

مکانیک تحلیلی

جلد اول

مبانی مکانیک نیوتنی

مکانیک دایره‌ای، آنالیز برداری، و سیستم‌های مختصات

سرعت ذره در یک بُعد

نوسان

تألیف:

بهر روز ابراهیمی

الناز غیور

سرشناسه	:	ابراهیمی، بهروز، ۱۳۶۲ -
عنوان و نام پدیدآور	:	مکانیک تحلیلی / تألیف بهروز ابراهیمی، الناز غیور.
مشخصات نشر	:	تبریز: شایسته، ۱۳۹۳ -
مشخصات ظاهری	:	ج: جدول.
شابک	:	ج. ۱: ۴-۳۰-۶۵۷۳-۹۷۸-۶۰۰
وضعیت فهرست نویسی	:	فیپا
مندرجات	:	ج. ۱. مبانی مکانیک نیوتنی، ماتریس‌ها، آنالیز برداری، و سیستم‌های مختصات، حرکت ذره در یک بُعد، نوسان‌ها.
موضوع	:	مکانیک تحلیلی - - راهنمای آموزشی (عالی)
موضوع	:	مکانیک تحلیلی - - مسائل، تمرین‌ها و غیره (عالی)
شناسه افزود	:	غیور، الناز، ۱۳۶۴ -
رده‌بندی کنگره	:	۱۳۹۳ م ۷۲ الف / QA۸۰۷
رده‌بندی دیویی	:	۵۳۱/۰۱۵۱۵
شماره کتاب‌شناسی ملی	:	۳۷۴۷۴۳۸

انتشارات شایسته

تبریز- خیابان امام، روبروی سه راه چای
تلفن تماس: ۳۵۵۶۱۹۶۱-۴۱

مکانیک تحلیلی، جلد اول

تألیف: بهروز ابراهیمی - الناز غیور

چاپ اول: فروردین ۱۳۹۴

قطع: وزیری

تعداد صفحه: ۴۶۰

تیراژ: ۱۰۰۰

لیتوگرافی: واژه، چاپ: شهاب، صحافی: اسلامی

قیمت: ۲۰۰۰۰ تومان

ISBN:978-600-6573-30-4

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۶۵۷۳-۳۰-۴

این اثر مشمول قانون حمایت از مؤلفان و مصنفان و هنرمندان مصوب ۱۳۴۸ است. هر کس تمام یا قسمتی از این اثر را بدون اجازه ناشر، نشر یا پخش کند مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت.

من نمی‌دانم در نظر جهانیان به چه صورتی ممکن است جلوه‌گر شوم، اما به نظر خودم چنین می‌آید که همچون کودک خردسالی هستم که در ساحل دریا به بازی مشغول و گاه و بی‌گاه سنگ‌ریزه‌ای صاف‌تر از سنگ‌های دیگر یا صدفی زیباتر از صدف‌های دیگر به دست می‌آورم، در حالی که اقیانوس عظیم حقیقت در مقابل من گسترده است و سراسر آن آگاهی نیست.

آیزاک نیوتن

فهرست مطالب

پیش گفتار..... ۱۳

فصل اول

مبانی مکانیک نیوتنی

۱-۱ مقدمه.....	۱۵
۲-۱ مکانیک.....	۱۷
۳-۱ سینماتیک، تشریح حرکت.....	۲۱
۴-۱ دینامیک، جرم و نیرو.....	۲۳
۵-۱ اندازه گیری فضا و زمان: یکاها و ابعاد.....	۲۶
۶-۱ سه مقیاس پایه‌ای: طول، جرم و زمان.....	۲۷
۶-۱-۱ واحد طول: متر.....	۲۷
۶-۱-۲ واحد زمان: ثانیه.....	۲۹
۶-۱-۳ واحد جرم: کیلوگرم.....	۳۰
۷-۱ دستگاه‌های یکاهای مختلف.....	۳۱
۷-۱-۱ دستگاه بین المللی.....	۳۱
۷-۱-۲ دستگاه CGS یا گاوسی.....	۳۲
۷-۱-۳ دستگاه FPS یا انگلیسی.....	۳۲
۸-۱ ابعاد.....	۳۲
۹-۱ قوانین حرکت نیوتن و دستگاه‌های لخت.....	۳۴
۹-۱-۱ قانون اول نیوتن.....	۴۰

۴۳	۱-۹-۲ قانون دوم نیوتن.....
۴۵	۱-۹-۳ قانون سوم نیوتن.....
۵۰	۱۰-۱ دستگاه‌های لخت و نالخت.....
۵۵	۱۱-۱ چند مسأله مقدماتی در مکانیک.....
۵۵	۱-۱۱-۱ حرکت در امتداد خط مستقیم.....
۵۶	۱-۱۱-۲ ماشین آتوود.....
۵۹	۱-۱۱-۳ سنج شیب‌دار.....
۶۲	۱-۱۱-۴ قطار.....
۶۴	۱-۱۱-۵ استپ چرخان.....
۶۷	۱۲-۱ حرکت دایره‌ای و گرانج.....
۷۲	۱۳-۱ حرکت موشک.....
۷۲	۱-۱۳-۱ حرکت موشک در فضای آزاد.....
۷۵	۱-۱۳-۲ صعود قائم تحت گرانج.....
۸۳	۱۴-۱ محدودیت‌های مکانیک نیوتنی.....
۸۶	مسائل.....

فصل دوم

آنالیز برداری و سیستم‌های مختصات

۹۳	۱-۲ مقدمه.....
۹۴	۲-۲ مفهوم یک کمیت اسکالر.....
۹۴	۳-۲ تبدیلات مختصات.....
۹۸	۴-۲ خواص ماتریس‌های دوران.....
۱۰۲	۵-۲ عملیات ماتریسی.....
۱۰۴	۱-۵-۲ تعاریف دیگر.....
۱۰۶	۲-۵-۲ مفهوم هندسی تبدیل ماتریس‌ها.....

۶-۲	تعریف اسکالر و بردار بر حسب خواص تبدیل	۱۱۳
۷-۲	جبر برداری	۱۱۴
۱-۷-۲	تساوی برداری	۱۱۴
۲-۷-۲	جمع برداری	۱۱۵
۳-۷-۲	ضرب اسکالر در بردار	۱۱۵
۴-۷-۲	تفریق برداری	۱۱۶
۵-۷-۲	جمع برداری: بررسی تحلیلی	۱۱۶
۶-۷-۲	برداریکته همپایه	۱۲۲
۸-۲	ضرب اسکالر دو بردار	۱۲۲
۹-۲	بردارهای یکته (واحد)	۱۲۷
۱۰-۲	ضرب برداری در بردار	۱۲۹
۱۰-۱-۲	ممان و مرکز ثقل	۱۳۷
۱۱-۲	ضرب سه گانه اسکالر	۱۳۹
۱۲-۲	ضرب سه گانه برداری	۱۴۱
۱۳-۲	مشتق گیری و انتگرال گیری از بردار	۱۴۴
۱-۱۳-۲	مشتق گیری از یک بردار نسبت به یک اسکالر	۱۴۴
۲-۱۳-۲	مؤلفه های مماسی و قائم شتاب	۱۴۷
۳-۱۳-۲	انتگرال گیری از بردارها	۱۴۹
۱۴-۲	دستگاه های مختصات مختلف	۱۵۵
۱-۱۴-۲	مختصات دکارتی	۱۵۶
۲-۱۴-۲	مختصات قطبی صفحه ای	۱۵۷
۳-۱۴-۲	مختصات استوانه ای	۱۵۹
۴-۱۴-۲	مختصات قطبی کروی	۱۶۰
۱۵-۲	سینماتیک در دستگاه های مختصات مختلف	۱۶۱
۱-۱۵-۲	مختصات دکارتی	۱۶۱
۲-۱۵-۲	مختصات قطبی صفحه ای	۱۶۷

۱۷۲.....	۳-۱۵-۲ مختصات استوانه‌ای.....
۱۷۴.....	۴-۱۵-۲ مختصات قطبی کروی.....
۱۷۹.....	۱۶-۲ سرعت زاویه‌ای.....
۱۸۳.....	۱۷-۲ عملگرهای دیفرانسیلی برداری: گرادیان، دیورژانس، و کرل.....
۱۸۳.....	۱-۱۷-۲ عملگر گرادیان.....
۱۸۹.....	۲-۱۷-۲ دیورژانس یک بردار.....
۱۹۵.....	۳-۱۷-۲ کرل یک بردار.....
۱۹۸.....	۴-۱۷-۲ عملگر « Δ » در مختصات استوانه‌ای و کروی.....
۲۰۰.....	مسائل.....

فصل سوم

حرکت ذره در یک بُعد

۲۱۱.....	۱-۳ قضایای اندازه حرکت و انرژی.....
۲۱۳.....	۲-۳ قضایای پایستگی.....
۲۱۷.....	۳-۳ بحث دربارهٔ مسئلهٔ کلی حرکت یک بُعدی.....
۲۱۸.....	۴-۳ حرکت یک ذره.....
۲۱۹.....	۱-۴-۳ نیروی ثابت.....
۲۲۲.....	۲-۴-۳ نیروی وابسته به زمان.....
۲۲۹.....	۳-۴-۳ نیروی وابسته به سرعت.....
۲۳۰.....	۱-۳-۴-۳ حالت خاص.....
۲۳۲.....	۲-۳-۴-۳ حالت عمومی.....
۲۵۰.....	۴-۴-۳ نیروهای وابسته به مکان.....
۲۶۵.....	۵-۳ حرکت تحت تأثیر یک نیروی بازگردانندهٔ خطی.....
۲۶۷.....	۶-۳ تغییر جاذبه با تغییر ارتفاع (تغییرات g در یک میدان گرانشی).....
۲۷۲.....	مسائل.....

فصل چهارم

نوسان‌ها

۲۸۹.....	۱-۴ مقدمه.....
۲۹۲.....	۲-۴ نوسان‌های خطی و غیر خطی.....
۲۹۵.....	۱-۲-۴ نوسان‌های خطی.....
۲۹۶.....	۲-۲-۴ نوسان‌های غیر خطی.....
۲۹۶.....	۳-۴ نیرو، بازگرداننده خطی: حرکت هماهنگ.....
۳۰۰.....	۳-۱ نوسان گر هماهنگ ساده (خطی).....
۳۰۵.....	۲-۳-۲ مقایسه ثابت حرکت و شرایط اولیه.....
۳۰۶.....	۳-۳-۴ حرکت هماهنگ ساده به صورت تصویر یک بردار در حال دوران.....
۳۰۸.....	۴-۳-۴ اثر نیروی خارجی بر نوسان هماهنگ.....
۳۱۲.....	۵-۳-۴ انرژی نوسان گر هماهنگ ساده.....
۳۱۷.....	۴-۴ فضای فازی و نمودارهای فاز.....
۳۲۰.....	۵-۴ نوسان گر هماهنگ دو بُعدی.....
۳۲۳.....	۶-۴ نوسان گر هماهنگ میرا.....
۳۲۶.....	۱-۶-۴ نوسان‌های کندمیرا.....
۳۲۸.....	۲-۶-۴ نکات مربوط به انرژی.....
۳۳۲.....	۳-۶-۴ میرایی بحرانی.....
۳۳۴.....	۴-۶-۴ حرکت تند میرا.....
۳۳۵.....	۵-۶-۴ ضریب کیفیت.....
۳۳۸.....	۶-۶-۴ نمودارهای فاز.....
۳۵۴.....	۷-۴ نوسان گر هماهنگ واداشته.....
۳۶۴.....	۱-۷-۴ تشدید دامنه.....
۳۶۸.....	۲-۷-۴ تشدید انرژی.....
۳۷۲.....	۳-۷-۴ آهنگ اتلاف انرژی.....

۳۷۷.....	۸-۴ سیستم‌های نوسانی.....
۳۷۸.....	۹-۴ نوسان‌های هماهنگ در مدارهای الکتریکی.....
۳۸۳.....	۱-۹-۴ ملاحظات انرژی.....
۳۸۵.....	۱۰-۴ اصل برهم‌نهی - سری فوریه.....
۳۹۷.....	۱۱-۴ پاسخ نوسان‌گرهای خطی به توابع نیروی ضربه‌ای؛ تابع گرین.....
۳۹۷.....	۱-۱۱-۴ نیروی ضربه‌ای.....
۴۰۱.....	۱۱-۴ پاسخ به یک تابع پله‌ای.....
۴۰۲.....	۱-۱۱-۴ پاسخ به یک تابع ضربه‌ای.....
۴۰۴.....	۴-۱۱-۴ نیروی پیوسته، دلخواه و تابع گرین.....
۴۱۰.....	۱۲-۴ نوسان‌های غیر خطی.....
۴۱۳.....	۱-۱۲-۴ سیستم غیر حسی متناوب.....
۴۱۶.....	۲-۱۲-۴ سیستم غیر خطی نامتوازن، شش تقریب‌های متوالی.....
۴۲۰.....	۱۳-۴ بحث کیفی حرکت و نمودارهای فاز.....
۴۲۰.....	۱-۱۳-۴ نمودار انرژی.....
۴۲۳.....	۲-۱۳-۴ نمودارهای فازی.....
۴۲۹.....	۱۴-۴ آونگ مسطح.....
۴۳۶.....	۱۵-۴ پرش‌ها، پسماندها، و تأخیرهای فاز.....
۴۴۰.....	مسائل.....
۴۵۵.....	منابع.....

پیش‌گفتار

کتاب حاضر تحت عنوان «مکانیک تحلیلی، جلد اول» برای دانشجویان کارشناسی فیزیک، ریاضی، و علوم فیزیکی نگاشته شده است، و سعی بر آن بوده است که سرفصل‌های مطرح شده در آن در حد توان به صورت کامل مورد بررسی قرار گیرند و نیز به عنوان مرجع مورد استفاده واقع شوند. لازم به ذکر است که برای مطالعه این کتاب گذراندن دوره‌های فیزیک پایه، ریاضیات پایه، و حساب دیفرانسیل و انتگرال الزامی می‌باشد و همچنین درس معادلات دیفرانسیل نیز باید حداقل به صورت هم‌زمان با درس حاضر گذرانده شود. با این حال، سعی بر آن بوده است که در دو اصل اول کتاب برخی از مقدمات لازم در خصوص فیزیک و ریاضیات پایه ارائه گردد. در این کتاب علاوه بر بررسی‌های جامع شامل مثال‌های متعددی نیز می‌باشد که مطالعه و تفکر در آنها هم به دهم و چه بهتر متن کمک می‌کند و هم برای حل مسائل پایان فصل مفید و راهنما می‌باشد. در پایان هر فصل مجموعه‌ای از مسائل مربوطه نیز آورده شده‌اند که حل برخی از آنها تسلط و چیره‌دستی دانشجویان را افزایش داده و برخی دیگر نیز در درک و فهم هر چه عمیق‌تر مطالب مفید واقع می‌شود. در آن جایی که هدف اصلی در نگارش این کتاب پوششی کامل و جامع از مباحث مربوطه مد نظر بوده است، تدریس کامل این کتاب بسیار سخت می‌نماید، با این حال مدرس می‌تواند با توجه به هدفی که دنبال می‌کند مطالعه بخش‌هایی از کتاب را به عهده دانشجویان واگذارد.

در پایان از خوانندگان محترم خواهشمندیم به نظرات و پیشنهادات خود را از طریق آدرس relativity_tbfe@yahoo.com با ما در میان بگذارند.

بهروز ابراهیمی

الناز غیور

زمستان ۱۳۹۳