فهرست مطالب

بخش اول: آشنایی با علم فیزیک و اندازه‌گیری

فصل اول: آشنایی با علم فیزیک ۳

مقدمه ۳

فیزیک و بخشهای وابسته ۴

خلاصه ۵

فصل دوم: سیستمهای اندازه‌گیری ۷

مقدمه ۷

واحدها (یکاها) ۷

طول، جرم و زمان استاندارد ۸

طول ۹

جرم ۱۱

زمان ۱۱

یکاهای دیگر اندازه‌گیری ۱۲

چگالی و جرم اتمی ۱۴

آنالیز دیمانسیون (ابعاد) ۱۷

تبدیل یکاها ۱۸

نماد علمی ۲۱

ارقام معنی‌دار ۲۳

مرتبه بزرگی ۲۸

تخمین مرتبه بزرگی ۲۹

خلاصه ۲۹

فصل سوم: بردارها ۳۱

مقدمه ۳۱

محورهای مختصات و ... ۳۲

مختصات دکارتی ۳۲

بردار و کمیتهای عددی ۳۵

برخی از خصوصیات بردارها ۳۶
جمع بردارها ۳۷
بردار منفی ۳۹
تفریق بردارها ۴۰
ضرب بردارها در یک کمیت ... ۴۰
مؤلفه‌های یک بردار و... ۴۱
بردارهای یکه ۴۳
خلاصه ۴۸

بخش دوم: مکانیک

فصل چهارم: حرکت در یک بعد ۵۱
مقدمه ۵۱
ذره ۵۲
جابه‌جایی، سرعت و تندی ۵۳
سرعت و تندی لحظه‌ای ۵۸
شتاب ۶۱
حرکت یک بعدی با شتاب ثابت ۶۴
سقوط آزاد اجسام ۶۸
خلاصه ۷۶

فصل پنجم: حرکت در دو بعد ۷۹
مقدمه ۷۹
بردارهای جابه‌جایی، سرعت و شتاب ۸۰
حرکت دوبعدی با شتاب ثابت ۸۳
خلاصه ۸۷

فصل ششم: حرکت پرتابی ۸۹
مقدمه ۸۹
حرکت پرتابی ۸۹
برد افقی و عمودی پرتابه ۹۲
خلاصه ۱۰۱

فصل هفتم: حرکت دورانی ۱۰۳
مقدمه ۱۰۳
حرکت دورانی یکنواخت ۱۰۳
سرعت زاویه‌ای و شتاب زاویه‌ای ۱۰۶
شتاب مماسی و شتاب شعاعی ۱۱۰
سرعت نسبی ۱۱۴
خلاصه ۱۱۷

بخش سوم: کینتیک حرکت

فصل هشتم: قوانین حرکت ۱۲۳
مقدمه ۱۲۳
مفهوم نیرو ۱۲۴
قانون اول نیوتون و چهارچوبهای ... ۱۲۸
اسحاق نیوتون (۱۶۴۲ ـ ۱۷۲۷) ۱۲۹

چهارچوب ساختاری اینرسی ۱۳۱
اینرسی ۱۳۲
قانون دوم نیوتون ۱۳۳
واحدهای نیرو و جرم ۱۳۴
وزن ۱۳۶
قانون جاذبه نیوتون ۱۳۷
وزن و نیروی گرانشی ۱۳۹
میدان گرانشی ۱۴۰
قانون سوم نیوتون ۱۴۲
برخی از کاربردهای قوانین ... ۱۴۴
روش حل مسائل با ... ۱۴۷
نیروهای اصطکاک ۱۵۱
حرکت در حضور نیروی مقاوم ۱۵۷
نسبت نیروی مقاوم به سرعت جسم ۱۵۸
خلاصه ۱۶۰

فصل نهم: مرکز جرم ۱۶۲
مقدمه ۱۶۲
مرکز جرم ۱۶۳
مطلبی بیشتر در مورد مرکز ثقل ۱۶۳
حرکت سیستمی از ذرات ۱۷۱
خلاصه ۱۷۵

فصل دهم: تکانه خطی و برخورد ۱۷۷
مقدمه ۱۷۷
تکانه خطی و پایستگی آن ۱۷۸
پایستگی تکانه برای سیستم ... ۱۷۹
ضربه و تکانه خطی ۱۸۲
برخوردها ۱۸۶
برخوردهای کشسانی و غیرکشسانی ... ۱۹۰
برخوردهای دوبعدی ۱۹۱
دستورالعمل حل مسائل برخوردها ۱۹۲
خلاصه ۱۹۴

فصل یازدهم: حرکت دورانی و... ۱۹۶
مقدمه ۱۹۶
قانون دوم نیوتون در مورد ... ۱۹۶
حرکت دورانی غیریکنواخت ۲۰۲
خلاصه ۲۰۵

بخش چهارم: کار، انرژی، توان، گشتاور، تکانه زاویه‌ای، مکانیک سیالات

فصل دوازدهم: کار، انرژی، توان ۲۰۹
مقدمه ۲۰۹
کار انجام شده توسط نیروی ثابت ۲۱۰
کار انجام شده توسط نیروی متغیر ۲۱۲
تفسیر مفهومی حرکت پرش‌کننده ... ۲۱۶
توان ۲۱۶
انرژی جنبشی و قضیه کار ـ انرژی ۲۱۹
انرژی پتانسیل گرانشی ۲۲۴

نیروهای پایستار و ناپایستار ۲۲۷
نیروهای پایستار ۲۲۷
نیروهای پایستار و انرژی پتانسیل ۲۲۹
نیروهای ناپایستار ۲۳۲
خواص نیروهای ناپایستار ۲۳۲
ذخیره انرژی مکانیکی ۲۳۳
پایستگی انرژی ۲۳۵
تغییرات انرژی مکانیکی در حضور ... ۲۳۹
روش حل مسائل پایستگی انرژی ۲۴۰
پایستگی انرژی کل ۲۴۴
هم‌ارزی جرم ـ انرژی ۲۴۵
خلاصه ۲۴۶

فصل سیزدهم: تعادل استاتیکی و کشسانی ۲۴۹
مقدمه ۲۴۹
شرایط تعادل یک جسم صلب ۲۵۰
مثالهایی از اجسام صلب در... ۲۵۵
خواص کشسانی جامدات ۲۵۹
مدول یانگ: کشسانی در طول ۲۶۰
مدول مشارکت: کشسان شکل ۲۶۱
مدول انباشتگی: کشسان حجمی ۲۶۲
خلاصه ۲۶۴

فصل چهاردهم: حرکت دورانی ... ۲۶۶
مقدمه ۲۶۶
چرخش جسم صلب حول محور ... ۲۶۶
حاصل‌ضرب برداری و گشتاور ۲۶۸
گشتاور و ممان اینرسی ۲۷۲
کار، توان و انرژی جنبشی چرخشی ۲۷۷
محاسبه گشتاور اینرسی ۲۷۹
قضیه محور موازی ۲۷۹
قضیه محور عمودی ۲۸۱
اصل پایستگی تکانه زاویه‌ای ۲۸۳
خلاصه ۲۹۱

فصل پانزدهم: مکانیک سیالات ۲۹۴
مقدمه ۲۹۴
فشار ۲۹۵
رابطه فشار با عمق ۲۹۸
اندازه‌گیری فشار ۳۰۱
نیروهای شناور و قانون ارشمیدس ۳۰۳
دینامیک سیالات ۳۰۷
ویژگیهای سیال ۳۰۸
معادله برنولی ۳۱۰
کاربردهای دیگر معادله برنولی ۳۱۲

انرژی باد ۳۱۵
چسبندگی ۳۱۶
خلاصه ۳۱۹
ضمایم ۳۲۱
منابع ۳۲۹

بخش اول

آشنایی با علم فیزیک و اندازه‌گیری

فصل اول

آشنایی با علم فیزیک

مقدمه

فیزیک، مانند بسیاری از شاخه‌های علم، بر پایهٔ مشاهدات تجربی و اندازه‌گیریهای کمّی استوار است. هدف اصلی فیزیک کاربرد قوانین اساسی حاکم بر پدیده‌های طبیعی است، که به منظور تدوین نظریه‌ها برای نتیجه‌گیریهای تجربی و آزمایشهای آتی از آنها سود می‌جویند. قوانین اساسی به کار رفته در تدوین و گسترش نظریه‌های مطرح شده عمدتاً به کمک روابط ریاضی ارائه می‌شود و به همین دلیل ریاضیات را پل ارتباطی بین نظریه و عمل می‌دانند. هنگامی که بین نظریه و عمل (تجربه و آزمایش) تفاوتی برقرار شود، نظریه‌های جدید و آزمایشها باید در قالب و الگویی مناسب، آن تفاوت را حذف کنند، اگرچه در اوقات بسیاری یک نظریه تحت شرایط خاص و محدودی نقش بازی می‌کند. به همین دلیل هرچه نظریه‌ها کلی‌تر و به بیان دیگر جامع‌تر باشند، محدودیتهای مورد نظر کمتر مشاهده می‌شوند. قوانین حرکت نیوتون که در قالبی دقیق حرکت جسم در سرعتهای عادی (کمتر از سرعت نور) را بررسی می‌کنند، یکی از نمونه‌های کلاسیک توصیف اصل یادشده به شمار می‌آیند.

یعنی در حوزه‌های محدود به قوانین نیوتون امکان کاربرد آنها برای حرکت اجسامی که سرعتی نزدیک به سرعت حرکت نور دارند، میسر نیست؛ اما از نظریهٔ نسبیت که انیشتین به آن پرداخت برای بیان حرکت اجسام با سرعت کم و اجسامی که با سرعت نزدیک به سرعت نور حرکت می‌کنند، در حکم نظریهٔ جامع‌تر و کامل‌تر برای نظریهٔ حرکت می‌توان یاد کرد.

فیزیک و بخشهای وابسته

همان‌طور که گفته شد، فیزیک یکی از پایه‌ای‌ترین بخشهای مربوط به علوم جسمانی و دربرگیرندهٔ اصول پایه‌ای حاکم بر جهان است و همچنین پایه و مبنایی برای بسیاری از شاخه‌های علم از جمله کیهان‌شناسی[1]، شیمی[2] و زمین‌شناسی[3] محسوب می‌شود. زیبایی فیزیک در سادگی نظریه‌های پایه‌ای، معادلات و فرضیه‌های آن است که موجب تغییر و توسعه دیدگاه انسانها نسبت به جهان اطراف می‌شود. به طور کلی پدیده‌های مادی موجود در دنیای اطرافمان را می‌توان در یکی از پنج حوزه مرتبط با فیزیک کلاسیک (مکانیک[4]، ترمودینامیک[5]، الکترومغناطیس[6]) و فیزیک مدرن (نسبیت[7] و مکانیک کوانتومی[8]) قرار داد. با توجه به موضوع اصلی کتاب که فیزیک برای دانشجویان رشته تربیت بدنی است، محور اصلی مباحث ارائه شده در این کتاب بحث مکانیک است.

فیزیک کلاسیک، تا قبل از سال ۱۹۰۰م بسیاری از مباحث فیزیک از جمله نظریه‌ها، مفاهیم، قوانین و آزمایشهای مکانیک (حرکت اجسامی که با سرعتهای کمتر از سرعت نور حرکت می‌کنند)، ترمودینامیک (مباحث مربوط به گرما، کار، حرارت و رفتارهای آماری تعداد زیادی از ذرات و یا اجسام) و الکترومغناطیس (نظریه‌های مربوط به الکتریسیته و مغناطیس) را شامل می‌شد. گالیلئو گالیله[9] (۱۵۶۴ـ۱۶۴۲) نقش بسزایی در تدوین و توسعه

1. astronomy
2. chemistry
3. geology
4. mechanics
5. thermodynamic
6. electromagnetism
7. relatively
8. Quantum Mechanics
9. Galileo Galilei

مباحث مکانیک داشته و عمده کوششهای او دربارهٔ حرکت اجسامی است که شتاب ثابت دارند. هم زمان با او ژوهان کپلر[1] (۱۵۷۱ـ۱۶۳۰) به تحلیل اطلاعات ستاره‌شناسی (نجوم) برای گسترش قوانین حرکت کهکشانی اجرام آسمانی پرداخت. اسحاق نیوتون[2] (۱۶۴۲ـ۱۷۲۷) نیز یکی از اولین نفراتی است که ریاضیات را در مباحث فیزیکی به کار برد و از شاخص‌ترین افراد مطرح در توسعه و بهبود علم مکانیک است.

اگرچه عمده‌ترین مقطع زمانی توسعه و رشد فیزیک کلاسیک مربوط به قرن هیجدهم است، لیکن تا اواخر قرن نوزدهم در حوزه مباحث ترمودینامیک، الکتریسیته و مغناطیس توسعه‌ای مشاهده نشده است که دلیل اصلی آن را عدم وجود وسائل آزمایشگاهی مربوط می‌دانند. نظریه‌های نسبیت و مکانیک کوانتومی زیرمجموعهٔ فیزیک مدرن هستند که در اواخر قرن نوزدهم با این استدلال که فیزیک کلاسیک قادر به توجیه بسیاری از پدیده‌های فیزیکی نیست، مطرح شده است. نظریه نسبیت انیشتین[3] با فرض اینکه سرعت نور محدودیتی بالاتر از سرعت یک جسم یا سیگنال دارد و نشان‌دهنده رابطه بین جرم و انرژی است، تحول عظیمی در مفاهیم سنتی مربوط به فضا، زمان و انرژی به وجود آورد؛ همچنین به تصحیح و توصیف قوانین حرکتی نیوتون، در حرکت اجسام در سرعتهای کمتر و یا نزدیک به سرعت حرکت نور پرداخته است. درحالی‌که مکانیک کوانتومی، توسط گروهی از اندیشمندان علم فیزیک نظریه‌های مربوط به ذرات بسیار ریز، میکروسکوپی[4] یا بزرگ مقیاس[5] موجود در دنیای اطرافمان را به منظور توصیف پدیده‌های فیزیک اتمی، مورد بررسی قرار می‌دهد.

خلاصه

فیزیک، براساس مشاهدات تجربی و اندازه‌گیریهای کمّی شکل گرفته و براساس تعداد محدودی از قوانین پایه‌ای حاکم بر پدیده‌های طبیعی، برای نتیجه‌گیریهای تجربی و آزمایشهای آتی مورد استفاده قرار می‌گیرد. قوانین پایه‌های مورد استفاده در توسعه و بهبود نظریه‌های مطرح شده عمدتاً با زبان ریاضی ارائه می‌شوند.

1. Johannes Kepler
2. Issac Newton
3. Einstein
4. submicroscopic
5. macroscopic

بررسی پدیده‌های طبیعی موجود در دنیای اطراف در یکی از این پنج حوزهٔ فیزیک (مکانیک کلاسیک، ترمودینامیک، الکترومغناطیس، نسبیت و مکانیک کوانتومی) قرار می‌گیرند. فیزیک کلاسیک شامل نظریه‌ها، مفاهیم، قوانین و آزمایش‌های مرتبط با حوزه‌های مکانیک، ترمودینامیک و الکترومغناطیس تا پیش از سال ۱۹۰۰م. است، درحالی‌که فیزیک جدید با این استدلال که بسیاری از پدیده‌های فیزیکی توسط فیزیک کلاسیک قابل توصیف نیستند در اواخر قرن نوزدهم مطرح شده است.