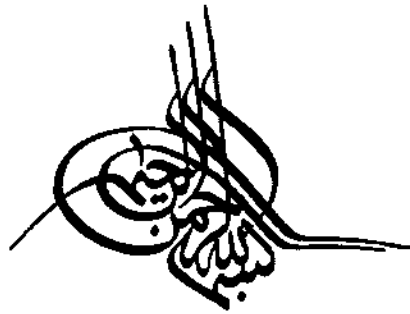




ویرایش نهم

مکانیک برداری برای مهندسان

استاتیک

فردیناند پ. بیر

راسل جانسون

دیوید مزدوزک

ایلیت ایزنبرگ

ترجمه:

محمدرضا مهدیانی

آذرین مهر ۱۳۹۰

عنوان و نام پدیدآور : مکانیک برداری برای مهندسان استاتیک/ فردیناند پیر... (و دیگران)؛ ترجمه محمدرضا مهدیانی.
 مشخصات نشر : تهران: آذرین مهر، ۱۳۹۰.
 مشخصات ظاهری : XIX ۵۳۵ ص: مصور، جدول، نمودار.
 شابک : ۹۷۸-۶۰۰-۶۴۸۴-۰۰۰-۶
 وضعیت فهرست نویسی : قیفا
 یادداشت : عنوان اصلی: Statics, Vector mechanics for engineers.
 یادداشت : واژه نامه.
 یادداشت : نمایه.
 موضوع : مکانیک عملی
 موضوع : بردارها
 موضوع : استاتیک
 شناسه افزوده : پیر، فردیناند پیر، ۱۹۱۵ - ۲۰۰۳ م.
 شناسه افزوده : Beer, Ferdinand Pierre
 شناسه افزوده : مهدیانی، محمدرضا، ۱۳۶۸ - مترجم
 رده بندی کنگره : TA ۷/۳۵۰ م/۱۳۹۰ الف
 رده بندی دیویی : ۶۲۰/۱۰۵
 شماره کتابشناسی ملی : ۲۵۴۰۳۸۷

کلیه حقوق چاپ و نشر برای انتشارات
 آذرین مهر محفوظ می باشد



عنوان کتاب : مکانیک برداری برای مهندسان استاتیک

مؤلف : محمدرضا مهدیانی

ناشر : آذرین مهر

ناظر فنی چاپ : ابراهیم مفاخری

چاپ و صحافی : به آوران

لیتوگرافی : غرب اسکندر

شابک : ۹۷۸-۶۰۰-۶۴۸۴-۰۰۰-۶

نوبت چاپ : اول زمستان ۱۳۹۰

قیمت : ۱۷۰۰۰ تومان

تیراژ : ۱۰۰۰

تهران : خیابان انقلاب - خیابان وحید نظری بین فخر رازی و دانشگاه پلاک ۶۵ طبقه اول واحد ۴ - انتشارات آذرین مهر

۰۲۱-۶۶۹۷۸۰۲۹-۳۰

فروشگاه شماره یک: میدان انقلاب، ضلع جنوب شرقی، روبروی ایستگاه BRT بازار بزرگ کتاب، طبقه زیرین پلاک ۲ بانک کتاب سخنکده ارسال انواع کتاب به تمام نقاط ایران
 ۰۲۱-۶۶۴۰۸۰۰۰ (خط ۱۰)

فروشگاه شماره دو: میدان انقلاب ضلع جنوب شرقی کتابفروشی گلچین ۰۲۱-۶۱۶۹۷۰۶۱۲۷

اغلب برایمان سؤال پیش می‌آید که چگونه فرد بید و راس جانسون که یکی از آنها لی‌های و دیگری در دانشگاه کانکتیکوت هست، با هم دیگر کتاب نوشتند. پاسخ این سؤال آسان است، راس جانسون در جوانی به دپارتمان مهندسی داخلی و مکانیک دانشگاه لی‌های علاقه‌مند بود در آنجا با فردبیر ملاقات کرد که دو سال پیش از آن به آن دپارتمان پیوسته بود و مدیر گروه مکانیک بود. فرد مشتاق بود تا جوانی را بشناسد که به مدیریت گماشته شده بود و بحث‌های تکمیلی مهندسی سازه‌ها را تدریس می‌کرد تا به او کمک کند تا سرفصل‌های مهندسی را بشناسد.

هر دوی آنها معتقدند که این دروس باید از مفاهیم بنیادی تدریس شوند و دانشجویان در صورتی مفاهیم مختلف را به خوبی می‌فهمند و به خاطر می‌سپارند که مفاهیم به صورت تصویری به آن آموزش داده شود. آنها با کمک یکدیگر نوت‌هایی را در بحث استاتیک و دینامیک نوشتند که بعداً به آنها مسائلی افزوده شد و به آنها این امید را داد که برای مهندسان آینده راضی کننده خواهد بود سپس به سرعت نسخه دست‌نویس و ویرایش اول مکانیک مهندسی که در ژوئن ۱۹۵۶ چاپ شد را نوشتند. ویرایش دوم مکانیک مهندسی و ویرایش اول مکانیک‌برداری برای مهندسان را جانسون در پلی تکنیک ورکستر و ویرایش‌های بعدی در دانشگاه کانکتیکوت انجام شد. در این میان هر دوی فرد و راس به سمت مدیری در دپارتمان خود نایل شدند و هر دو درگیر تحقیق، تدریس و نظارت بر دانشجویان فارغ‌التحصیل شدند فرد در حیطه‌های فرایندهای متغیر و ارزش‌های اتفاقی و راس در حیطه‌ی پایداری الاستیکی و تحلیل و طراحی سازه‌ها کار می‌کرد با این حال علاقه‌ی آنها به بهبود تدریس کلاس‌های مکانیک پایه که آن دو بحث‌هایی از آن را تدریس می‌کردند فروکش نکرد و دوباره به نوت‌برداری پرداختند و نسخه‌ی دست‌نویس ویرایش اول کتاب مقاومت مصالح را نوشتند.

همکاری آنها بیش از نیم‌قرن ادامه یافت و نسخه‌های موفقی از کتاب‌هایشان ارائه کردند. تحصیلات مهندسی به فرد و راس احترام و تقدیر اعطاء کرد. جایزه‌ی دسترن الکتریک را برای تدریس عالی به دانشجویان مهندسی از طرف انجمن امریکایی تحصیلات مهندسی دریافت کردند و هر دوی آنها جایزه‌ی مدرس شاخص را از بخش مکانیک همان انجمن دریافت کردند با شروع سال ۲۰۰۱ جایزه‌ی مدرس مکانیک بخش مکانیک به احترام تیم نویسنده‌گی بیر و جانسون نامیده شد.

فردیناند پ بیوردر فرانسه متولد شد و در فرانسه و سوئیس تحصیل کرد، کارشناسی ارشد را از سوربون دریافت کرد و درجه‌ی دکترا را در نظریه مکانیک از دانشگاهی گنوا دریافت کرد پس از خدمت سربازی در ارتش فرانسه در اثنای جنگ جهانی دوم به ایالات متحده آمد و چهارسال در کالج ویلیام در ویلیام MIT تدریس کرد و به برنامه‌ی هنر و مهندسی پیوست در ادامه‌ی خدمت در کالج ویلیام فرد به دانشکده‌ی دانشگاه لی‌های پیوست و در آنها سی و هفت سال تدریس کرد. در آنجا چندین سمت در دست داشت از قبیل پرفسور ارشد دانشگاه، مدیر گروه مهندسی مکانیک و مکانیک. در سال ۱۹۹۵ دانشگاه لی‌های به او دکترای افتخاری داد.

راسل جانسون در فیلادلفیا متولد شد لیسانس را در مهندسی داخلی از دانشگاه دلاوار و دکترا را در رشته‌ی مهندسی سازه‌ها از ماساچوست دریافت کرد. در دانشگاه لی‌های و پلی تکنیک ورکستر تدریس کرد و سپس به دانشکده‌ای از دانشگاه کانکتیکوت پیوست که در آنجا به سمت مدیر گروه مهندسی داخلی نایل شد و در آنجا برای بیست و شش سال تدریس کرد. در سال ۱۹۹۱ راس جایزه‌ی برجسته‌ی مهندسی داخلی را از بخش کانکتیکوت انجمن امریکایی مهندسان داخلی دریافت کرد.

دیوید ف مزدوک دیوید کارشناسی را در مهندسی دریا و کارشناسی ارشد را در مهندسی داخلی از دانشگاه صنعتی فلوریدا و دکترا را در مهندسی داخلی از دانشگاه کانکتیکوت دریافت کرد سپس به استخدام بخش قایق الکتریکی موسسه دینامیک عمومی درآمد و پیش از پیوستن به آکادمی پلیس ساحلی امریکا در کالج لافیت تدریس می‌کرد. او تا سال ۱۹۹۰ در آنجا بود. و هجده سال اخیر در مهندسی راه آهن امریکا و نگهداری راه‌ها با سازه‌های فولادی کار کرده است. حرفه‌ی مورد علاقه‌ی او شامل مهندسی پل، برج‌های بلند، سازه‌های جدلی و طراحی مقاوم در مقابل باد است.

الیت و آیزنبرگ. الیت دارای کارشناسی در مهندسی و کارشناسی ارشد است و هر دو را از دانشگاه کرنل دریافت کرده است. او فعالیت‌های پژوهشی خود را به خدمات حرفه‌ای و آموزش معطوف کرد. و به خاطر کارهایش در سال ۱۹۹۲، هنگامی که انجمن امریکایی مهندسی مکانیک مدال بن سی اسپارک را به خاطر تلاش‌هایش در مهندسی مکانیک و تکنولوژی آموزش مهندسی مکانیک و برای خدمت به جامعه‌ی امریکا برای آموزش مهندسی اعطا کرد، شناخته شد. الیت سی و دو سال تدریس کرد که بیست و نه سال در ایالت پن بود و در آنجا برای تدریس و دانش برتر جایزه دریافت کرد.

www.ketab.ir

XIII	پیشگفتار
XVIII	پیشگفتار مترجم
XIX	فهرست نشانه‌ها
۱	فصل ۱ پیشگفتار
۱	۱.۱ مکانیک چیست؟
۱	۱.۲ مفاهیم و اصول بنیادی
۵	۱.۳ سیستم‌های یکاها
۹	۱.۴ تبدیل یکا از یک سیستم به سیستم دیگر
۱۰	1.5 شیوه‌ی حل مسئله
۱۱	۱۶ دقت عددی
۱۲	فصل ۲ استاتیک ذرات
۱۲	۲.۱ پیشگفتار
۱۲	نیروها واقع در صفحه
۱۲	۲.۲ نیروی وارد بر یک ذره، برآیند در نیرو
۱۳	۲.۳ بردارها
۱۴	۲.۴ جمع بردارها
۱۶	۲.۵ برآیند چندین بردار متقارب
۱۷	۲.۶ تجزیه یک نیرو به مؤلفه‌هایش
۲۳	۲.۷ مؤلفه‌های قائم یک نیرو بر بردارهای یکه
۲۵	۲.۸ برآیند نیروها با جمع مؤلفه‌های X و Y
۳۱	۲.۹ تعادل یک ذره

۳۱	2.10 قانون اول نیوتون درباره‌ی حرکت.....
۳۲	۲.۱۱ مسائل شامل تعادل یک ذره، نمودار جسم آزاد.....
۴۰	نیروها در فضا.....
۴۰	۲.۱۲ مؤلفه‌های قائم یک نیرو در فضا.....
۴۳	۲.۱۳ نیروهایی که به کمک مقدار و دو نقطه از راستا مشخص می‌شوند.....
۴۳	۲.۱۴ جمع بردارهای متقارب در فضا.....
۵۰	۲.۱۵ تعادل یک ذره در فضا.....
۵۶	یادآوری و خلاصه.....
۵۹	مسائل دوره‌ای.....
۶۱	مسائل کامپیوتری.....
۶۳	فصل ۳ اجسام صلب، سیستم‌های معادل نیروها.....
۶۳	۳.۱ پیشگفتار.....
۶۳	۳.۲ نیروهای خارجی و داخلی.....
۶۴	۳.۳ اصل انتقال پذیری نیروهای معادل.....
۶۶	۳.۴ حاصل ضرب برداری دو بردار.....
۶۸	۳.۵ حاصلضرب بردارها به بیان مؤلفه‌های قائم.....
۶۹	۳.۶ گشتاور.....
۷۱	۳.۷ نظریه واریگنن (Varignon).....
۷۱	۳.۸ مؤلفه‌های قائم گشتاور نیرو.....
۸۱	۳.۹ ضرب اسکالری دو بردار.....
۸۴	۳.۱۰ ضرب مختلط سه گانه‌ی سه بردار.....
۸۵	۳.۱۱ گشتاور یک نیرو حول یک محور داده شده.....
۹۳	۳.۱۲ گشتاور یک کوپل.....
۹۵	۳.۱۳ کوپل‌های معادل.....

۳.۱۴	جمع کوپل‌ها	۹۷
3.15	کوپل‌ها می‌توانند با بردارها نمایش داده شوند.	۹۷
3.16	تجزیه یک نیروی داده شده به یک نیرو و یک کوپل	۹۸
3.17	کاهش یک سیستم نیرو به یک نیرو و یک کوپل	۱۰۷
3.18	سیستم‌های معادل نیروها	۱۰۸
۳.۱۹	سیستم معادل بردارها	۱۰۹
۳.۲۰	اختصار بیشتر یک سیستم نیرو	۱۰۹
یادآوری و خلاصه		۱۲۸
مسئله‌های دوره‌ای		۱۳۲
مسائل کامپیوتری		۱۳۵
فصل ۴	تعادل اجسام صلب	۱۳۷
۴.۱	پیشگفتار	۱۳۷
۴.۲	نمودار جسم آزاد	۱۳۷
۴.۳	واکنش‌ها در تکیه‌گاه‌ها و اتصالات برای یک سازه دو بعدی تعادل در دو بعد	۱۳۹
۴.۴	تعادل جسم صلب در دو بعد	۱۴۱
۴.۵	واکنش استاتیکی نامعین محدودیت جزئی	۱۴۳
۴.۶	تعادل یک جسم دو نیرویی	۱۵۹
۴.۷	تعادل یک جسم سه نیرویی	۱۶۰
۴.۸	تعادل یک جسم صلب در سه بعد	۱۶۶
۴.۹	واکنش‌های تکیه‌گاه‌ها و اتصالات برای یک سازه سه بعدی	۱۶۶
یادآوری و خلاصه		۱۸۲
مسائل دوره‌ای		۱۸۳

۱۸۵.....	مسائل کامپیوتری
۱۸۷.....	فصل ۵ نیروهای گسترده : مرکز سطح و مرکز گرانی
۱۸۷.....	۵.۱ پیشگفتار
۱۸۷.....	سطوح و خطوط
۱۸۷.....	۵.۲ مرکز گرانی یک جسم دوبعدی
۱۸۸.....	۵.۳ مرکز سطوح و خطوط
۱۸۹.....	۵.۴ گشتاور اول سطوح و خطوط انتگرال
۱۹۱.....	۵.۵ صفحات و سیم‌های مرکب
۲۰۱.....	۵.۶ تعیین مرکز سطح با انتگرال
۲۰۱.....	۵.۷ قضیه‌های پاپوس و گلدینیوس
۲۱۰.....	۵.۸ نیروهای گسترده روی یک محله
۲۱۱.....	۵.۹ نیروهای وارد بر سطوح مفروق
۲۱۹.....	حجم‌ها
۲۱۹.....	۵.۱۰ مرکز گرانی یک جسم سه بعدی مرکز ثقل حجم‌ها
۲۲۰.....	۵.۱۱ اجسام مرکب
۲۲۱.....	۵.۱۲ تعیین مرکز ثقل حجم‌ها با انتگرال گیری
۲۳۲.....	یادآوری و خلاصه
۲۳۵.....	مسائل دوره‌ای
۲۳۷.....	مسائل کامپیوتری
۲۳۹.....	فصل ۶ تحلیل سازه‌ها
۲۳۹.....	6.1 پیشگفتار
۲۴۰.....	خریاباها
۲۴۰.....	۶.۲ تعریف خریاباها
۲۴۱.....	6.3 خریاباهای ساده

۲۴۲.....	6.4 تحلیل خریاها به روش مفصل‌ها.....
۲۴۴.....	6.5 [*] مفصل‌های تحت وضعیت خاص بارگذاری.....
۲۴۶.....	۶۶ خریاهای فضایی.....
۲۵۵.....	۶.۷ تحلیل خریاها با روش مقطع زدن.....
۲۶۵.....	قاپ‌ها و ماشین‌ها.....
۲۶۵.....	۶.۹ سازه‌های حاوی اعضای چند نیرویی.....
۲۶۵.....	۶.۱۰ تحلیل یک قاپ.....
۲۶۷.....	۶.۱۱ قابهایی که با جدا شدن از تکیه‌گاه حالت صلب خود را از دست می‌دهند.....
۲۸۰.....	۶.۱۲ ماشین‌ها.....
۲۹۱.....	یادآوری و خلاصه.....
۲۹۳.....	مسائل دوره‌ای.....
۲۹۴.....	مسائل کامپیوتری.....
۲۹۷.....	فصل 7 نیروهای تیرها و کابل‌ها.....
۲۹۷.....	7.1 [*] پیشگفتار.....
۲۹۷.....	7.2 نیروهای داخلی در اعضا.....
۳۰۳.....	تیرها.....
۳۰۳.....	۷.۳ انواع مختلف بارگذاری و تکیه‌گاه.....
۳۰۵.....	7.4 برش و گشتاور خمشی در یک تیر.....
۳۰۶.....	7.5 [*] نمودارهای برش و گشتاور خمشی.....
۳۱۵.....	7.6 روابط بین بار برش و گشتاور خمشی.....
۳۲۴.....	کابل‌ها.....
۳۲۴.....	7.7 کابل‌های با بارهای متمرکز.....
۳۲۶.....	7.8 کابل‌ها با بارهای گسترده.....
۳۲۶.....	۷.۹ [*] کابل سهموی.....

۳۳۵.....	۷.۱۰ مسلسل
۳۴۰.....	یادآوری و خلاصه
۳۴۳.....	مسائل دوره‌ای
۳۴۵.....	مسائل کامپیوتری
۳۴۷.....	فصل ۸ اصطکاک
۳۴۷.....	۸.۱ پیشگفتار
۳۴۷.....	۸.۲ قوانین اصطکاک خشک ضرایب اصطکاک
۳۵۰.....	۸.۳ زاویه‌ی اصطکاک
۳۵۱.....	۸.۴ مسائل شامل اصطکاک خشک
۳۶۳.....	۸.۵ گونه‌ها
۳۶۴.....	۸.۶ پیچ رزوه مربعی
۳۷۲.....	۸.۷ یاتاقان گرد اصطکاک محوری
۳۷۴.....	۸.۸ یاتاقانهای طولی اصطکاک دیسکی
۳۷۵.....	۸.۹ اصطکاک چرخ، مقاومت چرخشی
۳۹۰.....	یادآوری و خلاصه
۳۹۲.....	مسائل دوره‌ای
۳۹۴.....	مسائل کامپیوتری
۳۹۸.....	فصل ۹ بارهای گسترده : گشتاور لختی
۳۹۸.....	9.1 پیش گفتار
۳۹۹.....	گشتاور لختی سطوح
۳۹۹.....	9.2 گشتاور دوم یا گشتاور لختی یک سطح
۴۰۰.....	9.3 تعیین گشتاور لختی یک سطح با انتگرال
۴۰۱.....	۹.۴ گشتاور لختی قطبی
۴۰۱.....	9.5 شعاع چرخش یک سطح

۴۰۸.....	9.6 قضیه محورهای موازی.....
۴۱۰.....	۹.۷ گشتاور لختی سطوح مرکب.....
۴۲۱.....	۹.۸ ضرب لختی.....
۴۲۲.....	۹.۹ محورهای اصلی و گشتاورهای لختی اصلی.....
۴۳۰.....	۹.۱۰ دایره مور برای گشتاورها و ضرب لختی.....
۴۳۵.....	گشتاور لختی جرم‌ها
۴۳۵.....	9.11 گشتاور لختی یک جرم.....
۴۳۶.....	۹.۱۲ قضیه‌ی محورهای موازی.....
۴۳۷.....	9.13 گشتاور لختی صفحات نازک.....
۴۳۸.....	9.14 محاسبه‌ی گشتاور لختی یک جسم سه بعدی با انتگرال.....
۴۳۹.....	۹.۱۵ گشتاورهای لختی اجسام مرکب.....
۴۵۴.....	۹.۱۶ گشتاور لختی یک جسم نسبت به یک محور اختیاری گذرنده از O. ضرب لختی جرمی.....
۴۵۵.....	9.17 بیضوی لختی، محورهای لختی اصلی.....
۴۵۶.....	9.18 تعیین محورهای اصلی و گشتاورهای اصلی لختی یک جسم با شکل دلخواه.....
۴۶۶.....	یادآوری و خلاصه.....
۴۷۱.....	مسائل دوره‌ای.....
۴۷۳.....	مسائل کامپیوتری.....
۴۷۵.....	فصل ۱۰ روش کار مجازی.....
۴۷۵.....	10.1 پیشگفتار.....
۴۷۵.....	۱۰.۲ *کار یک نیرو.....
۴۷۸.....	۱۰.۳ *اصل کار مجازی.....
۴۷۸.....	۱۰.۴ *کاربردهای اصل کار مجازی.....
۴۸۰.....	۱۰.۵ *ماشین‌های واقعی بازده مکانیکی.....
۴۹۲.....	۱۰.۶ *کار یک نیرو در طی یک جابجایی محدود.....

۴۹۴.....	10.7 انرژی پتانسیل
۴۹۴.....	۱۰.۸ انرژی پتانسیل و تعادل
۴۹۵.....	۱۰.۹ پایدار بودن تعادل
۵۰۴.....	یادآوری و خلاصه
۵۰۶.....	مسائل دوره‌ای
۵۰۸.....	مسائل کامپیوتری
۵۱۱.....	پیوست الف پیشوندهای سیستم متریک
۵۱۳.....	پیوست ب جداول مهم
۵۱۷.....	پیوست ج واژه نامه انگلیسی به فارسی
۵۲۶.....	پیوست د واژه نامه فارسی انگلیسی
Error! Bookmark not defined.....	پیوست ه نمایه
۵۳۵.....	پیوست و: پاسخ به مسائل

اهداف

هدف اصلی اولین دوره مطالعه‌ی مکانیک این است که در دانشجویان توانایی تحلیل مسائل را به شیوه‌ای ساده و منطقی ایجاد کند تا بتوانند در این حل از برخی مفاهیم بنیادی قابل فهم استفاده کنند. امیدواریم که این کتاب که برای اولین دوره در استاتیک طراحی شده است و به دانشجویان سال دوم ارائه می‌شود و نیز ادامه‌ی آن مکانیک برداری برای مهندسان دینامیک، مدرسان را در محقق شدن این هدف یاری رساند.*

رویه کلی

در این کتاب تحلیل بردارها اولین بار در کتب درسی مطرح شد و در بحث‌های مفاهیم پایه‌ای مکانیک به کار رفت و از روش‌های برداری برای حل شمار زیادی از مسائل استفاده شد که این روش‌ها حل مسائل و به ویژه مسائل سه بعدی را به صورت آسان‌تر و معقول‌تر حل می‌کند. این کتاب بر فهم مفاهیم مکانیک و کاربرد آنها در حل مسائل مهندسی تأکید دارد و در آن تحلیل برداری اصولاً به عنوان یک ابزار مطرح شده است.^۱

ابتدا کاربردهای عملی مطرح شده‌اند. یکی از ویژگی‌هایی این کتاب اینست که مکانیک ذرات از مکانیک اجسام صلب کاملاً جدا شده است این شیوه، بررسی کاربردهای عملی ساده را در بخش‌های ابتدایی ممکن می‌سازد. در حالیکه معرفی مفاهیم دشوار را به بعد موکول می‌کند برای مثال: در استاتیک ابتدا ذرات بررسی می‌شود پس از آنکه قوانین جمع و تفریق برداری معرفی شد بلافاصله اصل تعادل ذرات در موقعیت‌های عملی که تنها شامل نیروهای متقارب هستند اعمال می‌شود.

- استاتیک اجسام صلب در بخش ۳ و ۹ بررسی شده است. در فصل ۳ ضرب برداری و اسکالری دو بردار معرفی شده است و با استفاده از آنها گشتاور یک نیرو حول یک نقطه و حول یک محور معرفی شده است، معرفی این مفاهیم جدید با بحث دشوار سیستم‌های تعادل نیروها پی گرفته شده است و در فصل ۴ به کاربردهای عملی شامل تعادل اجسام صلب در حالت عمومی سیستم‌های نیرو پرداخته می‌شود.
- در دینامیک همین تقسیم‌بندی دیده می‌شود مفهوم پایه‌ای نیرو، جرم و شتاب کار و انرژی و گشتاور معرفی می‌شوند و ابتدا در مورد ذرات بررسی می‌شود بنابراین دانشجویان می‌توانند با سه روش بنیادی دینامیک مأنوس شوند و فواید آن را پیش از روبرو شدن با مسائل مربوط به حرکت اجسام صلب درک کنند.

مفاهیم جدید به زبان ساده بیان شده‌اند از آنجا که این کتاب برای شروع مطالعه در استاتیک نوشته شده است مفاهیم جدید به زبان ساده بیان شده‌اند و جزئیات هر مرحله نوشته شده است. از طرف دیگر با بحث درباره‌ی چهارچوب مسئله

* این کتاب یک جلد دارد مکانیک برداری برای مهندسان: استاتیک و دینامیک ویرایش نهم

† در یک کتاب موازی مکانیک برداری برای مهندسان استاتیک ویرایش نهم استفاده از جبر برداری محدود به جمع و تفریق بردارها شده است.

موردنظر و با روش‌های کاربرد عمومی یک بلوغ قابل قبول بدست آمده است. برای مثال مفهوم قیدگذاری عملی و نامعینی استاتیکی در بدو کار تعریف شده‌اند و در همه‌ی جا از آنها استفاده شده است.

مفاهیم پایه‌ای در فضای کاربردی ساده قرار داده شده‌اند در حقیقت مکانیک یک علم استقرایی بر پایه‌ی شماراندکی از مفاهیم پایه‌ای است و مشتقات به شکل منطقی حاضر شده‌اند و همه‌ی سختی آنها به این سطح بر می‌گردد. با این حال فرایند یادگیری قویاً استقرایی است و ابتدا مفاهیم ساده مدنظر قرار می‌گیرد برای مثال استاتیک ذرات یا استاتیک اجسام صلب ادامه می‌یابد و بررسی مسائل شامل نیروهای داخلی تا فصل ۶ به تعویق می‌افتد. در فصل ۴ ابتدا مسائل تعادل که تنها شامل نیروهای صفحه‌ای هستند و با جبر معمولی حل می‌شوند بررسی می‌شوند سپس در بخش دوم فصل به مسائل شامل سه بعد که نیازمند استفاده کامل از جبر برداری هستند پرداخته می‌شوند.

از نمودار جسم آزاد برای حل مسائل تعادل و بیان تعادل سیستم‌های نیرو استفاده می‌شود. در بدو امر نمودارهای جسم آزاد معرفی می‌شوند و اهمیت آنها در سرتاسر کتاب تأکید می‌شود. از آنها تنها برای حل مسائل تعادل استفاده نمی‌شود بلکه برای بیان معادل بودن دو سیستم نیرو یا در حالت کلی‌تر دو سیستم بردار استفاده می‌شود و علاوه بر مسائل دو بعدی برای حل مسائل سه بعدی نیز از آنها استفاده می‌شود. با تأکید بر معادلات نمودار جسم آزاد در معادلات جبری استاندارد حرکت کاملتر و شهودی‌تر به نظر می‌رسد و می‌توان به فهم مفاهیم اولیه‌ی دینامیک رسید. این رویه که بار اول در سال ۱۹۶۲ در ویرایش اول مکانیک برداری برای مهندسان مطرح شد اکنون مقبولیت زیادی در بین مدرسان مکانیک این کشور دارد. بنابراین از آن در زمینه‌ی تعادل مکانیکی و معادله‌ی حرکت در حل همه‌ی مسائل نمونه‌ی این بخش استفاده شده است.

استفاده از چهار رنگ و استفاده از رنگ برای مشخص کردن بردارها رنگها تنها به منظور زیباسازی استفاده نشده‌اند بلکه به دانشجویان کمک می‌کنند که انواع مختلف بردارهایی را که با آنها مواجه می‌شوند را بشناسند با اینکه کدبندی رنگها در این کتاب از استاندارد پیروی نمی‌کند اما برای نشان دادن انواع یکسان بردارها در همه‌ی فصل‌ها از یک نوع رنگ استفاده شده است. برای مثال از رنگ قرمز برای نشان دادن نیروها و کوپل‌ها استفاده شده است. بردار مکان نیز با آبی و ابعاد با سیاه نشان داده می‌شوند. این امر مشخص کردن نیروهای وارد بر یک جسم صلب را در کتاب و نیز مسائل نمونه‌ی بیرون مثال‌ها آسانتر می‌کند.

همیشه بین یکای SI و یکاهای رایج ایالات متحده تعادلی دقیق رعایت شده است. به دلیل خط مشی کنونی دولت آمریکا و صنایع برای وفق با یکاهای بین‌المللی SI در مکانیک بیشتر از یکاهای SI که در فصل ۱ معرفی شده‌اند و در سرتاسر کتاب استفاده شده‌اند استفاده می‌شود. تقریباً نصف مسائل نمونه و ۶۰ درصد مسائل تمرینی در این یکاها بیان شده‌اند و بقیه برحسب یکاهای رایج ایالات متحده هستند نویسندگان معتقدند که این رویه بهترین روش برای برآورده کردن نیاز دانشجویان هست تا به عنوان مهندس در هر دو سیستم یکا متبحر باشند.

همچنین بدانید که استفاده از یکاهای SI و یکاهای رایج ایالات متحده نیازمند استفاده از ضریب تبدیل مناسب است. سیستم یکای SI بر حسب یکاهای زمان، طول و جرم سیستم مطلق است اما یکاهای رایج ایالات متحده یک سیستم گرانشی است که بر حسب یکاهای زمان، طول و نیرو است. از این رو در برخورد با آنها به رویه‌های متفاوتی برای حل مسائل نیاز است برای مثال زمانی که از یکاهای SI استفاده می‌شود. در حالت کلی یک جسم با جرمش بر حسب کیلوگرم مشخص می‌شود در بیشتر مسائل استاتیک لازم است تا وزن جسم بر حسب نیوتن بیان شود و برای این منظور نیاز به محاسبات اضافه است. از طرف دیگر زمانی که از یکاهای رایج ایالات متحده استفاده می‌شود. یک جسم با وزنش بر حسب پوند مشخص می‌شود و در مسائل دینامیک برای محاسبه‌ی جرم آن بر حسب Slug (یا $\text{lb} \cdot \text{s}^2 / \text{ft}$) نیازمند محاسبات اضافه هستیم. از این رو نویسندگان معتقدند که مسائل کتاب باید شامل هر دو سیستم یکا باشد.

کتابچه‌ی مدرس و پاسخ نشن نوع مختلف از تمرین‌ها را مشخص کرده است که به تعداد مساوی بر حسب یکاهای SI یا یکاهای رایج ایالات متحده بیان شده‌اند اگر بخواهید می‌توانید دو لیست کامل تمرین که ۷۵ درصد آنها در یکاهای SI بیان شده‌اند را ببینید.

بخش‌های اختیاری مباحث پیشرفته یا تخصصی را بیان می‌کنند شمار زیادی از بخش‌های اختیاری در کتاب آورده شده‌اند این بخش‌ها با ستاره مشخص شده‌اند بنابراین به آسانی از هسته درس شناخته می‌شوند و می‌توان بدون هیچ لطمه‌ای به فهم متن اصلی درس آنها را حذف کرد. در میان سرفصل‌هایی که این بخش‌های اضافه دارند کاهش یک سیستم به رنج (آچار)، کاربرد هیدرواستاتیک، نمودارهای برش و گشتاور خمشی تیرها، تعادل کابل‌ها، ضرب‌های لختی و دایره‌ی مور، تعیین محورهای اصلی و گشتاورهای لختی جرمی یک جسم یا شکل دلخواه و کار مجازی قرار دارند. مطالعه‌ی بخش‌های تیرها زمانی که پس از بحث استاتیک بلافاصله به مقاومت مصالح پرداخته می‌شود، بسیار مفید هستند بخش‌های ویژگی‌های لختی اجسام سه بعدی نیز برای دانشجویانی تهیه شده‌است که بعداً دینامیک حرکت اجسام صلب سه بعدی را مطالعه می‌کنند. ریاضیاتی که در این کتاب و مسائل آن مطرح شده‌است نیازمند هیچ دانش ریاضی قبلی به جز جبر مثلثات و حساب دیفرانسیل انتگرال مقدماتی نیست. همه‌ی موارد جبربرداری لازم برای فهم کتاب به طور کامل در فصل‌های ۲ و ۳ آورده شده‌اند. عموماً به فهم صحیح مفاهیم ریاضی بنیادی تاکید می‌کنیم که به صورت فرمول‌های سبک ریاضی در آورده شده‌اند. توجه کنید که تعیین مرکز ثقل سطوح مرکب با محاسبه‌ی مرکز ثقل اجزای آن با انتگرال ادامه می‌یابد. بنابراین می‌توانید مفهوم گشتاور سطح را پیش از معرفی انتگرال درک کنید.

فصل‌بندی و ویژگی‌های آموزشی

پیش‌گفتار هر فصل با پیش‌گفتار که اهداف فصل و موضوعات آتی و نیز کاربرد آنها را به زبان ساده را در حل مسائل مهندسی نشان می‌دهد شروع می‌شود. پیش‌گفتار برای دانشجویان پیش زمینه‌ای از مفاهیم فصل ترسیم می‌کند.

درس‌های فصل بدنه‌ی کتاب به بخش‌هایی تقسیم شده‌است که هر کدام شامل یک یا چندین بخش تئوری، یک یا چند مسئله‌ی نمونه و شماری تمرین هست. هر بخش به موضوعاتی اختصاص دارد که می‌توانند در قالب یک درس بیان شوند در شماری از موارد بیشتر از یک درس را در قالب یک بحث بیان می‌شود که کتابچه‌ی مدرس و حل حاوی توصیه‌هایی برای پوشش دادن مطالب هر درس در قالب یک بحث است.

مسائل نمونه مسائل نمونه به گونه‌ای تنظیم شده‌اند که مشابه مسائل انتهایی فصل حل شوند در طرح آنها دو هدف وجود دارد یکی آموزش درس و دیگری نشان دادن شیوه منظم کار که دانشجویان باید در حال مسائل دنبال کنند.

خودتان مسئله حل کنید در بخش خودتان مسئله حل کنید. در هر درس بین مسائل نمونه و مسائل انتهایی قرار داده شده‌است هدف این بخش کمک به دانشجویان برای سازماندهی ذهن‌شان برای ادامه‌ی بحث کتاب و روش‌های حل مسائل نمونه است بنابراین می‌توان مسائل را موفق‌تر حل کنند. به علاوه در این بخش‌ها توصیه‌های خاص و استراتژی‌هایی حل مساله گنجانده شده‌است تا به دانشجویان کمک می‌کند که بهتر به مسائل یورش برند.

مسائل بیشتر مسائل طبیعت عملی دارند تا برای دانشجویان مهندسی رضایت‌بخش باشند آنها به گونه‌ای طرح‌ریزی شده‌اند که برای نشان دادن مفاهیمی که در درس عنوان شده‌است مفید باشند و به فهم اصول مکانیک کمک کنند. مسائل طبق بخش‌های درس طبقه‌بندی شده‌اند و به شیوه‌ی افزایش درجه‌ی سختی مرتب شده‌اند. همچنین مسائلی که نیازمند توجه ویژه هستند با ستاره مشخص شده‌اند.

پاسخ ۷۰ درصد سؤالات در انتهای کتاب آورده شده است. مسائلی که پاسخ آنها داده شده به صورت مستقیم نمایش داده شده‌اند در حالیکه مسائل بدون جواب با نمای کج (ایتالیک) نوشته شده‌اند.

یادآوری و خلاصه هر فصل با یادآوری و بیان خلاصه‌ی مطالب فصل پایان می‌پذیرد. در این بخش از نکات حاشیه‌ای برای کمک به دانشجویان برای ساماندهی درس استفاده شده‌است و مرجع‌های عرضی برای کمک به آنها جهت پیدا کردن بخش‌های مورد توجه‌شان گنجانده شده است.

مسائل دوره‌ای در انتهای هر فصل شماری از مسائل دوره‌ای آورده شده‌است این مسائل به دانشجویان این شانس را می‌دهد تا مفاهیم مهم درس را مرور کنند.

مسائل کامپیوتری هر فصل شامل شماری از مسائل می‌باشد که برای حل با نرم‌افزارهای محاسباتی مطرح شده‌اند. بسیاری از این مسائل به فرآیند طراحی مربوط می‌شوند برای مثال در استاتیک ممکن است به تحلیل یک سازه برای شکل‌ها و بارگذاری‌های مختلف سازه یا تعیین موقعیت تعادل مکانیسم برخورد کنیم و برای حل آن نیازمند روش تکراری سعی و خطا باشیم.

تهیه‌ی الگوریتم موردنیاز برای حل این مسائل مکانیک برای دانشجویان دو جنبه مفید دارد: (۱) به آنها کمک می‌کند تا مفاهیم مکانیکی مربوطه را بهتر بیاموزند (۲) برای آنها این امکان را فراهم می‌کند تا از مهارت‌های کامپیوتری خود در حل مسائل مهندسی واقعی اعمال کنند.

مکمل‌ها بسته‌های مکمل زیادی هم برای دانشجویان و هم مدرسان این درس تهیه شده است.

راهنمای مدرس و حل مسائل شامل ویژگی‌های ویرایش نهم و حل‌های یک صفحه‌ای مسائل می‌شود. این راهنما شامل تعدادی جدول است که به مدرسان در طراحی یک برنامه برای واحد درسی کمک می‌کند. بحث‌های مختلف این کتاب در جدول I لیست شده‌اند و شماری از بخش‌های سفارش شده‌ی هر بخش مشخص شده‌اند. جدول II شامل یک توضیح مختصر از همه‌ی مسائل و طبقه‌بندی مسائل هر گروه بر طبق یکاهای مورد استفاده است. نمونه برنامه‌ی درسی نیز در جدول‌های III و IV و V قرار داده شده است.

McGraw-Hill به مهندسی می‌پیوندد.

McGraw-Hill به مهندسی می‌پیوندد یک سایت اینترنتی شامل مسئله درسی است که به دانشجویان این امکان را می‌دهد که بهتر با تکالیف و استادانشان ارتباط برقرار کنند و مفاهیم مهمی را که برای موفقیت اکثونی و در آینده بدان نیاز دارند را بیاموزند با استفاده از این سایت استادان می‌توانند تکلیف‌ها و امتحانشان را به صورت آنلاین قرار دهند و دانشجویان می‌توانند، نکات مهم درسی را مطابق برنامه‌های خود تمرین کنند.

لینک مکانیک برداری برای مهندسان در سایت فوق www.Mhhe.com/beejohnston است و شامل الگوریتم مسائل کتاب، پاورپوینت‌ها و یک بانک عکس و انیمیشن است.

Hands-on Mechanic سایتی است که برای استادانی که علاقه‌مند به تدریس سه‌بعدی درس‌های خود هستند طراحی شده‌است و با همکاری تیم مهندسی **McGraw-Hill** و دپارتمان مهندسی داخلی و مکانیک آکادمی نظامی ایالات متحده به فعالیت وی پردازد. این وب‌سایت نه تنها دستورالعمل‌های دقیق ساخت وسایل کمک آموزشی سه‌بعدی را با استفاده

از موادی که در هر آزمایشگاه یا مغازه یافت می‌شوند بیان کرده است، بلکه انجمنی ایجاد کرده است که دانشجویان می‌توانند در آن ایده‌های خود را به اشتراک بگذارند، بهترین مسائل را حل کنند و اثبات‌های خود را بفرستند. حتماً سایت www.handsonmechanic.com را ببینید.

کتاب درسی الکترونیکی

کتاب الکترونیکی یک راه ابتکاری برای دانشجویانی است که می‌خواهند هم زمان پول خود را پس‌انداز کنند و محیطی سبزتر ایجاد کنند. یک **E-book** نصف هزینه صرف شده برای کتاب درسی را کاهش می‌دهد و ویژگی‌های یکتایی مثل یک موتور جستجوی قوی، هایلایت و توانایی به اشتراک گذاشتن نکات **E-book** را با هم‌کلاسی‌ها ایجاد می‌کند.

McGraw-Hill دو کتاب اختیاری پیشنهاد می‌کند که می‌توانید یک کتاب قابل دانلود را از **Vital Source** بخرید یا به **CourseSmart** سفارش دهید. برای صحبت درباره‌ی کتاب اختیاری با **McGraw-Hill** تماس بگیرید یا مستقیماً به سایت‌های www.CourseSmart.com، www.vitalsource.com مراجعه کنید.

تقدیر و تشکر

تشکری ویژه از طرف امی‌مزدورک از مؤسسه‌ی ویلیام مدیال داریم که به طور کامل حل و پاسخ‌های همه‌ی این ویرایش را بررسی کرد. و سپس راه‌حل‌ها را برای تهیه راهنمای حل مدرس آماده کرد. یوهانس کتما از دانشگاه مینستا. دیوید اگاسی از دانشگاه میسوری رولا و دنیل بانیکل از دانشگاه ایالت لوزیانا خوشحال می‌شویم که دنیس ارموزو را برای صفحه‌آرایی هنرمندانهای که که تأثیر کتاب را دو چندان می‌کند تشکر کنیم.

همچنین از نویسندگان شرکت‌های زیادی که عکس‌های این کتاب را تهیه کردند قدردانی می‌کنیم همچنین تلاش و پشتکار سبینا دول را برای پیدا کردن عکس‌ها ارج می‌نهیم نویسندگان همچنین از اعضای ثابت **Hi//McGraw** برای پشتیبانی در طی تهیه این ویرایش جدید تشکر می‌کنیم به ویژه از زحمات ویراستار ارشد بیل استنکوویست ویراستاری لرناییان و مدیر پروژه‌ی شیل فرانک تشکر می‌کنیم.

در پایان نویسندگان توصیه‌های بسیار مفید و پیشنهادات شما را برای بهبود ویرایش قبلی مکانیک برداری برای مهندسان سپاس می‌نهند.

راسل جانسون

ویوید مزدورک

البوت

آیزنبرگ

بدون دانستن دانش استاتیک طراحی هیچ ریل، پل معلق، ساختمان و ... ممکن نیست طراحی سازه‌هایی که صدها تن بار را تحمل می‌کنند، ساختن سقف‌هایی که فاقد ستون باشند و پل‌هایی که دریاچه‌ها را قطع کنند همه و همه تنها به کمک علم استاتیک ممکن شده‌است علمی که بدون آن پیشرفت ساختارهای زیر بنایی یک کشور ممکن نیست. از این رو به آن توجهی ویژه می‌شود و تقریباً در تمامی رشته‌های مهندسی جزء دروس اصلی است.

یکی از کتابهایی که در این زمینه در دانشگاه‌های ایران تدریس می‌شود کتاب استاتیک نوشته‌ی آقایان بیر، جانسون و مزدورک است که در آن سعی شده‌است تمام مفاهیم پایه‌ای استاتیک به زبان ساده بیان شود. این کتاب در ایران با استقبال گسترده‌ای مواجه شده است و ویرایش‌های قبلی آن بارها تجدید چاپ گردیده است. تا آنکه به ویرایش نهم رسید.

در این زمان خود را مسئول دانستم که متن اصلی آخرین ویرایش (ویرایش نهم) آن را تهیه، با دقت ترجمه کنم و در اختیار عموم قرار دهم تا دانشجویان عزیز بتوانند از بروزترین کتب دنیا استفاده کنند و بهتر و مؤثرتر در راه پیشرفت میهن خود گام بردارند.

توضیح بخش‌های مختلف کتاب از قبیل متن درس، مسائل و نیز نکاتی راجع به نشانه‌گذاری و معنی ستاره در نقاط مختلف کتاب و حروف مستقیم و ایتالیک در مقدمه‌ی نویسندگان آورده شده‌است و در اینجا از تکرار آنها صرف‌نظر می‌کنم.

با این حال برای سودمندی هر چه بیشتر کتاب توصیه می‌کنم که حتماً ابتدا درس را بیاموزید و سپس به حل مسئله بپردازید بدانید که حل مسئله بدون درک درس هیچ فایده‌ای ندارد، اگر متن درس را مطالعه کنید بسیار مفید است، اما چنانچه با کمبود وقت مواجه بودید بخش خودتان مسئله حل کنید به شیوه‌ای سریع روش‌های حل مسئله را به شما آموزش می‌دهد سپس مسائل نمونه را خودتان حل کنید و چنانچه به مشکلی برخوردید به متن درس برگردید و پس از آن می‌توانید به مسائل انتهایی درس بپردازید. در هنگام امتحانات نیز بخش خلاصه و دوره برای مرور سریع فصل مفید است.

در پایان از همه‌ی کسانی که به هر شیوه در تهیه‌ی این کتاب یاری رساندند تشکر می‌کنم همچنین از دانشجویان، استادان و خوانندگان محترم تقاضا می‌کنم که هرگونه پیشنهاد و انتقاد خود را با آدرس rmahdiany@gmail.com در میان بگذارند تا انشاءالله در چاپ‌های بعدی و نیز کتاب‌های بعدی، کتبی بهتر و مفیدتر در اختیار شما قرار دهیم.

محمد رضا مهدیانی

فهرست نشانه‌ها

a	ثابت، شعاع، فاصله	p	فشار
A,B,C,...	واکنش تکیه‌گاه‌ها و اتصالات	P	نیرو، بردار
A,B,C,...	نقاط	Q	نیرو، بردار
A	سطح	r	بردار مکان
b	عرض، فاصله	r	شعاع، فاصله، مختصات قطبی
c	ثابت	R	برایند نیرو، بردار برایند، واکنش
C	مرکز نقل	R	شعاع زمین
d	فاصله	s	بردار مکان
e	مبنای لگاریتم طبیعی	s	طول قطاع، طول کابل
F	نیرو، نیروی اصطکاکی	S	نیرو، بردار
g	شتاب گرانشی	t	ضخامت
G	مرکز گرانی، ثابت گرانش	T	نیرو
h	ارتفاع، شکم دادگی کابل	T	کشش
i,j,k	بردارهای یکه در راستای محورهای مختصات	U	کار
I,I _x ,...	گشتاور لختی	V	ضرب برداری، برش
	گشتاور لختی متوسط	V	حجم، انرژی پتانسیل، برش
I _{xy} ,...	ضرب لختی	ω	بار یکای طول
J	گشتاور لختی قطبی	W, W	وزن، بار
k	ثابت فنر	x, y, z	مختصات قائم، فاصله
k _x , k _y , k _O	شعاع چرخش		مختصات قائم مرکز گرانی
	شعاع چرخش مرکز ثقلی	α, β, γ	زاویه‌ها
l	طول	γ	وزن مخصوص
L	طول، دهانه	δ	افزایش طول
m	جرم	δr	جابجایی مجازی
M	کوپل، گشتاور	δU	کار مجازی
M _O	گشتاور حول نقطه‌ی P	λ	بردار یکه در راستای یک خط
	برایند گشتاور حول نقطه‌ی P	η	کارایی
M	مقدار کوپل یا گشتاور، جرم زمین	θ	مختصات زاویه‌ای، زاویه، مختصات قطبی
M _{OL}	گشتاور حول محور OL	μ	ضریب اصطکاک
N	مؤلفه عمودی واکنش	ρ	چگالی
O	مبدأ مختصات	φ	زاویه‌ی اصطکاک، زاویه

فصل ۱ پیشگفتار

در نیمه‌ی دوم قرن هفدهم آقای ایزاک نیوتون اصول پایه‌ای مکانیک را بیان کرد که هم اکنون نیز پایه‌ی بسیاری از علوم مهندسی است.

۱.۱ مکانیک چیست ؟

است و یک پیش نیاز انکار نشدنی برای مطالعه‌ی آنها است. مکانیک به اندازه‌ی برخی علوم تجربه گرا نیست که تنها به تجربه و مشاهده اکتفا کند. بلکه سعی دارد آنچه را که به وسیله استقرار بدست آورده است اثبات ریاضی کند. دوباره تاکید می‌کنیم که مکانیک یک علم محض و مجرد نیست. مکانیک یک علم کاربردی است که هدف آن پیش بینی و توصیف پدیده‌های فیزیکی است. بنابراین در علوم پایه‌ای مهندسی قرار دارد.

۱.۲ مفاهیم و اصول بنیادی

گرچه مطالعه مکانیک به زمان ارسطو (۳۲۲ تا ۲۸۴ قبل از میلاد) و ارشمیدس (۲۱۲ تا ۲۸۹ قبل از میلاد) بر می‌گردد. اما طبقه بندی قابل قبول مفاهیم و اصول آن مربوط به زمان نیوتون است که بعدها توسط آلبرت، لاگرانژ و هامیلتون بهبود یافت. و همچنان معتبر ماند. تا اینکه نظریه نسبیت انیشتین محدودیت آنها را نشان داد ولی پس از آن باز هم مکانیک نیوتونی همچنان پایه‌ی علوم مهندسی باقی ماند.

مفاهیم بنیادی مورد استفاده در مکانیک عبارتند از، مکان، زمان، جرم و نیرو، این اصول قابل تعریف نیستند و باید به صورت شهودی و تجربی پذیرفته شوند و به عنوان یک چارچوب مجرد یا مرجع برای مطالعه‌ی مکانیک استفاده شوند.

مفهوم مکان وابسته به تعریف موقعیت نقطه‌ی P است. موقعیت نقطه‌ی P را می‌توان به کمک سه طول که از یک نقطه‌ی مرجع یا مبدا، در سه جهت اندازه گرفته شده‌اند بیان کرد. به این طول‌ها مختصات نقطه‌ی P گفته می‌شود.

مکانیک را می‌توان به عنوان علمی تعریف کرد، که وضعیت اجسام را در حالت سکون و یا تحت تأثیر نیروها پیش بینی و توصیف می‌کند، این علم به سه شاخه تقسیم می‌شود، مکانیک اجسام صلب، مکانیک اجسام شکل پذیر و مکانیک سیالات.

مکانیک اجسام صلب خود به استاتیک و دینامیک تقسیم می‌شود، که اولی (استاتیک) به بررسی اجسام ساکن می‌پردازد و دومی (دینامیک) حرکت اجسام در حال حرکت را بررسی می‌کند در این مبحث از مطالعه‌ی مکانیک اجسام کاملاً صلب و بدون شکل پذیری فرض می‌شوند.

در واقعیت سازه‌ها مکانیکی کاملاً صلب نیستند و تحت تأثیر نیروهایی که به آنها اعمال می‌شود تغییر شکل می‌دهند. با این وجود این تغییر شکل‌ها بسیار جزئی هستند و بر وضعیت تعادل و حرکت سازه‌ی موردنظر را به طور قابل ملاحظه‌ای تأثیر نمی‌گذارند تنها هنگامی که مقاومت یک سازه مد نظر است این نیروها مهم می‌شوند، و در مقاومت مصالح (که بخشی از مکانیک اجسام شکل پذیر است) مطالعه می‌شوند. قسمت سوم مکانیک، مکانیک سیالات است که به دو بخش سیالات تراکم پذیر و تراکم ناپذیر تقسیم می‌شود. یک زیر شاخه‌ی مهم مطالعه‌ی سیالات تراکم ناپذیر هیدولیک است. که در مورد مسائل مربوط به مایعات بحث می‌کند.

مکانیک یک دانش فیزیکی است بنابراین به بحث در مورد پدیده‌های فیزیکی می‌پردازد. با این حال برخی مکانیک را جزء علوم ریاضی می‌دانند اما اکثراً آن را یک علم مهندسی بشمار می‌آورند و هر دو گروه بر این موضوع اتفاق نظر دارند. که مکانیک پایه‌ی بیشتر علوم مهندسی