

فردیناند پی. بی.یر، ای. راسل جانستون، دیوید اف. مازورک

مکانیک برداری برای مهندسان

جلد اول

امتاتیک

ویسنته سی

ترجمه

دکتر ابراهیم واحدیان

مهندس فرشید واحدیان



نشر علوم دانشگاهی

VECTOR MECHANICS FOR ENGINEERS Vol 1: STATICS
Ferdinand P. Beer, E. Russell Johnston, JR., David F. Mazurek

Tenth Edition in SI units
The Mc Graw-Hill Companies
Higher Education



نشر علوم دانشگاهی

مکانیک برداری برای مهندسان، جلد اول استاتیک، ویراست دهم SI

تألیف فردیناند پی. بی. بیر، ای. راسل جانستون، دیوید اف. مازورک

ترجمه دکتر ابراهیم واحدیان، مهندس شهید واحدیان
ویراسته بهمن سلطانی

آماده‌سازی پیش از چاپ: مؤسسه نشر و انتشارات دانشگاهی،
اعظم توسی حمید شاه‌شیرازی

چاپ اول: ۱۳۹۴

نسخه ۱۰۰۰۰

قیمت: ۲۷۰۰۰ تومان

لیتوگرافی، چاپ و صحافی: کانون چاپ

شابک: ۸ - ۹۵ - ۶۱۸۶ - ۹۶۴ - ۹۷۸ / ۹۷۸ - ۹۶۴ - ۶۱۸۶ - ۹۵ - ۸

حقوق چاپ برای نشر علوم دانشگاهی محفوظ است.

عنوان و نام پدیدآور	: مکانیک برداری برای مهندسان
مشخصات نشر	: تهران: نشر علوم دانشگاهی، ۱۳۹۴.
مشخصات ظاهری	: ج ۱: ۲۲ * ۲۹ س. م.
شابک	: ۹۷۸-۹۶۴-۶۱۸۶-۹۵-۸
وضعیت فهرست‌نویسی	: فبای مختصر
یادداشت	: این مدرک در آدرس http://opac.nli.ir قابل دسترسی است.
یادداشت	: عنوان اصلی

vector mechanics for engineers. Statics and dynamics.
10th ed SI. ©2013

مترجمان	: ج ۱ استاتیک
شناسه افزوده	: بیر، فردیناند پیر، ۱۹۱۵-۲۰۰۳ م.
شناسه افزوده	: Beer, Ferdinand Pierre
شناسه افزوده	: واحدیان، ابراهیم، ۱۳۰۴-، مترجم.
شناسه افزوده	: واحدیان، فرشید، ۱۳۳۳-، مترجم.
شماره کتابشناسی ملی	: ۳۷۶۷۲۲۹

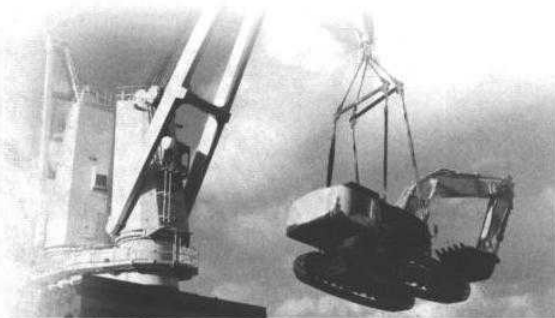
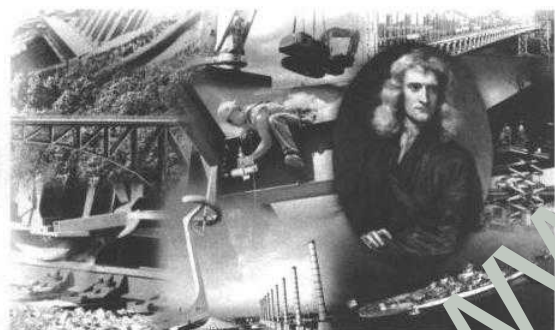
تهران: خیابان آزادی، خیابان جمال‌زاده جنوبی، ساختمان شماره ۱۴۰، پلاک ۹۴، واحد ۲.
کدپستی: ۱۳۱۲۸۳۶۳۷۳، صندوق پستی ۲۲۴/۲۱۴۵، تلفن: ۳-۶۶۵۹۷۸۷۰، نمایر ۶۶۵۹۷۸۷۴

سخن ناشر

به نام آنکه جان را فکرت آموخت

نشر علم دانشگاهی از سال ۱۳۶۵ با هدف ارائه کتاب‌های درسی مناسب برای دانشجویان آغاز به کار کرده و در این راه کوشید با استفاده از تجربیات مؤسساتی که قبلاً در این راه گام برداشته بودند، آسیب‌شناسی‌های رایج در عرصه کتاب‌های دانشگاهی بهره گیرد. خوشبختانه این دانش حسن نظر استادان و دانشجویان روبه‌رو شد. استقبال گسترده از کتاب‌های این مؤسسه، صاف‌نظر از دلگرم‌کردن همکاران ما، مسئولیت ما را در ارائه خدمات بهتر افزون ساخت. هدف‌هایی که نشر علوم دانشگاهی پیش‌روی خود قرار داده عبارت‌اند از:

۱. کیفیت علمی بالاتر از طریق تعمق بیشتر در عرصه‌های ترجمه، تألیف، و ویرایش
 ۲. ارائه کتاب با خصوصیت ظاهری فنی بهتر برای ماندگاری کتاب و استفاده بهینه از آن
 ۳. تا حد امکان، ارزان ارائه کردن کتاب به نحوی که خرید آن برای دانشجویان میسر باشد
 ۴. روزآمد کردن کتاب‌های مؤسسه از طریق انطباق ترجمه‌های موجود با آخرین ویراست متن اصلی
 ۵. تأمین نیاز دانشجویان به‌صورت پیوسته به نحوی که کتاب‌ها به بازار سیاه راه پیدا نکند.
- قلمروهای کار نشر علوم دانشگاهی عبارت‌اند از علوم پایه، فنی و مهندسی، از استادان، مؤلفان، و مترجمان این عرصه‌ها می‌خواهیم با ارائه نقد و نظر درباره کتاب‌های نشر علوم دانشگاهی و پیشنهادها، ترجمه و تألیف، ما را یاری دهند.



شماره	یازده	سیزده	شانزده	یادداشت مترجمان در باره مؤلفان پیشگفتار فهرست نمادها
۱	۱	۱	۱	۱ مقدمه
۱	۱	۱	۱	۱.۱ مکانیک چیست؟
۱	۱	۱	۱	۲.۱ مفاهیم و اصول بنیادی
۳	۳	۳	۳	۳.۱ سیستم یکاها
۵	۵	۵	۵	۴.۱ تبدیل یک سیستم از یکاها به سیستم دیگر
۶	۶	۶	۶	۵.۱ روش حل مسئله
۷	۷	۷	۷	۶.۱ دقت عددی
۱	۱	۱	۱	۲ استاتیک ذره‌ها
۹	۹	۹	۹	۱.۲ مقدمه
۹	۹	۹	۹	نیروهای واقع در صفحه
۹	۹	۹	۹	۲.۲ نیروی وارد بر یک ذره. برابری دو نیرو
۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۳.۲ بردارها
۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۴.۲ جمع بردارها
۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۵.۲ برابری چند نیروی هم‌رس
۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۶.۲ تجزیه یک نیرو به مؤلفه‌ها
۱۶	۱۶	۱۶	۱۶	۷.۲ مؤلفه‌های قائم یک نیرو. بردارهای یک
۱۸	۱۸	۱۸	۱۸	۸.۲ جمع نیروها از طریق جمع بستن مؤلفه‌های x و y آنها
۲۱	۲۱	۲۱	۲۱	۹.۲ تعادل یک ذره
۲۱	۲۱	۲۱	۲۱	۱۰.۲ قانون اول نیوتون درباره حرکت
۲۱	۲۱	۲۱	۲۱	۱۱.۲ مسئله‌های مربوط به تعادل ذره. نمودارهای جسم آزاد
۲۸	۲۸	۲۸	۲۸	نیروها در فضا
۲۸	۲۸	۲۸	۲۸	۱۲.۲ مؤلفه‌های قائم یک نیرو در فضا
۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۱۳.۲ نیرویی که اندازه و دو نقطه واقع بر خط اثرش معلوم باشند
۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۱۴.۲ جمع بستن نیروهای هم‌رس در فضا
۳۴	۳۴	۳۴	۳۴	۱۵.۲ تعادل ذره در فضا
۳۸	۳۸	۳۸	۳۸	دوره و خلاصه فصل ۲
۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	مسئله‌های دوره‌ای
۴۲	۴۲	۴۲	۴۲	مسئله‌های کامیوتری

۴۳	۱.۳ مقدمه
۴۳	۲.۳ نیروهای خارجی و نیروهای داخلی
۴۴	۳.۳ اصل انتقال پذیری. نیروهای معادل
۴۵	۴.۳ ضرب برداری دو بردار
۴۶	۵.۳ حاصلضرب برداری برحسب مؤلفه های قائم
۴۷	۶.۳ گشتاور نیرو حول یک نقطه
۴۸	۷.۳ قضیه وارینتون
۴۸	۸.۳ مؤلفه های قائم گشتاور یک نیرو
۵۵	۹.۳ ضرب اسکالر دو بردار
۵۶	۱۰.۳ ضرب سه گانه مختلط سه بردار
۵۷	۱۱.۳ گشتاور یک نیرو حول محور معین
۶۲	۱۲.۳ گشتاور کوپل
۶۳	۱۳.۳ کوپلهای معادل
۶۴	۱۴.۳ جمع بستن کوپلها
۶۴	۱۵.۳ کوپلها را می توان با بردار نمایش داد
۶۵	۱۶.۳ تجزیه یک نیروی معین به یک نیرو در نقطه O و یک کوپل
۷۱	۱۷.۳ تبدیل یک سیستم - نیرو به یک نیرو و یک کوپل
۷۲	۱۸.۳ سیستم-نیروهای معادل
۷۲	۱۹.۳ سیستم-بردارهای هم سنگ
۷۲	۲۰.۳ تقلیل بیشتر یک سیستم-نیرو
۷۴	۲۱.۳* تبدیل یک سیستم-نیرو به یک رنج
۸۵	دوره و خلاصه فصل ۳
۸۸	مسئله های دوره ای
۹۰	مسئله های کامپیوتری



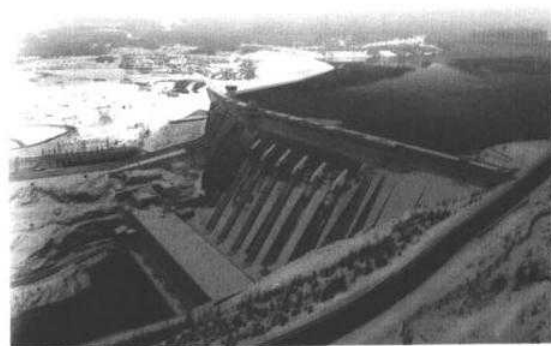
فصل ۴ تعادل اجسام صلب

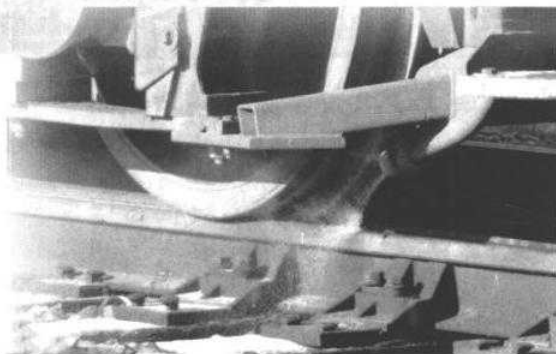
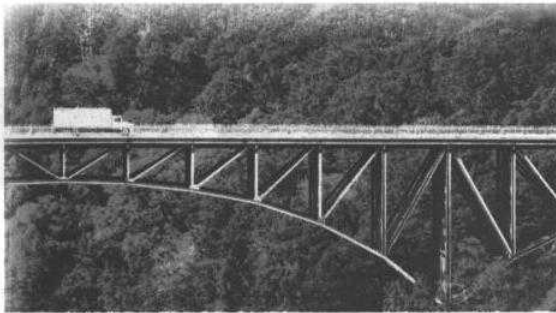
۹۱	۱.۴ مقدمه
۹۱	۲.۴ نمودار جسم آزاد
۹۲	۳.۴ تعادل در دو بعد
۹۲	۴.۴ تعادل در سه بعد
۹۳	۵.۴ عکس العملها، استاتیک نامعین. قیدهای ناقص
۹۴	۶.۴ تعادل جسم مرکب
۱۰۵	۷.۴ تعادل جسم سه نیروی موازی
۱۰۵	تعادل در سه بعد
۱۰۹	۸.۴ تعادل جسم صلب در سه بعد
۱۰۹	۹.۴ عکس العملها در تکیه گاهها و اتصالاتی سه بعدی
۱۱۰	دوره و خلاصه فصل ۴
۱۲۰	مسئله های دوره ای
۱۲۱	مسئله های کامپیوتری



فصل ۵ نیروهای گسترده: مرکز جرمها و گرانیگاهها

۱۲۵	۱.۵ مقدمه
۱۲۵	سطوح و خطوط
۱۲۵	۲.۵ گرانیگاه جسم دوبعدی
۱۲۶	۳.۵ مرکز جرمهای سطوح و خطوط
۱۲۷	۴.۵ گشتاورهای اول سطوح و خطوط
۱۲۹	۵.۵ ورقها و سیمهای مرکب
۱۳۴	۶.۵ تعیین مرکز جرم به روش انتگرال گیری
۱۳۵	۷.۵ قضیه های پاپوس-گلدینوس
۱۴۰	۸.۵* بارهای گسترده روی تیرها
۱۴۰	۹.۵* نیروهای وارد بر سطوح غوطه ور





۱۴۶	حجمها
۱۴۶	۱۰.۵ گرانیگاه جسم سه بعدی - مرکز جرم حجم
۱۴۷	۱۱.۵ اجسام مرکب
۱۴۷	۱۲.۵ تعیین مرکز جرم حجم به روش انتگرال گیری
۱۵۴	دوره و خلاصه فصل ۵
۱۵۶	مسئله های دوره ای
۱۵۸	مسئله های کامپیوتری
۱۵۹	صل ۶ تحلیل سازه ها
۱۵۹	۱.۶ مقدمه
۱۶۰	خرپاها
۱۶۰	۲.۶ تعریف خرپا
۱۶۰	۳.۶ خرپاهای ساده
۱۶۱	۴.۶ تحلیل خرپاها به روش مفصلها
۱۶۳	۵.۶* مفصلهای تحت شرایط بارگذاری خاص
۱۶۴	۶.۶* خرپاهای فضایی
۱۷۰	۷.۶ تحلیل خرپاها به روش مقاطع
۱۷۱	۸.۶* خرپاهای مرکب از چند خرپای ساده
۱۷۷	قابها و ماشینها
۱۷۷	۹.۶ سازه های دارای عضوهای چندنیروی
۱۷۷	۱۰.۶ تحلیل قاب
۱۷۸	۱۱.۶ قابهایی که در صورت جدا شدن از تکیه گاههایشان سلب می مانند
۱۸۷	۱۲.۶ ماشینها
۱۹۵	دوره و خلاصه فصل ۶
۱۹۶	مسئله های دوره ای
۱۹۸	مسئله های کامپیوتری
۱۹۹	صل ۷ نیروها در تیرها و کابلها
۱۹۹	۱.۷* مقدمه
۱۹۹	۲.۷* نیروهای داخلی در عضوها
۲۰۴	تیرها
۲۰۴	۳.۷* انواع مختلف بارگذاری و تکیه گاه
۲۰۴	۴.۷* برش و گشتاور خمشی در تیر
۲۰۵	۵.۷* نمودارهای برش و گشتاور خمشی
۲۱۱	۶.۷* روابط میان بار، برش، و گشتاور خمشی
۲۱۷	کابلها
۲۱۷	۷.۷* کابلهای با بارهای متمرکز
۲۱۸	۸.۷* کابلهای با بارهای گسترده
۲۱۸	۹.۷* کابل با منحنی سهمی
۲۲۳	۱۰.۷* کابل با منحنی زنجیری
۲۲۷	دوره و خلاصه فصل ۷
۲۲۸	مسئله های دوره ای
۲۳۰	مسئله های کامپیوتری
۲۳۱	صل ۸ اصطکاک
۲۳۱	۱.۸ مقدمه
۲۳۱	۲.۸ قوانین اصطکاک خشک. ضرایب اصطکاک
۲۳۲	۳.۸ زاویه های اصطکاک
۲۳۳	۴.۸ مسئله های مربوط به اصطکاک خشک
۲۴۲	۵.۸ گوه ها
۲۴۲	۶.۸ پیچهای دنده چهارگوش
۲۴۸	۷.۸* یاتاقانهای بوشی، اصطکاک محوری
۲۴۸	۸.۸* یاتاقانهای کفگرد، اصطکاک دیسکی

۲۴۹	۹.۸* اصطکاک چرخ، مقاومت غلتشی
۲۵۳	۱۰.۸ اصطکاک تسمه
۲۵۸	دوره و خلاصه فصل ۸
۲۶۰	مسئله‌های دوره‌ای
۲۶۱	مسئله‌های کامپیوتری

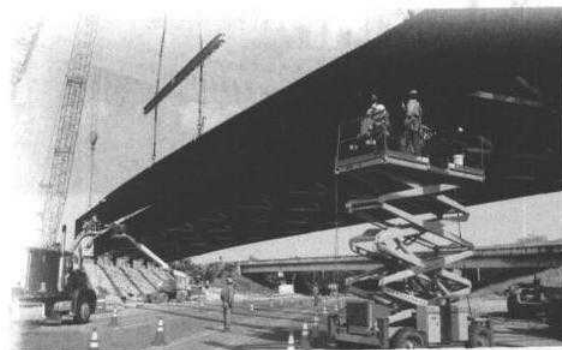
فصل ۹ نیروهای گسترده: گشتاورهای لختی

۲۶۵	۱.۹ مقدمه
۲۶۶	گشتاورهای لختی سطوح
۲۶۶	۲.۹ گشتاور دوم، یا گشتاور لختی، سطح
۲۶۶	۳.۹ تعیین گشتاور لختی یک سطح به روش انتگرال‌گیری
۲۶۷	۴.۹ گشتاور لختی قطبی
۲۶۸	۵.۹ شعاع چرخش یک سطح
۲۷۱	۶.۹ قضیه محورهاى موازى
۲۷۲	۷.۹ گشتاورهای لختی سطوح مرکب
۲۸۰	۸.۹* حاصلضرب لختی
۲۸۰	۹.۹* محورهاى اصلی و گشتاورهای لختی اصلی
۲۸۵	۱۰.۹* دایره مور برای تعیین گشتاورها و حاصلضربهای لختی
۲۸۸	گشتاورهای لختی جرمها
۲۸۸	۱۱.۹ گشتاور لختی جرم
۲۸۹	۱۲.۹ قضیه محورهاى موازى
۲۸۹	۱۳.۹ گشتاورهای لختی ورقهای نازک
۲۹۰	۱۴.۹ تعیین گشتاور لختی یک جسم سه‌بعدی با انتگرال‌گیری
۲۹۱	۱۵.۹ گشتاور لختی اجسام مرکب
۳۰۰	۱۶.۹* گشتاور لختی جسم نسبت به محور دلخواهی که از O می‌گذرد. حاصلضربهای لختی جرمی
۳۰۱	۱۷.۹* بیضیوار لختی. محورهاى لختی اصلی
۳۰۲	۱۸.۹* تعیین محورهاى اصلی و گشتاورهای لختی اصلی یک جسم با شکل دلخواه
۳۰۸	دوره و خلاصه فصل ۹
۳۱۲	مسئله‌های دوره‌ای
۳۱۳	مسئله‌های کامپیوتری



فصل ۱۰ روش کار مجازی

۳۱۵	۱.۱۰* مقدمه
۳۱۵	۲.۱۰* کار نیرو
۳۱۷	۳.۱۰* اصل کار مجازی
۳۱۷	۴.۱۰* کاربردهای اصل کار مجازی
۳۱۸	۵.۱۰* ماشینهای واقعی، بازده مکانیکی
۳۲۶	۶.۱۰* کار یک نیرو در حین یک جابه‌جایی
۳۲۷	۷.۱۰* انرژی پتانسیل
۳۲۷	۸.۱۰* انرژی پتانسیل و حالت تعادل
۳۲۸	۹.۱۰* پایداری تعادل
۳۳۳	دوره و خلاصه فصل ۱۰
۳۳۵	مسئله‌های دوره‌ای
۳۳۶	مسئله‌های کامپیوتری



۳۳۸	پاسخ مسائل
۳۴۸	نمایه
۳۵۰	واژه‌نامه فارسی - انگلیسی
۳۵۱	واژه‌نامه انگلیسی - فارسی

یادداشت

خارج از اندیشه و ذهن مجرد علمی بشری، همواره تجسمی عینی که زائیده آن اندیشه علمی است به صورت صنعت و هنر خودنمایی می‌کند و نتیجه اخیر است که مآلاً به پیشبرد شایسته و مناسب مقاصد غایی بشری در تعالی وی کمک می‌کند. نتیجه به مسائل فوق تجاربی که در سالهای متعددی تدریس کسب کرده بودم، لزوم وجود کتب علمی و فنی را کاملاً حس کردم. همزمان با بالا بردن سطح معلومات نظری دانشجویان کشورم، برای آنها ارائه دهنده طریقی باشم که بتوانند به کمک آن، آموخته های خود را، خارج از ذهن خویش تجسم بخشند و سهمی در علوم و اکتشافات عصر خود ایفا کنند. اثری که به آمده ویراست دهم کتاب استاتیک نتیجه زحمات چندین ساله مؤلفان آن، فردیناند پی. بی.یر (از دانشگاه لی های)، اثر راسل. استون (از دانشگاه کانکتیکوت)، است. دراین ویراست علاوه بر مؤلفان پیشین، دیوید اف. مازورک نیز همکاری کرده است. همین سرباعث شده است که ارزشهای علمی آن به نحو مطلوبی بالا برود. بدیهی است که این مسئله در تدریس استادگانی و فراگیری درک دانشجویین عزیز تأثیر بسزایی دارد.

خوشبختانه این کتاب در تمام ایالات با استقبال فراوان اساتید محترم و دانشجویان گرامی روبه رو شده است. به همین دلیل براساس نظریات همین عزیزان، ترجمه ویراست دهم کتب را که برحسب یکاهای SI بیان شده است، انتخاب کرده ایم.

- در هر فصل برای فهم کلی هر درس، در شروع حل مسئله های تکلیفی دانشجویان، مسئله های نمونه زیادی نیز برای آمادگی بیشتر و درک بهتر دانشجویان مطرح حل شده است.
- در پایان هر فصل دوره و خلاصه آن فصل مجدداً آورده شده است. نتیجتاً در تفهیم مطالب تأثیر بسزایی دارد.
- پاسخ بیشتر مسئله ها در انتهای کتاب آورده شده است. دانشجویان پس از حل مسئله، با مراجعه به پاسخها به صحت و سقم حل آنها پی خواهند برد.

ویراستاری کتاب را آقای بهمن سلطانی با دقتی مناسب انجام دادند که از زحمات ایشان قدردانی می‌شود. حروفچینی و صفحه‌آرایی کتاب توسط خانم آناهیتا کاویانی به سرانجام رسیده است. همچنین از «نشر علوم دانشگاهی» که در چاپ و عرضه شایسته این کتاب سعی بلیغ مبذول داشته‌اند سپاسگزاری می‌کنم.

با تمام کوششی که برای ارائه بهتر این اثر به عمل آمده است، کتاب خالی از اشکال نیست. از همکاران دانشمند و دانشجویان ارجمند مستدعی است همچون گذشته، نظرات و پیشنهادهای اصلاحی خود را از طریق ناشر محترم متذکر شوند. بدیهی است که نظرات اصلاحی آنان در چاپهای بعدی منعکس خواهد شد. پیشاپیش از همکاری صمیمانه‌ای که ابراز می‌دارید، سپاسگزارم.

پیشگفتار

اهداف

هدف اصلی از یک درس پایه مکانیک بید این باشد که دانشجوی مهندسی پس از گذراندن آن بتواند به روشی ساده و منطقی به تحلیل مسئله بپردازد و بتواند چند اصل اساسی درک شده را در حل مسئله به کار ببرد. امیدواریم که این کتاب که برای اولین درس در استاتیک تدوین شده است و در سال دوم عرضه می شود و همچنین جلد بعدی، مکانیک برداری برای مهندسان؛ دینامیک، به مدرس کمک کند که به این هدف دست پیدا کند.

رهنمای کتاب

آنالیز برداری در این کتاب معرفی کرده ایم و آن را برای ارائه اصول بنیادی مکانیک و صحبت درباره آنها به کار گرفته ایم. از روشهای برداری در این کتاب به عنوان حل بسیاری مسائل، به ویژه مسائل سه بعدی که تحلیل آنها با این فنون ساده تر و موجز تر می شود، استفاده کرده ایم. اما تشویق می کنیم که این کتاب بر درک درست اصول مکانیک و کاربرد آنها در حل مسائل مهندسی است. و آنالیز برداری را عمدتاً به منزله یک ابزار برای استفاده از آن استفاده کرده ایم.

در بردارهای عملی در این کتاب معرفی شده است. یکی از مشخصه های رهیافت این دو کتاب این است که مکانیک ذرات به وضوح از مکانیک اجسام صلب تفکیک شده است. با این رهیافت می توان کاربردهای عملی ساده را در مرحله اولیه در نظر گرفت و معرفی مفاهیم مشکل تر را به تعویق انداخته است.

- در این کتاب، ابتدا استاتیک ذرات را بررسی کرده ایم (فصل ۱ و ۲)؛ پس از معرفی قواعد جمع و تفریق بردارها، اصل تعادل ذره را بلافاصله در مورد وضعیتهای عملی ای به کار می آوریم که فقط شامل نیروهای هم رس هستند. استاتیک اجسام صلب را در فصلهای ۳ و ۴ بررسی کرده ایم. در فصل ۳ ضرب برداری و ضرب اسکالر دو بردار را معرفی کرده ایم و از آنها برای تعریف گشتاور نیرو حول یک نقطه و حول یک محور استفاده کرده ایم. پس از معرفی این مفاهیم جدید، بحث کامل و دقیقی درباره سیستم-نیروهای معادل را مطرح کرده ایم که، در فصل ۴، به کار بردهای عملی بسیاری شامل تعادل اجسام صلب تحت سیستم-نیروهای عام گشاده شده است.

- در کتاب دینامیک هم همین تقسیم بندی را رعایت کرده ایم. مفاهیم اساسی نیرو، جرم، و شتاب، و همچنین مفاهیم اساسی کار و انرژی، و ضربه و تکانه را معرفی کرده ایم و آنها را ابتدا فقط در مورد مسائل مربوط به ذرات به کار برده ایم. بنابراین، دانشجو می تواند با سه روش اساسی تحلیل مسائل دینامیک آشنایی پیدا کند و پیش از روبه رو شدن با مشکلات مربوط به حرکت اجسام صلب به مزایای هر یک از آنها پی ببرد.

مفاهیم جدید با عبارتهای ساده بیان شده است. چون این کتاب برای اولین درس در استاتیک تدوین شده است، مفاهیم جدید را با عبارتهای ساده بیان کرده ایم و هر مرحله را به تفصیل شرح داده ایم. از طرف دیگر با پرداختن به جنبه های کلی تر مسائل مورد نظر و با تأکید بر روشهای با قابلیت استفاده کلی، رهیافت کتاب را کامل تر کرده ایم. برای مثال، مفاهیم قیدهای ناقص و نامعینی استاتیکی را در اوایل کتب معرفی کرده ایم و بعد آنها را در سراسر کتاب به کار برده ایم.

فیصل سدهی در سلسله کتب ریاضی ساده بر روی سده شده است. بر این واقعیت که مکانیک اساساً علم قیاسی ای مبتنی بر چند اصل بنیادی است تأکید کرده ایم. استنتاجها را به ترتیب منطقی آنها و با تمام دقتی که در این سطح موجه بوده آورده ایم. اما از آنجا که فرایند یادگیری تا حد زیادی استقرایی است ابتدا به کاربردهای ساده پرداخته ایم. برای مثال:

- استاتیک ذرات را قبل از استاتیک اجسام صلب آورده ایم، و مسئله های مربوط به نیروهای داخلی را تا فصل ۶ مطرح نکرده ایم.
- در فصل ۴، ابتدا مسئله های تعادل را صرفاً برای نیروهای هم صفحه در نظر گرفته ایم و آنها را با روشهای جبری معمولی حل کرده ایم، و مسئله های مربوط به نیروهای سه بعدی را، که لازمه حل آنها استفاده کامل از جبر برداری است، به قسمت دوم این فصل موکول کرده ایم.

برای حل مسئله های تعادل و همچنین برای بیان هم بر روی سیستم-نیروها، از نمودرهای جسم آزاد استفاده شده است. نمودارهای جسم آزاد را در اوایل کتاب معرفی کرده ایم و بر اهمیت آنها در سراسر کتاب تأکید کرده ایم. از نمودارهای جسم آزاد نه تنها در حل مسئله های تعادل بلکه برای بین هم آوزی دو سیستم از نیروها یا، به طور کلی، دو سیستم از بردارها هم استفاده کرده ایم. در مطالعه دینامیک اجسام صلب، موقع حل مسائل سه بعدی علاوه بر مسائل دو بعدی، به مزیت این رهیافت پی خواهیم برد. با تأکید بر «معادله های نمودار جسم آزاد» به جای معادله های جبری استاندارد حرکت می توان درک شهودی تر و کامل تری از اصول دینامیک به دست آورد. این رهیافت، که ابتدا در سال ۱۹۶۲ در ویراست اول مکانیک برداری برای مهندسان معرفی شد، اکنون میان مدرسان مکانیک با استقبال گسترده روبرو شده است. بنابراین در حل تمام مسئله های نمونه در این کتب استفاده از آن را به روش تعادل دینامیک و به معادله های حرکت ترجیح داده ایم.

در بخشهای کتاب در سراسر کتاب به صورت منظم و خاص مطرح شده است. تعداد زیادی بخشهای اختیاری گنجانده ایم. این بخشها با ستاره مشخص شده اند. می توان به راحتی آنها را از بخشهایی که هسته اصلی درس استاتیک پایه را تشکیل می دهند تشخیص داد. می توان این بخشها را رد کرد، به آنکه به درک بقیه مطالب کتاب لطمه ای بخورد.

از میان موضوعهای گنجانده شده در این بخشها می توانیم به تبدیل یک سیستم-نیرو به یک رنج، کاربردها در هیدروستاتیک، نمودارهای برش و گشتاور خمشی برای سازه ها، تعادل کابلها، حاصل ضربهای لختی و دایره مور، تعیین محورهای اصلی و گشتاورهای لختی جرمی جسم با شکل دلخواه، روش کارم بازی اشاره کنیم. بخشهای مربوط به تیرها بخصوص وقتی مفیدند که دانشجوی بلافاصله پس از درس استاتیک درس مقاومت مصالح بگیرد، در حالی که بخشهای مربوط به خواص لختی اجسام سه بعدی را برای دانشجویانی در نظر گرفته ایم که بعداً در دینامیک اجسام صلب را مطالعه خواهند کرد.

مطالب مطرح شده در این کتاب و اغلب مسئله ها به مباحث ریاضی قبلی ای بیش از جبر و مثلث و حساب دیفرانسیل و انتگرال مقدماتی نیاز ندارند و تمام عناصر جبر برداری لازم برای درک این کتاب به دقت در فصلهای ۲ و ۳ بیان شده است. به طور کلی، تأکیدمان بیشتر بر درک درست مفاهیم ریاضیاتی پایه بوده است. بر سبب این در به کار بردن فرمولهای ریاضی، در ارتباط با این موضوع، باید بگوییم که تعیین مرکز جرم سطوح مرکب پیش از معرفی ویز جرم با انتگرال گیری آمده است، و بنابراین می توان پیش از معرفی کاربرد انتگرال گیری مفهوم گشتاور سطح را محکم جا انداخت.

در سراسر فصل هر فصل با یک بخش مقدمه آغاز می شود که مقصود و هدفهای آن فصل را مطرح می کند و با بیانی ساده به توصیف مطالب آن فصل و کاربرد آن در حل مسئله های مهندسی می پردازد. رتوس مطالب کمک می کند که مطالب فصل را به اجمال از نظر گذرانند.

در سبب این که کتاب به واحدهایی تقسیم شده است که هر کدام شامل یک یا چند بخش نظری است و به دنبال آن یک یا چند مسئله نمونه و تعداد زیادی مسئله های تکلیفی آمده است. هر واحد مربوط به یک موضوع کاملاً معین است و معمولاً یک جلسه برای آن کافی است البته در مواردی ممکن است مدرسان تشخیص دهند که به بعضی موضوعات باید بیش از یک جلسه اختصاص داد.

مسئله‌های نمونه مسئله‌های نمونه تقریباً به همان صورتی حل شده‌اند که دانشجوی در حل مسئله‌های تعیین شده پیش خواهد گرفت. و بنابراین آنها در خدمت دو هدف اصلی‌اند: تقویت متن درس و نشان دادن شیوه تمیز و مرتبی که باید در حل مسئله‌ها به کار گرفت.

چگونه مسئله حل کنیم. در هر درس بین مسئله‌های نمونه و مسئله‌های تکلیفی بخشی با عنوان چگونه مسئله حل کنیم گنجانده‌ایم. منظورمان از این بخشها این است که به دانشجویان کمک کنیم تا مطالب درس مربوط و روشهای حل مسائل نمونه را در ذهن خودشان سازماندهی کنند و در نتیجه بهتر از عهده حل مسئله‌های تکلیفی برآیند. در این بخشها پیشنهادها و راهکارهای خاصی هم مطرح کرده‌ایم تا بتوان خیلی بهتر به حل مسئله‌های تعیین شده اقدام کرد.

مسئله‌های تکلیف اغلب این مسئله‌ها ماهیت عملی دارند و برای دانشجویان مهندسی جالب‌اند. اما هدف اصلی از طرح این مسئله‌ها تشریح مطالب درسی و کمک به دانشجویان برای درک اصول مکانیک بوده است. این مسئله‌ها برحسب مطالب درس مربوط دسته‌بندی شده‌اند و ترتیب آنها از آسان به مشکل است و مسئله‌هایی که به توجه خاص نیاز دارند با ستاره مشخص شده‌اند. پاسخ مسئله‌ها، جز آنهایی که با اعداد خواص مشخص شده‌اند، در انتهای کتاب آورده شده است.

در خلاصه نفس هر فصل با دوره و خلاصه‌ای از مطالب آن فصل پایان یافته است. برای کمک به سازماندهی مرور، این عناوین به مطالب اختصاص داده شده است و همچنین برای یافتن قسمتی از مطلب که نیاز به توجه خاص دارد به قسمت مراجع داده شده است.

مسئله‌های آورده شده در انتهای هر فصل مجموعه‌ای از مسائل دوره آورده شده است. این مسئله‌ها فرصت بیشتری به دانشجو می‌دهند تا مهم‌ترین مفاهیم مطرح شده در آن فصل را به کار ببرند.

مسئله‌های کامپیوتری هر فصل شامل مجموعه مسئله‌هایی است که برای حل با نرم‌افزار محاسباتی طرح شده‌اند. بسیاری از این مسائل برای آشنایی با فواید طراحی‌اند. رای مثال، این مسئله‌ها ممکن است مربوط به تعیین حرکت یک ذره تحت شرایط اولیه، تحلیل سینماتیک یا سیستم‌های دینامیک در وضعیتهای متوالی، یا مربوط به انتگرال‌گیری عددی از معادله‌های مختلف حرکت باشند. تدوین الگوریتم نرم برای حل یک مسئله مکانیک به دو طریق به دانشجو کمک خواهد کرد: یکی اینکه کمک خواهد کرد که دانشجو درک بهتری از اصول مکانیک مربوط پیدا کند، و دیگر اینکه فرصتی پیش خواهد آورد که دانشجو از مهارت‌های به دست آمده در برنامه‌نویسی در حل مسئله‌ها به‌فراوان مهندسی استفاده کند.

سیاسکراساری

از ایمنی مزورک به خاطر بررسی دقیق حل و پاسخ تمام مسئله‌های این ریاست و تهیه راهنمای حل مسائل این کتاب سپاسگزاریم.

انتشارات دانشگاه تهران

فهرست نمادها

فشار	p	مقدار ثابت؛ شعاع؛ فاصله	a
نیرو؛ بردار	P	عکس‌العملهای تکیه‌گاه‌ها	$A, B, C, \dots$
نیرو؛ بردار	Q	نقطه‌ها	$A, B, C, \dots$
بردار مکان	r	سطح؛ مساحت	A
شعاع؛ فاصله؛ مختصه قطبی	r	پهنا، فاصله	b
نیروی برآیند؛ بردار برآیند؛ عکس‌العمل	R	مقدار ثابت	c
شعاع زمین	R	مرکز جرم	C
بردار مکان	s	فاصله	d
طول کمان؛ طول کابل	s	پایه لگاریتم طبیعی	e
نیرو، بردار	S	نیرو؛ نیروی اصطکاک	F
ضخامت	t	شتاب گرانی	g
نیرو	T	گرانیگاه، ثابت گرانش	G
کشش	T	ارتفاع؛ شکم دادگی کابل	h
کار	U	بردارهای یکه در امتداد محورهای مختصات	i, j, k
ضرب برداری؛ نیروی برشی	T	گشتاورهای لختی	$I, I_x, \dots$
حجم؛ انرژی پتانسیل؛ برش	w	گشتاور لختی مرکز جرمی	$\bar{I}$
بار بر واحد طول	W, W	حاصلضربهای لختی	$I_{xy}, \dots$
وزن؛ بار	y, z, x	گشتاور لختی قطبی*	J
مختصات قائم؛ فاصله‌ها	$\bar{y}, \bar{z}, \bar{x}$	ثابت فنر	k
مختصات قائم؛ مرکز جرم یا گرانیگاه	γ, β, α	شعاعهای چرخش	k_O, k_y, k_z
زاویه	γ	شعاع چرخش مرکز جرمی	$\bar{k}$
وزن مخصوص	δ	طول	l
افزایش طول	δr	طول، دهانه	L
جابه‌جایی مجازی	δU	جرم	m
کار مجازی	λ	کویل؛ گشتاور	M
بردار یکه در امتداد یک خط	η	گشتاور حول نقطه O	M_O
بازده	θ	گشتاور برآیند حول نقطه O	M_O^R
مختصه زاویه‌ای؛ زاویه؛ مختصه قطبی	μ	اندازه کویل یا گشتاور؛ جرم زمین	M
ضریب اصطکاک	ρ	گشتاور حول محور OL	M_{OL}
چگالی	ϕ	مؤلفه قائم عکس‌العمل	N
زاویه اصطکاک؛ زاویه		مبدأ مختصات	O