معرفی می‌کنیم و در سرتاسر کتاب به‌کار می‌بریم. تقریباً نیمی از مسئله‌های نمونه و ۵۷٪ مسئله‌هایی که دانشجو باید به‌عنوان تکلیف حل کند، برحسب این یکاها بیان شده است و بقیه مسئله‌ها با یکاهای مرسوم در امریکا طرح شده است. به اعتقاد نویسندگان این کتاب، چنین رهیافتی به بهترین نحو نیاز دانشجو را برطرف می‌کند، زیرا همین دانشجو، وقتی مهندس شود ناگزیر باید با هر دو سیستم کار کند. شایان توجه است که کارکردن با هر دو سیستم، چیزی بیش از کاربرد ضرایب تبدیل یکاها را در خود نهفته دارد. چون سیستم یکاهای SI سیستمی مطلق و مبتنی بر زمان، طول و جرم است، اما سیستم مرسوم در امریکا سیستمی گرانشی و مبتنی بر زمان، طول و نیروست، برای حل بسیاری از مسئله‌ها باید از رهیافتهای متفاوت استفاده کرد. مثلاً وقتی از سیستم SI استفاده می‌شود، جسم را معمولاً با جرم آن برحسب کیلوگرم مشخص می‌کنند؛ در بیشتر مسئله‌های استاتیک باید وزن جسم را برحسب نیوتن تعیین کرد و به این منظور باید محاسبات اضافی انجام داد. از طرف دیگر، وقتی از سیستم مرسوم در امریکا استفاده می‌شود، جسم را با وزن آن برحسب پوند تعریف می‌کنند و، در مسئله‌های دینامیک، باید محاسبه‌ای اضافی انجام داد تا جرم آن برحسب اسلاگ (یا $\text{lb}\cdot\text{sec}^2/\text{ft}$) تعیین شود. بنابراین نویسندگان این کتاب اعتقاد دارند که دانشجو باید در هر دو نوع سیستم مسئله حل کند. تعداد کافی مسئله در هر دو سیستم یکاها طرح شده است. در نتیجه می‌توان تحت شش عنوان به دانشجو تکلیف داد و به تعداد مساوی از مسئله‌های سیستم SI و یکاهای مرسوم در امریکا انتخاب کرد. دو فهرست کامل از مسئله‌ها را می‌توان انتخاب کرد که در آنها تا ۷۵٪ مسئله‌ها برحسب یکاهای SI باشند.

تعداد زیادی بخش اختیاری در کتاب گنجانده شده است. این بخشها با ستاره مشخص شده‌اند تا به‌آسانی بتوان آنها را از بخشهایی که هسته اصلی درس استاتیک را تشکیل می‌دهند، تمیز داد. این بخشها را می‌توان حذف کرد، بدون آنکه به درک بقیه مفاهیم کتاب خدشه‌ای وارد شود. در میان موضوعهایی که در این بخشهای اضافی گنجانده شده‌اند می‌توان به تحویل سیستم نیروها به رنج، کاربرد در هیدروستاتیک، نمودارهای لنگر خمشی برای تیرها، تعادل کابلها، حاصل‌ضربهای لختی و دایره مور، حاصل‌ضربهای لختی جرم و محورهای اصلی لختی برای اجسام سه‌بعدی، و روش کار مجازی اشاره کرد. بخشی اختیاری در مورد تعیین محورهای اصلی و لنگرهای لختی جسمی با شکل دلخواه نیز در این ویراست گنجانده شده است (بخش ۱۸.۹). بخشهای مربوط به تیرها، به‌ویژه در مواردی که دانشجو بلافاصله پس از استاتیک، درس مقاومت مصالح را انتخاب می‌کند، سودمندند؛ بخشهای مربوط به خواص لختی اجسام سه‌بعدی بیشتر مناسب حال دانشجویانی است که بعدها، در درس دینامیک، حرکت سه‌بعدی اجسام صلب را مطالعه می‌کنند.

مطالب ارائه‌شده در این کتاب و بخش عمده مسئله‌ها، به دانش ریاضی بالاتر از جبر، مثلثات و حساب دیفرانسیل و انتگرال مقدماتی نیاز ندارند و همه مطالب جبر برداری که دانستن آنها برای درک این کتاب ضرورت دارد، در فصلهای ۲ و ۳، به‌دقت شرح داده شده است. به‌طور کلی بیشتر بر درک صحیح مفاهیم پایه ریاضی تأکید ورزیده‌ایم تا بر انجام عملیات روی فرمولهای ریاضی. در همین ارتباط، یادآوری می‌کنیم که تعیین مرکزوار سطوح مرکب از چند سطح هندسی مختلف، بر محاسبه مرکزوار از طریق انتگرال‌گیری مقدم است؛ بدین ترتیب می‌توان مفهوم لنگر سطح را، پیش از آشنایی با روش انتگرال‌گیری، به‌خوبی جا انداخت. در یافتن پاسخهای

عددی، فرض بر این است که همه دانشجویان رشته‌های مهندسی از ماشین حساب استفاده می‌کنند؛ به همین سبب در فصل ۲ دستورالعملهایی برای استفاده صحیح از ماشین حساب، به منظور حل مسئله‌های معمول در استاتیک، ارائه داده‌ایم.

هر فصل با مقدمه‌ای آغاز می‌شود که در آن منظور و اهداف فصل مطرح شده و با بیانی ساده، موضوع آن فصل و کاربرد آن در حل مسئله‌های مهندسی شرح داده شده است. هر فصل به چندین درس تقسیم شده و هر درس شامل یک یا چند بخش نظری، یک یا چند مسئله نمونه و تعداد زیادی مسئله است که دانشجو باید به عنوان تکلیف آنها را حل کند. هر درس عنوانی مناسب دارد و می‌توان آن را در یک جلسه تدریس کرد. اما در بعضی از موارد، مدرس به این نتیجه می‌رسد که بهتر است، به موضوعی مفروض، بیش از یک جلسه وقت اختصاص دهد. در پایان هر فصل مرور و خلاصه‌ای از مطالب آن فصل ارائه شده است. در این بخشها، در حاشیه کتاب، نکات مهم مطرح شده تا دانشجو بتواند مطالب را با نظم بهتری دوره کند؛ ارجاعات لازم، برای کمک به دانشجو برای یافتن بخشهایی از مطلب که نیازمند توجه بیشتری هستند، نیز داده شده است. مسئله‌های نمونه را به همان ترتیبی مرتب کرده‌ایم که دانشجو در هنگام حل مسئله‌های تکلیف با آن روبه‌رو می‌شود. بدین ترتیب با یک تیر دو نشان زده‌ایم؛ هم شیوه کتاب را نشان داده‌ایم و هم به دانشجو آموخته‌ایم که مسئله را چگونه تمیز و منظم حل کند.

بخشی با عنوان مسئله حل کنید به هر درس، بین مسئله‌های نمونه و تکلیفها، افزوده‌ایم. هدف از افزودن این بخش جدید، کمک به دانشجو برای نظم دادن به مطالب نظری عنوان شده در درس و روشهای حل مسئله‌های نمونه است، تا در حل مسئله‌های تکلیف موفقتر باشد. در همین بخشها پیشنهادها و راهبردهای خاصی نیز مطرح شده است که دانشجو، با استفاده از آنها، بهتر می‌تواند مسئله حل کند.

اغلب مسئله‌ها ماهیت عملی دارند و می‌بایست برای دانشجویان رشته‌های مهندسی جالب باشند. اما هدف اصلی از طرح کردن آنها، بهتر فهماندن مطالب کتاب و کمک به دانشجو در جهت درک اصول پایه مکانیک بوده است. مسئله‌ها را، براساس مطلبی که روشن کردن آن موردنظر بوده است، و به ترتیب افزایش دشواری، دسته‌بندی کرده‌ایم. مسئله‌هایی که به توجه خاص نیاز دارند با ستاره مشخص شده‌اند. پاسخ ۷۰٪ مسئله‌ها در پایان کتاب آمده است. مسئله‌هایی که پاسخ آنها را ذکر نکرده‌ایم، با شماره ایرانیک مشخص شده‌اند.

با گنجانیدن آموزش برنامه‌نویسی کامپیوتر در دروسهای مهندسی، و دسترس پذیری گسترده کامپیوترهای شخصی یا پایانه‌های کامپیوتر مادر در بیشتر دانشگاهها، دانشجویان رشته‌های مهندسی می‌توانند بسیاری از مسئله‌های دشوار مکانیک را با استفاده از کامپیوتر حل کنند. پیش از این، چنین مسئله‌هایی را برای دانشجویان دوره‌های کارشناسی مناسب تشخیص نمی‌دادند، زیرا حل آنها مستلزم انجام محاسبات متعددی بود. در ویراست جدید کتاب مکانیک برداری برای مهندسان: استاتیک، مسئله‌هایی طرح کرده‌ایم که با استفاده از کامپیوتر حل می‌شوند؛ این مسئله‌ها پس از مسئله‌های دوره هر فصل آمده‌اند. بسیاری از این مسئله‌ها به طراحی مربوط‌اند؛ این مسئله‌ها ممکن است شامل تحلیل یک سازه طبق پیکربندیهای مختلف و بارگذاریهای متفاوت باشند، یا در آنها تعیین وضعیتهای تعادل مکانیسمی مفروض موردنظر باشد که در هر دو حالت حل مسئله مستلزم استفاده از روش تکرار است و پی‌ریزی الگوریتم لازم برای حل مسئله‌ای مفروض، از دو لحاظ، به سود دانشجوست: (۱) به دانشجو کمک می‌کند که اصول مکانیک را، که در مسئله مورد بحث دخیل‌اند، بهتر درک کند؛ (۲) فرصتی به او می‌دهد تا مهارتهایی را که در درس برنامه‌نویسی کامپیوتر فرا گرفته است، در حل یک مسئله هدف‌دار مهندسی به کار بگیرد.

فردیناند پی. بیر

ای. راسل جانستون، جونیور