

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

دینامیک

ویرایش پنجم (SI - 2003)

تالیف: جی. ال. مریام

ال. جی. کریگ

ترجمہ: دکتر سعید محبوب مقدس

عضو ہیئت علمی دانشگاه امام حسین (ع)

مریام، جیمز لیثرب، ۱۹۱۷ - م
مکانیک مهندسی: دینامیک ویرایش پنجم (SI - 2003) / تالیف جی.
ال. مریام، ال. جی. کریگ؛ ترجمه سعید محجوب مقدس. - اصفهان:
سپاهان، ۱۳۸۳.
۸۰۰ ص.

ISBN: 964-91016-8-3

این کتاب ترجمه ویرایش پنجم از جلد دوم کتاب "Engineering Mechanics" بنام دینامیک می باشد.

این کتاب در سالهای مختلف توسط ناشرین مختلف منتشر شده است.
فهرست نویسی براساس اطلاعات فیبا.

۱. دینامیک. الف. کریگ، گلن، Kraige, Glenn. ب. محجوب

مقدس، سعید، ۱۳۳۴ - ۱۰ مترجم.

۶۲۰ / ۱۰۴ TA۲۵۲ / م۴۵۹۳

۸۳-۳۶۶۳۶

کتابخانه ملی ایران



اشارات سپاهان

نام کتاب: دینامیک (ویرایش پنجم SI)

مؤلف: جی. ال. مریام، جی. کریگ

قطع و تیراژ: وزیری ۵۰۰۰ نسخه

نوبت و سال انتشار: اول زمستان ۸۳

لیتوگرافی: نکین

حروفچینی و صفحه بندی: مهندس رضا نیکوکار

چاپ: بهار

صحافی: سپاهان

قیمت: ۶۵۰۰۰ ریال

شابک: ۹۶۴-۶۱۰۱۶-۸-۳

مرکز پخش: انتشارات سپاهان تلفن: ۶۹۵۸۷۹۹ همراه: ۰۹۱۳ ۱۱۴ ۸۷۷۶

پرفایر خدایا

شناخت اصول و مبانی مکانیک مهندسی برای کلیه دانشجویان رشته‌های فنی و مهندسی لازم می‌باشد. یکی از این مبانی، مطالعه درباره اجسام صلب است که استاتیک و دینامیک از این مقوله می‌باشند. استاتیک مطالعه اجسام را در حالت ایستا و دینامیک رفتار اجسام را در حالت پویا بررسی می‌کند.

این شاخه مهم از علم مکانیک، برای کلیه مهندسين بخصوص مهندسين مکانیک، هوافضا، عمران، معدن و از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و اصولاً مبانی بسیاری از طراحی‌های مهندسی مکانیک را شامل می‌شود. دینامیک که اهمیتش از استاتیک کمتر نیست از گذشته‌های دور، یکی از موانع و مشکلات درسی دانشجویان مهندسی بوده که خوشبختانه در سالهای اخیر، در اکثر دانشگاه‌های فنی و مهندسی دنیا مورد توجه بیشتری قرار گرفته است و استادان با تجربه‌ای که سال‌های عمر پربار خود را برای تدوین و تدریس این درس گذرانده‌اند، این واقعیت را به اثبات رسانده‌اند که طراحی دستگاه‌ها و ماشین‌های پیچیده ساخته بشر، بر پایه چند تئوری ساده بنا شده است و با قدرت استدلال و تحلیل می‌توان از همین تئوری‌ها برای حل معضلات مهندسی استفاده نمود.

این مجموعه، ترجمه آخرین ویرایش دینامیک (ویرایش پنجم، چاپ ۲۰۰۳، سیستم SI) کتاب ارزشمند اساتید بنامی چون «جیمز مریام» و «گلن کریگ» است که شرح و تفسیر کارهای شایسته این استادان بر محققان و دانشمندان این رشته پوشیده نیست. حل مسائل این کتاب که کاملاً توسط اینجانب صورت گرفته تحت عنوان «متمم دینامیک» است که شامل پاسخگویی به کلیه مسائل حل نشده کتاب اصلی می‌باشد. تلاش بنده بر این بوده که دانشجویان عزیز بتوانند از متمم دینامیک به صورت مستقل نیز استفاده نمایند. به این صورت که در ابتدای کتاب فرمول‌های مورد نیاز آورده شده و در انتهای آن پیوست‌های آمده که در حل مسائل بکار گرفته شده‌اند.

بنده بیش از ۱۸ سال است که به کار آموزش و تحقیق این شاخه از علم مشغول هستم و کتاب دینامیک «پروفسور مریام» را به عنوان کتاب مرجع درسی دانشجویان مهندسی برگزیده‌ام و سعی نموده‌ام که ویرایش‌های مختلف کتاب ایشان را ترجمه کنم و بر حل مسائل آن اهتمام ورزم و در نوبت‌های مختلف منتشر نمایم.

یکی از دلایل انتخاب این کتاب به عنوان مرجع و حل مسائل آنها را که قبلاً نیز در متمم‌های دینامیک متذکر شده‌ام این است که اصولاً دانشجویان مهندسی برای کسب مهارت‌های لازم، جهت طراحی و بدست آوردن اعتماد به نفس در این راستا، باید با مسائل واقعی، عملی، کاربردی و روزآمد سروکار داشته باشند که متأسفانه در کتاب‌های قدیمی دینامیک، معمولاً مسائل را برای اثبات تئوری خشک و بی هدف به خدمت می‌گرفتند که کاربرد چندانی نیز نداشتند.

پروفسور مریام (که اخیراً دار فانی را بدرود گفتند و جامعه علمی را از تجارب خود محروم ساختند) پس از سالها کار و تحقیق در صنایع مهم و کار آکادمیک در دانشگاه‌های معتبر و تدریس مداوم، همزمان با کار تحقیقاتی، مسائل کاربردی و روزآمدی را مطرح نمودند که با در صنعت به عینه وجود داشت و یا از معضلات صنایع به شمار می‌آمد که بایستی حل شوند. به نظر بنده ایشان این تحول اساسی را بوجود آورد تا تئوری‌ها را هدفدار کند و به خدمت حل مسائل درآورد.

همانطور که انسان جایز الخطا است، در ترجمه و متمم این کتاب احتمال وجود غلط‌های املایی و چاپی وجود دارد که از این بابت عذر بنده را پذیرفته و انشاء الله... با عنایتی که در حق بنده خواهید داشت، در صورت مشاهده، به اینجانب و با همکاران منعکس خواهید نمود.

در اینجا لازم می‌دانم ابتدا از خانواده خود و همچنین دوستان محترم و دانشجویان عزیزم که مشوق بنده در تهیه این آثار بودند، تقدیر و تشکر نمایم.

از همکار خویم جناب آقای مهندس رضا نیکوکار که زحمت حروفچینی، طراحی جلد، صفحه‌آرایی، ویرایش، مونتاژ و امور گرافیکی تصاویر و طراحی جلد این کتاب فنی را با همه مشکلات و در مدت زمان کوتاه متقبل شدند، تشکر کنم.

بر خود لازم می‌دانم از دست‌اندرکاران انتشارات سپاهان که قبول زحمت چاپ و نشر کتاب را کشیدند، قدردانی کنم.

در انتها خداوند متعال را سپاس می‌گزارم که حقیر را در لحظات بسیار سخت یاری نمود و همه توفیق خود را مذبون لطف و کرم ائمه اطهار (سلام الله علیهم اجمعین) می‌دانم.

والسلام

سعید محبوب مقدس

دیماه ۱۳۸۳



JAMES LATHROP MERIAM
1917-2000

جیمز لثروپ مریام

۱۹۱۷-۲۰۰۰

دکتر جیمز مریام، نویسنده و مولف معروف بین‌المللی کتب مهندسی مکانیک و پروفسور بزرگ و معروف و مشهور مهندسی، در ۱۸ جولای سال ۲۰۰۰ در خانه‌اش واقع در سانتا باربارا، پردرد حیات گفت. بدلیل شغل‌های مختلفی که در حرفه مهندسی داشت، دکتر مریام یکی از نخستین مربیان مهندس قرن بیستم بشمار می‌آید. دکتر مریام، سه دانشنامه از دانشگاه «یال» دریافت نمود که آخرین آن دانشنامه Ph.D ایشان در سال ۱۹۴۲ بود. او در طول جنگ جهانی دوم در گارد ساحلی آمریکا خدمت کرد. اولین تجربه صنعتی او در شرکت هواپیمایی «پرات وینتی» و شرکت «جنرال الکتریک» شروع شدند.

دکتر مریام به مدت بیست و یک سال عضو هیات علمی دانشگاه «برکلی کالیفرنیا» بود و در این مدت در آنجا در سمت‌های، استاد مهندسی مکانیک، معاونت تحصیلات تکمیلی و رئیس بخش مکانیک و طراحی خدمت نمود. از سال ۱۹۶۳ تا سال ۱۹۷۲ ریاست دانشکده مهندسی دانشگاه «دوک» را پیعده داشت و تمام انرژی خود را صرف گسترش دانشکده مهندسی آنجا نمود. در سال ۱۹۷۲، پروفسور مریام بنا به میل خود به تدریس تمام وقت روی آورد و در دانشگاه آیالتی «بلی تکنیک کالیفرنیا» تا هنگام بازنشستگی در سال ۱۹۸۰ در آن دانشگاه مشغول به کار بود. سپس در دانشگاه «کالیفرنیا - سانتا باربارا» به عنوان استاد میهمان تا هنگام بازنشستگی مجدد تا سال ۱۹۹۰ ادامه داد.

او هر جا که بود با نشان دادن توانایی‌های تدریس بسیار عالی‌اش همواره مورد توجه و قدردانی بود. در سال ۱۹۶۳ در «برکلی» او اولین دریافت‌کننده «جایزه ممتاز تاو - بتا» پای» گردید و در سال ۱۹۷۸ به دلیل خدمات ارزنده‌اش در آموزش مکانیک مهندسی جایزه «مدرس برجسته» را از انجمن آموزش مهندسی آمریکا (ASEE) دریافت کرد. در سال ۱۹۹۲ برنده جایزه «بنجامین گارورلامه» از ASEE گردید. ایشان عضو هر دو انجمن ASEE و انجمن مهندسان مکانیک (ASME) بود.

دکتر مریام در سال ۱۹۵۰ شروع به تالیف سری کتاب‌های مکانیک مهندسی نمود. مفاهیم و موضوعات/استاتیک و دینامیک از مبحث مکانیک اولیه جدا و تغییر وضعیت یافتند و در طول پنج دهه به صورت کتاب‌های کامل و رشد یافته‌ای درآمدند. علاوه بر ویرایش US، کتب به صورت ویرایش SI در آمده‌اند و به اکثر زبان‌های خارجی ترجمه شده‌اند. تئوری سخت را به سادگی با مثال‌های نمونه حل شده و مسائل متعدد به عنوان تکالیف خانه به روشنی توصیف نموده است. بعلاوه تصاویر و شرح عالی و مورد قبول او در سری کتاب‌هایش مشهور و زبانزد بوده است.

در اوایل سال‌های ۱۹۸۰ دکتر مریام در مدتی حدود سه سال به طراحی و ساخت یک قایق بادبانی ۲۳ فوتی با چوب در سواحل جزایر هاوایی نمود و چندین سال او به همراه دوستش با قایق بادبانی ساعت‌های خوشی را در دریا و دور از سواحل سانتا باربارا به قایق رانی پرداختند. دکتر مریام همچنین چهار خانه را طراحی کرد و ساخت.

علاوه بر مشارکت در حرفه‌های بسیار زیاد، دکتر مریام به خاطر همکاری دوستانه و آشکارانه‌اش، رفتار مودبانه و محترمانه، قضاوت‌های سنجیده، توانایی‌های رهبری، سخاوت، بلند نظری و اعتماد کامل و خالص به عنوان عالی‌ترین و بهترین مربی آموزشی مورد قبول همگان همیشه به یادها خواهد ماند.

پیشگفتار

مکانیک مهندسی اساس و چارچوب بیشترین رشته‌های مهندسی است. بسیاری از مقولات در سطوح مهندسی ساختمان، مکانیک، هوافضا، مهندسی کشاورزی و البته خود مهندسی مکانیک بر روی موضوعات استاتیک و دینامیک بنا گذاشته شده است. حتی در رشته‌هایی مانند مهندسی برق، متخصصین در سیر عملیات ساخت اجزای الکتریکی یک دستگاه روبانیک یا سایر دستگاه‌های الکتریکی احتیاج به داشتن اطلاعات مکانیکی می‌باشند.

از اینرو، فصل مکانیک مهندسی جزء دروس آموزشی بسیار مهم مهندسی است. نه تنها این فصل جهت دروس مکانیک مهندسی مورد نیاز است، بلکه فهم دانشجویان را در موضوعات مهم دیگر مانند ریاضیات کاربردی و فیزیک و گرافیک بالا می‌برد. بعلاوه این دروس در تقریب بخشیدن به توانایی حل مسائل، جایگاه بسیار خوبی را دارا می‌باشند.

اصول کلی

هدف اصلی از مطالعه مکانیک مهندسی، ایجاد قدرت پیش‌بینی اثرات نیرو و حرکت در طی انجام کار طراحی خلاقه مهندسی است. پیش‌بینی موفقیت آمیز به چیزی بیش از معلومات اصول فیزیک و ریاضی مکانیک نیاز دارد. پیش‌بینی این اثرات مستلزم توانایی تجسم سازی پیکره‌بندی‌های فیزیکی نیز می‌باشد که به عواملی چون مواد حقیقی، قیود واقعی و محدودیت‌های عملی حاکم بر رفتار ماشین‌ها و سازه‌ها می‌باشد.

کمک به دانشجو در ایجاد این استعداد تصویر سازی یکی از اهداف اصلی ما در آموزش مکانیک است که در فرمول‌بندی مسائل نقش بسیار اساسی دارد. در حقیقت، ساختن یک مدل ریاضی با مفهوم، اغلب از حل آن مهمتر است. موقعی که اصول و محدودیت‌های آنها با هم در زمینه کاربرد مهندسی آموخته شد، حداکثر پیشرفت حاصل شده است.

غالباً مشاهده می‌شود که درس مکانیک را به صورتی ارائه می‌نمایند که در آن مسائل اصولاً به ابزاری برای روشن ساختن تئوری به خدمت گرفته می‌شوند، در حالیکه تئوری باید چنان مطرح شود که در تحلیل مسائل بکار برده شود. موقعی که نگرش اول غلبه پیدا نمود، مسائل به سمت غیر واقعی بودن سوق پیدا می‌کنند و رابطه خود را با مهندسی و مسائل عملی از دست داده و درس خسته کننده و نامطلوب می‌گردد. این روش دانشجو را از تجربه گرانقدر فرمول‌بندی مسائل و در نتیجه از کشف نیاز به مفهوم تئوری محروم می‌سازد. نگرش دوم، انگیزه قوی‌تری برای آموختن تئوری فراهم می‌کند و سعی در ایجاد توازن بهتر بین مطالب تئوری و کاربردی می‌نماید. نقش قطعی علاقه و هدف در ایجاد قوی‌ترین انگیزه ممکن، برای آموختن را نمی‌توان نادیده گرفت.

علاوه بر این، باید بر این نگرش تاکید کنیم که تئوری، فقط در بهترین شرایط، تقریبی از دنیای واقعی مکانیک را بیان می‌کند. این اختلاف در تفکر و نگرش به درستی اساس وجه تمایز بین مهندسی مکانیک از علم مکانیک است.

در طی چند دهه اخیر، گرایش‌های قوی در آموزش مهندسی وجود داشته است. اول به نظر می‌رسد تاکید بر مفاهیم هندسی و فیزیکی ریاضیات مورد نیاز، کاهش یافته است. دوم، کم کردن و حتی حذف تدریس به روش ترمیمی، که در گذشته برای نشان دادن و معرفی مسائل مکانیک استفاده می‌گردید. سوم، آموزش ریاضیات پیشرفته در مکانیک، گرایشی را بوجود می‌آورد که اجازه می‌دهد محاسبات نمادین، عملیات برداری بر نمایش هندسی چیره گشته یا جایگزین آن گردد. مکانیک ذاتاً موضوعی است که وابسته به درک و بینش هندسی و فیزیکی بوده و باید کوشش خودمان را جهت توسعه این قابلیت‌ها گسترش دهیم.

نکته‌ای خاص در مورد استفاده از کامپیوتر را متذکر می‌شویم. ما بر تجربه اندوژی از فرمول‌بندی مسائل، مبتنی بر استدلال و قضاوت و پرورش آنها تاکید می‌نماییم که برای دانشجو بسیار با اهمیت‌تر از عملیات ریاضی برای یافتن پاسخ مسائل می‌باشد. به این دلیل معتقدیم که استفاده از کامپیوتر باید به دقت کنترل گردد. در زمان حاضر، رسم ترسیم آزاد جسم و فرمول‌بندی حاکم بر معادلات با قلم و کاغذ خیلی بهتر انجام می‌شود. از طرف دیگر، مواردی پیش می‌آید که استفاده از کامپیوتر برای حل معادلات و

آشکارسازی آنها بهتر است. مسائلی که توسط کامپیوتر حل می‌شوند اصولاً دارای شکل و شرایط خاصی می‌باشند. مسائل کامپیوتری باید با هوشیاری در جهت یافتن یک شرط یا فید طراحی و یا مواقع خاص مطرح شوند، نه اینکه به صورت مسائل «کارسازه» درآیند که در آنها یک متغیر، بدون دلیل تغییر داده می‌شود تا به شکل مصنوعی، کامپیوتر به کار گرفته شده باشد. به همین دلیل در ویرایش پنجم مسائلی که با کامپیوتر حل می‌گردند، با این دیدگاه طراحی شده‌اند. برای صرف وقت لازم جهت فرمول‌بندی مسائل پیشنهاد می‌گردد که دانشجو فقط تعدادی محدود از مسائل کامپیوتری را جزء تکالیف خود قرار دهد.

ویرایش پنجم مکانیک مهندسی، مانند ویرایش قبلی با توجه به اصول کلی که در بالا تشریح شد، نوشته شده است. اصولاً، این کتاب اولین درس مهندسی در مکانیک است که معمولاً در سال دوم تحصیل ارائه می‌گردد. کتاب مکانیک مهندسی با سبکی دارای صراحت و دوستانه نوشته شده است. تأکید اصلی بر اصول و روش‌های اساسی است و نه بر کثرت حالت‌های خاص. کوشش فراوانی برای نشان دادن همبستگی بین تعداد نسبتاً اندک ایده‌های بنیادین با تنوع زیاد مسائلی که از این ایده‌های اندک حل خواهند شد، انجام گرفته است.

خصوصیات آموزشی

ساختار پایه این کتاب شامل بخشی است که در آن به موضوع مورد نظر به دقت پرداخته شده است که با یک یا چند مسئله نمونه حل شده و سپس تعدادی مسئله حل نشده همراه می‌گردد.

مسائل، ۱۱۵ مسئله نمونه حل شده در این کتاب وجود دارد. حل مسائل دینامیکی نمونه با جزئیات تشریح شده‌اند. به علاوه هر مسئله نمونه شامل تذکرات (نکات مفید) و نکات کلیدی برای معرفی بهتر می‌باشند.

۱۵۲۶ مسئله حل نشده که از بین آنها تعداد زیادی را می‌توان به عنوان تکلیف خانه برای دانشجویان انتخاب نمود. بیش از ۴۰ درصد مسائل در ویرایش پنجم، جدید هستند. مسائل به دو بخش مسائل مقدماتی و مسائل ویژه تقسیم بندی شده‌اند. در بخش اول، مسائل غیر پیچیده و ساده طراحی شده‌اند تا به دانشجویان در درک و فهم مطالب موضوع جدید اعتماد به نفس بدهند. در صورتیکه بیشتر مسائل بخش دوم به طور متوسط دشوار و طولانی هستند. عموماً مسائل به ترتیب مشکل شدن، مرتب شده‌اند و در بخش پایانی مسائل ویژه، مسائل مشکلی وجود دارند که با علامت * مشخص شده‌اند. مسائل کامپیوتری در بخش ویژه‌ای در انتهای مسائل دوره و در پایان هر فصل قرار دارند. جواب تمام مسائل با شماره فرد و مسائل مشکل داده شده است.

یکی از خصوصیات قابل توجه ویرایش پنجم، همچون ویرایش‌های پیشین، ارائه ارزشمندی از مسائل جذاب و مهم است که در طراحی مهندسی به کار می‌آیند؛ چه به صورت مستقیم ارائه شده باشند و چه به صورت غیر مستقیم. در حقیقت تمام مسائل بر مبنای اصول و روش‌هایی ارائه شده‌اند که واقعاً در طراحی و تحلیل سازه‌های مهندسی و سیستم‌های مکانیکی کاربرد دارند.

سازماندهی

تقسیم بندی منطقی بین دینامیک ذره (بخش I) و دینامیک اجسام صلب (بخش II) برقرار شده است که در هر بخش سینماتیک قبل از سینتیک مطرح شده است. با این تقسیم بندی و با آشنایی جامع از دینامیک ذره، دینامیک اجسام صلب به طور کامل و سریع فرا گرفته می‌شود.

در فصل ۱، مفاهیم اساسی مورد نیاز جهت مطالعه دینامیک ارائه می‌گردد.

فصل ۲، سینماتیک حرکت ذره در دستگاه‌های مختصات مختلف و همچنین موضوعات حرکت نسبی و حرکت مفید تشریح

می‌شود.

فصل ۳، در مورد سینتیک ذره به سه روش اساسی نیرو - جرم - شتاب (بخش A)، کار - انرژی (بخش B) و ضربه - مومنتم (بخش C) تمرکز دارد. مباحث خاص بر خورد، حرکت تحت اثر نیروی مرکزی و حرکت نسبی (بخش D) تحت عنوان کاربردهای خاص گرد آمده‌اند و با نظر استاد و محدودیت وقت کلاس جزء مواد اختیاری درس پیشنهاد می‌شوند. با این ترتیب، توجه بیشتر دانشجو بر روی سه موضوع اساسی سینتیک متمرکز می‌گردد.

فصل ۴، در مورد سیستم‌های ذرات می‌باشد که تمهید یافته اصول حرکت یک ذره بوده و برای پی‌ریزی روابط کلی که پایه مهم دینامیک جدید است، بسیار ضروری می‌باشد. این فصل همچنین شامل عناوین جریان جرم پایا و جرم متغیر است که با توجه به وقت موجود می‌تواند به صورت موضوع اختیاری مطرح گردد.

در فصل ۵، سینماتیک اجسام صلب در حرکت صفحه‌ای، معادلات سرعت و شتاب نسبی مطرح می‌گردد و به روش حل آنها توسط هندسه و جبر برداری تاکید می‌شود. پیشنهاد کاربرد این دو روش در حل، تقویت کردن مفهوم ریاضیات برداری را در بر دارد. در فصل ۶، با عنوان سینتیک اجسام صلب، تاکید زیادی بر معادلات اساسی حاکم بر انواع حرکت صفحه‌ای داریم. وابستگی زیادی بین تشخیص تعداد معلومات و مجهولات و معادلات حرکتی لازم و کافی وجود دارد که حل مسئله را تضمین می‌کند. تاکید خاصی نیز وجود دارد که بین نیروها و گشتاورهای واقعی اعمال شده و برآیند آنها یعنی $\bar{m}\bar{a}$ و $\bar{I}\bar{\alpha}$ تساوی مستقیم برقرار شود. در این جهت، بر سهولت استفاده از اصل گشتاور تاکید می‌گردد و دانشجو تشویق می‌شود که مستقیماً به اثرات دینامیکی برآیند، فکر کند.

فصل ۷، که می‌تواند به عنوان بخش اختیاری مطرح گردد، مقدمه‌ای اساسی را در دینامیک سه بعدی فراهم می‌سازد که برای حل بیشتر مسائل متداول حرکت در فضا کافی است. فصل ۷ برای دانشجویانی که بعدها می‌خواهند کار بر روی دینامیک را به صورت پیشرفته‌تری دنبال نمایند، پایه محکمی را مهیا می‌سازد. حرکت ژيروسکوپی به دو روش برای حرکت با پیشروش پایا مطرح گشته است. اولین روش با استفاده از تشابه منطقی رابطه بین بردارهای نیرو و مومنتم خطی و بردارهای گشتاور و مومنتم زاویه‌ای است. با این روش دانشجو می‌تواند پدیده ژيروسکوپی با پیشروش پایا را درک نموده و قادر به حل اکثر مسائل مهندسی در مورد ژيروسکوپ‌ها بدون ورود به جزئیات مطالعه دینامیک سه بعدی گردد. دومین روش، استفاده از معادلات کلی‌تر مومنتم در دوران سه بعدی است که در آن تمامی مولفه‌های مومنتم منظور می‌شوند.

فصل ۸، اختصاص به موضوع ارتعاشات دارد. این فصل کاملاً برای دانشجویان مهندسی که تنها از طریق درس مکانیک با ارتعاشات آشنا می‌شوند، مفید خواهد بود.

معانها و حاصلضرب‌های اینرسی جرم در پیوست B کتاب آورده شده و در پیوست C مرور مختصر بر موضوعات برگزیده ریاضی شده است و چندین روش عددی مورد نیاز برای استفاده دانشجو در حل مسائل کامپیوتری نیز مطرح شده است. جدول‌های مفید شامل ثابت‌های فیزیکی، مراکز سطح و جرم، معان‌های اینرسی در پیوست D آمده است.

ال. گلن کریک

بلاکسبورگ، ویرجینیا

خلاصه کتاب در یک نگاه

بخش I دینامیک ذرات

فصل ۱	مقدمه‌ای بر دینامیک	۱
فصل ۲	سینماتیک ذرات	۱۹
فصل ۳	سیتیک ذرات	۱۲۳
فصل ۴	سیتیک سیسم ذرات	۲۸۵

بخش II دینامیک اجسام صلب

فصل ۵	سینماتیک اجسام صلب در صفحه	۳۵۱
فصل ۶	سیتیک اجسام صلب در صفحه	۴۴۹
فصل ۷	مقدمه‌ای بر دینامیک سه بعدی اجسام صلب	۵۶۳
فصل ۸	ارتعاش و پاسخ زمانی	۶۴۷

پیوست‌ها

A	ممان اینرسی سطح	۷۱۴
B	ممان اینرسی جرم	۷۱۵
C	مباحث برگزیده از ریاضیات	۷۴۴
D	جداول مفید	۷۶۱

واژه‌نامه	۷۷۰
-----------	-----

فهرست مطالب

بخش ۱

دینامیک ذرات

فصل ۱

مقدمه‌ای بر دینامیک

۱-۱ تاریخچه و کاربردهای نوین	۲
تاریخچه دینامیک	۳
کاربردهای دینامیک	۴
۱-۲ مفاهیم اساسی	۴
۱-۳ قوانین نیوتن	۵
۱-۴ اتحاد	۶
۱-۵ جاذبه	۸
تأثیر ارتفاع	۸
تأثیر چرخش زمین	۹
مقدار استاندارد g	۱۰
وزن ظاهری	۱۰
۱-۶ ابعاد (دیمانسیون)	۱۰
۱-۷ حل مسائل دینامیک	۱۱
تقریب‌ها در مدل‌های ریاضی	۱۱
روش مبادرت به حل	۱۲
یکارگیری اصول پایه	۱۲
حل‌های عددی و نمادی	۱۳
روش‌های حل	۱۳
دوره فصل	۱۴

فصل ۲

سینماتیک ذرات

۲-۱ مقدمه	۲۱
حرکت ذره	۲۱
انتخاب مختصات	۲۲

۲۲	۲-۲ حرکت مستقیم الخط
۲۳	سرعت و شتاب
۲۳	روش ترسیمی
۲۵	تحلیل انرژی
۴۴	۲-۳ حرکت منحنی الخط در صفحه
۴۴	سرعت
۴۵	شتاب
۴۶	تجزیه حرکت
۴۷	۲-۴ مختصات کارتزین $(x-y)$
۴۷	نمایش برداری
۴۸	حرکت پرتابه‌ها
۵۹	۲-۵ مختصات عمودی و مماسی $(n-t)$
۵۹	سرعت و شتاب
۶۱	نمایش هندسی
۶۲	حرکت دایره‌ای
۷۲	۲-۶ مختصات قطبی $(r-\theta)$
۷۲	مشتق زمانی بردارهای یکه
۷۳	سرعت
۷۳	شتاب
۷۴	نمایش هندسی
۷۵	حرکت دایره‌ای
۸۷	۲-۷ حرکت منحنی الخط در فضا
۸۷	مختصات کارتزین $(x-y-z)$
۸۸	مختصات استوانه‌ای $(r-\theta-z)$
۸۸	مختصات کروی $(R-\theta-\phi)$
۹۷	۲-۸ حرکت نسبی (محورها در انتقال)
۹۷	انتخاب دستگاه مختصات
۹۷	نمایش برداری
۹۸	مشاهده دیگر
۱۰۷	۲-۹ حرکت مقید ذرات متصل به هم
۱۰۷	یک درجه آزادی
۱۰۸	دو درجه آزادی
۱۱۵	دوره فصل

سینتیک ذرات

۱۲۵	۳-۱ مقدمه
۱۲۵	بخش A: نیرو، جرم و شتاب
۱۲۵	۳-۲ قانون دوم نیوتن
۱۲۶	سیستم اینرسی
۱۲۷	سیستم‌های آحاد
۱۲۸	آحاد نیرو و جرم
۱۲۹	۳-۳ معادله حرکت و حل مسائل
۱۲۹	دو نوع مسئله در دینامیک
۱۳۰	حرکت مقید و نامقید
۱۳۱	ترسیم آزاد جسم
۱۳۲	۳-۴ حرکت مستقیم الخط
۱۴۸	۳-۵ حرکت منحنی الخط
۱۶۶	بخش B: کار و انرژی
۱۶۶	۳-۶ کار و انرژی جنبشی
۱۶۶	تعریف کار
۱۶۷	واحد کار
۱۶۷	محاسبه کار
۱۶۸	کار و فنرهای خطی
۱۶۹	کار و حرکت منحنی الخط
۱۶۹	اصل کار و انرژی جنبشی (سینتیک)
۱۷۰	مزایای روش کار - انرژی
۱۷۰	توان
۱۷۱	بازده
۱۸۶	۳-۷ انرژی پتانسیل
۱۸۶	انرژی پتانسیل جاذبه‌ای
۱۸۷	انرژی پتانسیل الاستیکی
۱۸۸	رابطه کار - انرژی
۱۸۹	میدان‌های نیروی کنسرواتیو
۲۰۲	بخش C: ضربه و مومنتم (اندازه حرکت)
۲۰۲	۳-۸ مقدمه
۲۰۲	۳-۹ ضربه خطی و مومنتم خطی
۲۰۳	اصل ضربه و مومنتم خطی
۲۰۴	بقای مومنتم خطی
۲۱۸	۳-۱۰ ضربه زاویه‌ای و مومنتم زاویه‌ای (اندازه حرکت زاویه‌ای)

۲۱۹	میزان تغییرات مومنتم زاویه‌ای
۲۲۰	اصل ضربه - مومنتم زاویه‌ای
۲۲۰	کاربردهای حرکت در صفحه
۲۳۰	بخش D: کاربردهای ویژه
۲۳۰	۳-۱۱ مقدمه
۲۳۰	۳-۱۲ برخورد
۲۳۰	برخورد مرکزی مستقیم
۲۳۱	ضرب بازگشت
۲۳۲	اتلاف انرژی در زمان برخورد
۲۳۲	برخورد مرکزی مایل
۲۴۳	۳-۱۳ حرکت تحت اثر نیروی مرکزی
۲۴۳	حرکت یک جسم منفرد
۲۴۴	مقاطع مخروطی
۲۴۶	تحلیل انرژی
۲۴۷	خلاصه‌ای از فرضیات
۲۴۸	مسئله دو جسم آشفته
۲۴۸	مسئله دو جسم محدود
۲۵۹	۳-۱۴ حرکت نسبی
۲۵۹	معادله حرکت نسبی
۲۶۰	اصل دالامبر
۲۶۱	دستگاه‌های غیر چرخشی با سرعت ثابت
۲۷۲	دوره فصل

فصل ۴

سینتیک سیستم ذرات

۲۸۷	۴-۱ مقدمه
۲۸۷	۴-۲ تعمیم قانون دوم نیوتن
۲۸۹	۴-۳ کار - انرژی
۲۸۹	رابطه کار - انرژی
۲۹۰	عبارت انرژی جنبشی
۲۹۱	۴-۴ ضربه - مومنتم (اندازه حرکت)
۲۹۱	مومنتم خطی
۲۹۲	مومنتم زاویه‌ای
۲۹۵	۴-۵ بقای انرژی و مومنتم
۲۹۵	بقای انرژی
۲۹۶	بقای مومنتم

۳۰۹	۴-۶ جریان پایای جرم.....
۳۰۹	نشریح جریان میان محفظه صلب.....
۳۱۰	تحلیل افزایشی.....
۳۱۱	مومنتم زاویه‌ای در سیستم‌های جریان پایا.....
۳۲۷	۴-۷ جریان متغیر.....
۳۲۷	معادله حرکت.....
۳۲۸	نگرش دیگر.....
۳۲۹	کاربرد در پیش رانش راکت.....
۳۴۳	دوره فصل.....

بخش II

دینامیک اجسام صلب

فصل ۵

سینماتیک اجسام صلب در صفحه

۳۵۳	۵-۱ مقدمه.....
۳۵۳	فرض جسم صلب.....
۳۵۴	حرکت صفحه‌ای.....
۳۵۵	۵-۲ دوران.....
۳۵۵	روابط حرکت زاویه‌ای.....
۳۵۶	دوران حول یک محور ثابت.....
۳۶۷	۵-۳ حرکت مطلق.....
۳۸۰	۵-۴ سرعت نسبی.....
۳۸۰	سرعت نسبی ناشی از دوران.....
۳۸۱	تفسیر معادله سرعت نسبی.....
۳۸۲	حل معادله سرعت نسبی.....
۳۹۶	۵-۵ مرکز آنی دوران (بدون سرعت).....
۳۹۶	محل مرکز آنی.....
۳۹۷	حرکت مرکز آنی.....
۴۰۷	۵-۶ شتاب نسبی.....
۴۰۷	شتاب نسبی ناشی از دوران.....
۴۰۸	تفسیر معادله شتاب نسبی.....
۴۰۸	حل معادله شتاب نسبی.....
۴۲۲	۵-۷ حرکت نسبت به محورهای در حال دوران.....

۴۲۲	.....	مشق زمانی بردارهای یکه
۴۲۳	.....	سرعت نسبی
۴۲۴	.....	انتقال یک مشق زمانی
۴۲۵	.....	شتاب نسبی
۴۲۶	.....	شتاب کوریولیس
۴۲۷	.....	مقایسه سیستم‌های دوار و غیر دوار
۴۴۱	.....	دوره فصل

فصل ۶

سینتیک اجسام صلب در صفحه

۴۵۱	.....	۶-۱ مقدمه
۴۵۱	.....	سابق‌های برای مطالعه سینتیک
۴۵۲	.....	تنظیم فصل
۴۵۲	.....	بخش A: نیرو، جرم و شتاب
۴۵۲	.....	۶-۲ معادلات کلی حرکت
۴۵۳	.....	معادلات حرکت صفحه‌ای
۴۵۴	.....	روش دیگر
۴۵۵	.....	شکل دیگری از معادلات گشتاور
۴۵۷	.....	حرکت غیر مقید و مقید
۴۵۷	.....	سیستم اجسام به هم پیوسته
۴۵۸	.....	روش تحلیل
۴۵۹	.....	۶-۳ انتقال
۴۷۲	.....	۶-۴ دوران حول محور ثابت
۴۸۷	.....	۶-۵ حرکت کلی در صفحه
۴۸۷	.....	حل مسائل حرکت صفحه‌ای
۵۰۵	.....	بخش B: کار و انرژی
۵۰۵	.....	۶-۶ روابط کار - انرژی
۵۰۵	.....	کار نیروها و کوپل‌ها
۵۰۶	.....	انرژی جنبشی
۵۰۸	.....	انرژی پتانسیل و معادله کار - انرژی
۵۰۹	.....	توان
۵۲۴	.....	۶-۷ شتاب ناشی از کار - انرژی؛ کار مجازی
۵۲۴	.....	معادله کار - انرژی برای حرکات محدود
۵۲۵	.....	کار مجازی
۵۳۴	.....	بخش C: ضربه و مومنتم
۵۳۴	.....	۶-۸ روابط ضربه - مومنتم

۵۳۴	 مومنتم خطی
۵۳۵	 مومنتم زاویه‌ای
۵۳۷	 اجسام صلب متصل به هم
۵۳۸	 بقای مومنتم
۵۳۹	 برخورد اجسام صلب
۵۵۳	 دوره فصل

فصل ۷

مقدمه‌ای بر دینامیک سه بعدی اجسام صلب

۵۶۵	 ۷-۱ مقدمه
۵۶۵	 بخش A: سینماتیک
۵۶۵	 ۷-۲ انتقال
۵۶۶	 ۷-۳ دوران حول محور ثابت
۵۶۷	 ۷-۴ حرکت در صفحه موازی
۵۶۷	 ۷-۵ دوران حول نقطه ثابت
۵۶۷	 بردارهای دوران و مناسب
۵۶۹	 محور آنی دوران
۵۶۹	 مخروط‌های جسمی و قضایی
۵۷۰	 شتاب زاویه‌ای
۵۸۲	 ۷-۶ حرکت کلی
۵۸۲	 محورهاى مرجع در حال انتقال
۵۸۳	 محورهاى مرجع در حال دوران
۵۹۶	 بخش B: سینتیک
۵۹۶	 ۷-۷ مومنتم زاویه‌ای
۵۹۷	 معانها و حاصلضرب‌های اینرسی
۵۹۸	 محورهاى اصلی
۵۹۹	 اصل انتقال مومنتم زاویه‌ای
۵۹۹	 ۷-۸ انرژی جنبشی
۶۰۹	 ۷-۹ معادلات مومنتم و انرژی حرکت
۶۰۹	 معادلات مومنتم
۶۱۰	 معادلات انرژی
۶۱۱	 ۷-۱۰ حرکت در صفحه موازی
۶۱۸	 ۷-۱۱ حرکت زیروسکوپی: پیشروش پایا
۶۱۸	 روش ساده شده
۶۲۲	 تجزیه و تحلیل کامل تر
۶۲۴	 پیشروش پایا

۶۲۵	 پیشروش پایا با گشتاور صفر
۶۴۰	 دوره فصل

فصل ۸

ارتعاش و پاسخ زمانی

۶۴۹	 ۸-۱ مقدمه
۶۵۰	 ۸-۲ ارتعاش آزاد ذرات
۶۵۰	 معادله حرکت برای ارتعاش آزاد نامیرا
۶۵۱	 حل ارتعاش آزاد نامیرا
۶۵۲	 نمایش ترسیمی حرکت
۶۵۳	 موقعیت تعادل به عنوان مرجع
۶۵۳	 معادلات حرکت برای ارتعاش آزاد میرا
۶۵۴	 حل ارتعاش آزاد میرا
۶۵۴	 طبقه‌بندی حرکت میرا
۶۵۶	 تعیین میرایی توسط آزمایش
۶۶۹	 ۸-۳ ارتعاش اجباری ذرات
۶۶۹	 تحریک هارمونیک
۶۷۰	 تحریک پایه
۶۷۱	 ارتعاش اجباری نامیرا
۶۷۲	 ارتعاش اجباری میرا
۶۷۳	 ضریب بزرگنمایی و زاویه فاز
۶۷۴	 کاربردها
۶۷۵	 شباهت مدار الکتریکی
۶۸۵	 ۸-۴ ارتعاش اجسام صلب
۶۸۵	 ارتعاش دورانی یک میله
۶۸۶	 همثای دورانی ارتعاش انتقالی
۶۹۸	 ۸-۵ روش‌های انرژی
۶۹۸	 تعیین معادله حرکت
۶۹۸	 تعیین فرکانس ارتعاش
۷۰۸	 دوره فصل

پیوست‌ها

۷۱۴	 پیوست A
۷۱۴	 همان اینرسی سطح
۷۱۵	 پیوست B

۷۱۵.....	ممان اینرسی جرم
۷۱۵.....	B-۱ ممان اینرسی جرم حول یک محور
۷۱۶.....	شعاع ژیراسیون
۷۱۷.....	انتقال محورها
۷۱۹.....	اجسام مرکب
۷۲۳.....	B-۲ حاصلضرب‌های اینرسی
۷۳۴.....	محورهای اصلی اینرسی
۷۴۴.....	پیوست C
۷۴۴.....	مباحث برگزیده از ریاضیات
۷۴۴.....	C-۱ مقدمه
۷۴۵.....	C-۲ هندسه مسطحه
۷۴۵.....	C-۳ هندسه فضایی
۷۴۶.....	C-۴ جبر
۷۴۷.....	C-۵ هندسه تحلیلی
۷۴۷.....	C-۶ مثلثات
۷۴۸.....	C-۷ عملیات برداری
۷۵۲.....	C-۸ سری‌ها
۷۵۲.....	C-۹ مشتق‌ها
۷۵۳.....	C-۱۰ انتگرال‌ها
۷۵۶.....	C-۱۱ روش نیوتن برای حل معادلات پیچیده
۷۵۷.....	C-۱۲ روش‌های برگزیده برای انتگرال گیری عددی
۷۶۱.....	پیوست D
۷۶۱.....	جدول D-۱ خواص فیزیکی
۷۶۲.....	جدول D-۲ ثابت‌های منظومه شمسی
۷۶۴.....	جدول D-۳ خواص اشکال مسطح
۷۶۶.....	جدول D-۴ خواص اجسام همگن

۷۷۰..... واژه‌نامه

۷۷۵.....	- ضرایب تبدیل واحدها متداول آمریکایی به واحدها SI
۷۷۷.....	- واحدها SI در مکانیک
۷۷۸.....	- پیشوند واحدها SI
۷۷۸.....	- قواعد برگزیده برای نوشتن کمیت‌های متریک