

فیزیک پایه ۲

ترمودینامیک و گرما

کنت جانسون
جان کاتل

ایرج جلال پور
محدثه محسنی

ویراستار
هوشنگ سپهری



نویسندگان

www.ketab.ir



پیشگفتار

ما غالباً از مدرسان و دانشجویان، هردو، می‌شنویم که امروزه کتاب‌های درسی فیزیک بسیار طولانی، به هم ریخته و گران هستند. ما این دوره فیزیک پایه را تألیف کردیم تا جایگزینی بر متون استاندارد ارائه داده باشیم. کوشیدیم تا موضوعات اصلی فیزیک مقدماتی را به ساده‌ترین شیوه ممکن عرضه کنیم. انتظار داریم که این راهبرد به دانشجویان کمک کند تا ببینند که فیزیک روشی بر پایه یک رشته از اصول یکپارچه است و نه فقط مجموعه گسترده‌ای از معادلات غیرمرتبط حفظ کردنی. دوره فیزیک پایه به ریشه‌ای از متون معروف ما به عنوان فیزیک است.

اهداف

هدف اولیه ما کمک به دانشجویان در جهت گسترش یک درک ذهنی از اصول فیزیکی از این کتاب، یعنی فیزیک است. این یک روش تدریس است زیرا که فیزیک غالباً به عنوان مجموعه‌ای از معادلاتی تلقی می‌شود که برای حل کور و راه‌های مسائل کاربرد دارد. اما یک روش خوب حل مسائل، با حل معادلات آغاز نمی‌شود، بلکه آغاز آن با یک درک قوی از مفاهیم و چگونگی هماهنگ کردن آنها جهت تدارک یک توصیف منسجم از دنیای فیزیکی است. توانایی استدلال با یک راهکار سازمان‌یافته برای حل مسائل اساسی است، و کمک به دانشجویان در بهبود توانایی برای استدلال آنها نیز یکی از اهداف اصلی ماست. برای این منظور ما مراتب استدلال صریح را در تمام مثال‌ها گنجانده‌ایم. یک توانایی استدلال قوی، آمیخته با درک مفهومی جدی، یادگاری است که ما مایلیم برای دانشجویان به جا بگذاریم. سرانجام اینکه می‌خواهیم به دانشجویان نشان دهیم که اصول فیزیک در زندگی آنها بیش از پیش نقش خواهد داشت. همواره آموختن یک چیز جدید آسان‌تر خواهد بود اگر بدانیم که مستقیماً با زندگی روزمره مرتبط باشد. کاربردهای مستقیم اصول فیزیکی در حاشیه‌های کتاب با عنوان فیزیک... مشخص شده است. بسیاری از این کاربردها ماهیتاً زیست-پزشکی‌اند که با فیزیولوژی انسانی مرتبط‌اند. سایر موارد نظیر CDها و DVDها و تصاویر دیجیتال به فناوری نوین سروکار دارند. همچنین در برخی موارد مطالبی را مورد بررسی قرار می‌دهیم که در زندگی مان به آن برخورد می‌کنیم، مانند لوله‌کشی‌های خانگی. ما وضعیت‌های دنیای واقعی را نیز با بسیاری از مثال‌های حل شده مطالب و تکلیف‌های خانگی ارائه شده در آخر هر فصل درهم آمیختیم.

ویژگی‌های دوره فیزیک پایه

مراتب استدلالی صریح چون در قسمت‌های تشریح مثال‌ها، استدلال، شالوده حل مسائل است، ما بر این باوریم که دانشجویان از مشاهده اینکه استدلال‌ها صریح بیان شده باشند

منتفع خواهند شد. بنابراین ترتیب اتخاذ شده در حل مثال‌ها شامل یک قسمت استدلالی صریح است. در این قسمت علت اقدام خود را در حل مسئله قبل از انجام هرگونه اعمال جبری و عددی توضیح می‌دهیم.

مثال‌های مفهومی یک روش خوب برای حل مسئله با یک پایهٔ درک مفهومی آغاز می‌شود. بنابراین هر فصل شامل فصل‌هایی است که در ماهیت، کاملاً مفهومی است. این مثال‌ها به‌شیوه‌ای بسیار دقیق اما کیفی بدون استفاده از معادلات (یا برخی از آنها) بررسی شده‌اند. ما هنر را به بسیاری از آنها به‌خاطر کمک به دانشجویان در تجسم مفاهیم افزوده‌ایم. قصد ما این است که به دانشجو مدل‌های روشنی از چگونگی اعمال یک "تفکر عمقی" در مسائل قبل از اقدام به حل عددی آنها ارائه دهیم. مثال‌های مفهومی به دانهٔ گسترده‌ای از مطالب و شمار فراوانی از موضوعات می‌پردازند که غالباً دانشجو را گیج می‌کند. هر جا که امکان داشت ما روی ماهیت‌های دنیای واقعی تمرکز کرده‌ایم و مثال‌ها را چنان تدوین کرده‌ایم که به‌طور طبیعی به مطالب تکلیفی موجود در آخر هر فصل منجر می‌شود. مطالب تکلیفی مرتبط، به‌وضوح انتخاب می‌شود و این مطالب شامل ارجاعی‌اند که دانشجو را به‌مرور مثال مفهومی مورد بحث تسخیر می‌کند.

خلاصه مفهومی به خلاصه‌های پایان فصل طوری نوشته شده‌اند که خوانشی خلاصه اما مبسوط از موضوع‌ها را فراهم می‌کند. به‌بخش که شامل معادلات مهم باشد، ارائه دهند. برای کمک به دانشجو در مرور و تسخیر، بحث هر بخش با دو فهرست از دو طرف محصور شده است. در یک طرف یک فهرست از موضوعات، امکان انتخاب یک ارجاع سریع برای جایابی و یک موضوع داده شده را فراهم می‌کند. در طرف دیگر، فهرستی از مثال‌های کتاب و کمک‌های یادگیری یارانه‌ای موجود (online) در پرتال وب می‌تواند به یادگیری تعاملی، و حل‌های تعاملی) به دانشجو کمک‌های یادگیری مرتبط را نشان دهد. این خلاصه همچنین آزمون‌های خودسنجی رایانه‌ای موجود را مشخص می‌کند که به دانشجو می‌شود تا دانشجو بتواند درک خود را از موضوعات آن فصل ارزیابی کند.

مسائل تکلیفی دورهٔ فیزیک پایه بخش گسترده‌ای از مطالب کتابی را ارائه می‌دهد. در طرح مسائل، تنوع وسیعی از وضعیت جهان واقعی را با داده‌های واضح بیانیه به‌کار گرفته‌ایم. این مسائل به‌ترتیب دشواری با علامت‌گذاری دو ستاره (**) برای مشکل‌ترین و تک‌ستاره (*) برای مسائل متوسط درجه‌بندی شده‌اند. ساده‌ترین مسائل بدون علامت‌اند. مسائلی که حل آنها در راهنمای حل مسائل دانشجویی وجود دارد با حروف (ssm) علامت‌گذاری شده‌اند. آنهایی که حلشان در سایت (www.wiley.com/college/cuntnell) موجودند با علامت **www** نشان شده‌اند. مسائل و سؤالاتی که ماهیت زیست-پزشکی دارند با یک نماد تصویری (مار دوسر) مخصوص پزشکی مشخص شده‌اند.

سایت دانشجویی برای دوره فیزیک پایه

www.wiley.com/college/cutnell

آزمون‌های خودسنجی آزمون‌های خودسنجی، آزمون‌های رایانه‌ای موجود هستند که مستقیماً با بخش‌های ویژه کتاب مرتبط‌اند. تقریباً دو آزمون خودسنجی به‌ازای هر فصل وجود دارد که هر کدام شامل ۸ تا ۱۰ پرسش و مسئله است. این آزمون‌ها طوری طراحی شده‌اند که دانشجو پس از مطالعه بخش‌های مطروحه بتواند بلافاصله درک خود را از موضوع ارزیابی کند. هریک از آنها شامل پرسش‌های مفهومی تفکربرانگیز و نیز مسائل محاسباتی است. آزمون‌های خودسنجی ماهیت کاربردی دلخواه دارند زیرا می‌توانند هر دفعه که دانشجو بخواهد در اختیارش قرار گیرند و بازخوردهای گسترده‌ای به‌شکل اشارات و پیشنهادهای مفید هنگام برخورد با پاسخ‌های نادرست ارائه دهند.

شبیه‌سازی‌های مفهومی غالباً شبیه‌سازی‌های فیزیکی-نظیر سرعت‌های نسبی، برخوردها و ردیابی پرتوها-را هنگامی که شبیه‌سازی می‌شوند بهتر می‌توان درک کرد. با هر شبیه‌سازی، دانشجو می‌تواند آزمایش کند، زیرا یک یا بیشتر تحت کنترل کاربر قرار دارد. بسیاری از شبیه‌سازی‌ها منابعی برای مطالب تکلیفی فراهم می‌کنند که به‌نوبه خود به آن شبیه‌سازی ارجاع دارد.

حل‌های تعاملی غالباً دانشجو برای شروع به حل مسائل کیفی-مشکل‌تر با دشواری روبه‌رو می‌شود. ترکیب حل‌های تعاملی شامل ۱۱۱ مسئله رایانه‌ای مرحله‌ای است. هر حل تعاملی با یک روش برهم‌کنشی توسط دانشجو انجام می‌شود و این حل برای استفاده به‌عنوان یک مدل برای مسئله تکلیفی مرتبط طراحی می‌شود. آن مسائل تکلیفی که با حل‌های تعاملی مرتبط هستند، در این کتاب مشخص شده‌اند.

ابزار یادگیری تعاملی این ترکیب شامل مثال‌های محاسباتی تعاملی است. هر مثال با ترکیبی طراحی می‌شود که شامل پنج مرحله است. ما معتقدیم که این مراحل برای گسترش مهارت در حل مسئله، اساسی است و دانشجو از مشاهده اینکه آنها در هر مسئله‌ای به‌وضوح ساخته می‌شوند منتفع خواهد شد.

۱. مرحله تجسم نقاشی‌های متحرک و ترسیم‌ها را برای کمک به دانشجو جهت درک ماهیت عمومی موقعیت مورد تحلیل به‌کار می‌برد.
۲. مرحله تشریح مثال شالوده مفهومی برای حل را با کمک پرسش‌ها و پاسخ‌های چندگزینه‌ای پایه‌گذاری می‌کند.
۳. گام شناخته‌ها و ناشناخته‌ها به فرایند مهم شناسایی تمام متغیرها و نمادهای نشان‌دهنده آنها می‌پردازد. این آگاهی صریحاً به دانشجویان داده نمی‌شود بلکه، به بیان دقیق‌تر، در شکلی از جدول‌هایی گسترش پیدا می‌کند که با پیشرفت مثال تحول می‌یابند.

۴. در گام مدل‌سازی، دانشجو با استفاده از نتایج گام‌های پیش، مسئله را با معادلاتی که در متن ایجاد شده‌اند مدل‌سازی می‌کند.
۵. در پایان، در گام حل مثال، جواب مسئله به دست می‌آید.

کوتاه اینکه، ویژگی عمده این مثال‌های ابزار یادگیری تعاملی یک وضوح یاری‌دهنده به کاربر است که به دانشجو امکان می‌دهد تا دریابد که چگونه درک مفهومی و تحلیل کمی باهم برای حل یک مسئله کار می‌کنند. موضوع تکلیف مرتبط، شناخته شده و شامل یک ارجاع به ابزار یادگیری است.

...

با وجود کوشش‌های بسیار ما برای ارائه یک کتاب بی‌اشتباه، بی‌شک اشتباه‌هایی وجود دارند. مسئولیت آنها منحصراً به عهده ماست و از اینکه موارد مشاهده شده را یادآوری می‌کنید سپاسگزاریم. امیدواریم که این کتاب فراگیری و آموزش فیزیک را آسان‌تر و لذت‌بخش‌تر کند و به شما به راه شنیدن تجربیات شما با آن هستیم. لطفاً بی‌پرده توسط ویراستار فیزیک، بخش آموزش فیزیکی، John Wiley & Sons, Inc, 111 River Street, Hoboken NJ 07030-5774 به ما بنویسید یا در سایت www.wiley.com/college/cutnell با ما تماس بگیرید.

پیوست‌ها

مجموعه گسترده‌ای از پیوست‌ها برای همراهی با دوره فیزیک پایه در دسترس است تا به استاد و همچنین دانشجو یاری دهد.

پیوست‌های مدرس

کمک به آموزش استاد

منبع راهنمای مدرس توسط David T. Marx, Southern Illinois University of Carbondale. این کتاب راهنما دارای یک فهرست نویسی گسترده از منابع آموزشی فیزیک شبکه جهانی است. همچنین شامل مفاهیم آموزشی، پیش‌نویس‌های سخنرانی علمی، پیشنهادهایی جهت ارائه تصویری، دروسنامه‌های متفاوت برای دوره‌های با طول مطالب و اهمیت مختلف، و نیز پیش‌نویس‌های واگردانی است که به مدرسين امکان می‌دهد تا پیش‌نویس‌های کلاسی خودشان از کتاب‌های دیگر را به کار ببرند.

کتاب دستی راهنمای حل مسائل برای مدرس توسط Kenneth W. Johnson. این کتاب راهنما حل تمام مسائل آخر فصل‌ها را ارائه می‌دهد. جلد ۱ شامل حل مسائل فصل‌های ۱۷-۱ و جلد ۲ شامل حل مسائل ۳۲-۱۸ است.

بانک آزمون توسط David T. Marx, Southern Illinois University at Carbondale. این کتاب شامل بیش از ۲۲۰۰ پرسش چندگزینه‌ای است. این پرسش‌ها در بانک سؤال‌های آزمونی رایانه‌ای (بند زیر را ببینید) نیز در دسترس‌اند.

منبع CD-ROM مدرس این CD شامل موارد زیر است

- تمام کتاب راهنمای حل مسائل مدرس در © Microsoft Word (Windows and Macintosh) و پوشه‌های PDF.
- یک بانک آزمون رایانه‌ای، برای استفاده با Windows و یا Macintosh PC با شکل ویراستاری شده کامل برای کمک به شما به منظور سفارشی کردن آزمون‌ها.
- شکل‌بندی چندگزینه‌ای برای ۱۲۰۰ مسئله آخر فصل‌های کتاب. این به مدرسین امکان می‌دهد تا تکلیف خانگی را در یک شکل‌بندی قابل نمره‌گذاری ماشینی تعیین کنند.
- تمام توضیحات آزمون، منابع برای نمایش تصویری در کلاس، چاپ و ارسال در شبکه جهانی.

CD-ROM شبیه‌سازی‌های فیزیکی Wiley شامل ۵۰ شبیه‌سازی تعاملی (Java applets) است که می‌توانند برای نمایش در کلاس به کار روند.

تکلیف منزل و آزمون رایانه‌ای دوره فیزیک پایه با پیوستن از نام‌آزمایی چون WebAssign، CAPA و eGrade به مدرسین این توانایی را می‌دهند که تکلیف منزل و آزمون‌ها را در شبکه جهانی پخش کنند و نمره بدهند.

WebCT و تخته سیاه بسیاری از پیوست‌های مدرس و دانشجو برای تخته‌کتاب در WebCT و تخته سیاه کدگذاری شده‌اند. WebCT و تخته سیاه برنامه‌های مدیریت دوره‌ها، مدرس امکان می‌دهند تا یک دوره رایانه‌ای موجود کامل را با اتاق‌های گفتگو، مبلوهای گزینش خبری، آزمون گرفتن، ابزار ردیابی دانشجویی ذاتی و غیره برپا کنند.

پیوست‌های دانشجو

یاری‌رسانی به فراگیری دانشجویان

سایت شبکه برای دانشجو این سایت شبکه (www.wiley.com/college/cutnell) برای کمک بیشتر به دانشجویان در مطالعه فیزیک طراحی شده است. در این سایت، دانشجویان می‌توانند به منابع زیر دسترسی پیدا کنند چند صفحه نخست کتاب نمونه‌هایی از این منابع را نشان می‌دهد.

- آزمون‌های خودسنجی
- پاسخ‌های مسائل انتخاب شده آخر فصل که با نگراره www در کتاب مشخص شده‌اند.

- حل‌های تعاملی
- شبیه‌سازی‌های مفهوم
- نمونه‌های ابزار یادگیری تعاملی
- بازنگری آزمون‌ها برای امتحان MCAT
- پیوندهایی به سایت‌های دیگر Web که کمک به فراگیری فیزیک را ارائه می‌کنند

راهنمای مطالعه دانشجو توسط John D. Cutnell و W. Johnson. این راهنمای مطالعه دانشجو شامل موضوع‌های سنتی چاپی؛ با سایت Student Web است و شرایط تعاملی ارزشمندی برای بازنگری و مطالعه فراهم می‌کند.

کتابدستی راهنمای حل مسائل برای دانشجو توسط John D. Cutnell و Kenneth W. Johnson. این کتابدستی حل کامل تقریباً ۶۰۰ مسئله فرد آخر فصل‌ها را در دسترس دانشجو قرار می‌دهد. این مسائل در کتاب یا نگاره ssm نشان داده شده‌اند. جابه‌جایی را تعیین کنید.

www.ketab.ir

فصل ۱۰ حرکت هماهنگ ساده و کشسانی ۱

- ۱-۱۰ فنر ایده آل و حرکت هماهنگ ساده ۱
- ۲-۱۰ حرکت هماهنگ ساده و دایره مرجع ۴
- ۳-۱۰ انرژی و حرکت هماهنگ ساده ۱۰
- ۴-۱۰ آونگ ۱۵
- ۵-۱۰ حرکت هماهنگ، میرا ۱۷
- ۶-۱۰ حرکت هماهنگ، راداشه و تشدید ۱۸
- ۷-۱۰ تغییر شکل، سلسله ۲۰
- ۸-۱۰ تنش، کرنش و بون هوک ۲۴
- خلاصه مفهومی ۲۵
- مسائل ۲۸

فصل ۱۱ شارها ۳۵

- ۱-۱۱ چگالی جرمی ۳۵
- ۲-۱۱ فشار ۳۶
- ۳-۱۱ فشار و عمق در یک شار ساکن ۳۸
- ۴-۱۱ فشارسنج ۴۲
- ۵-۱۱ اصل پاسکال ۴۳
- ۶-۱۱ اصل ارشمیدس ۴۶
- ۷-۱۱ شارها در حرکت ۵۰
- ۸-۱۱ معادله پیوستگی ۵۲
- ۹-۱۱ معادله برنولی ۵۵
- ۱۰-۱۱ کاربردهای معادله برنولی ۵۷
- خلاصه مفهومی ۶۱
- مسائل ۶۴

فصل ۱۲ دما و گرما ۷۱

- ۱-۱۲ مقیاس های متداول دما ۷۱
- ۲-۱۲ مقیاس دمای کلوین ۷۲
- ۳-۱۲ دماسنج ها ۷۴
- ۴-۱۲ انبساط گرمایی ۷۵
- ۵-۱۲ انبساط گرمایی حجم ۸۳

۶-۱۲ گرما و انرژی داخلی ۸۵

- ۷-۱۲ گرما و تغییر دما ظرفیت گرمایی ویژه ۸۶
- ۸-۱۲ گرما و تغییر فاز: گرمای نهان ۹۰
- خلاصه مفهومی ۹۵
- مسائل ۹۸

فصل ۱۳ انتقال گرما ۱۰۳

- ۱-۱۳ همرفت ۱۰۳
- ۲-۱۳ هدایت ۱۰۵
- ۳-۱۳ تابش ۱۱۱
- ۴-۱۳ کاربردها ۱۱۶
- خلاصه مفهومی ۱۱۸
- مسائل ۱۱۹

فصل ۱۴ قانون گازهای کامل و نظریه جنبشی ۱۲۳

- ۱-۱۴ جرم مولکولی، مول و عدد آووگادرو ۱۲۳
- ۲-۱۴ قانون گاز کامل ۱۲۶
- ۳-۱۴ نظریه جنبشی گازها ۱۳۱
- خلاصه مفهومی ۱۳۶
- مسائل ۱۳۸

فصل ۱۵ ترمودینامیک ۱۴۳

- ۱-۱۵ سیستم های ترمودینامیکی و محیط آنها ۱۴۳
- ۲-۱۵ قانون صفرم ترمودینامیک ۱۴۳
- ۳-۱۵ قانون اول ترمودینامیک ۱۴۴
- ۴-۱۵ فرایندهای گرمایی ۱۴۷
- ۵-۱۵ فرایندهای گرمایی با استفاده از گاز کامل ۱۵۰
- ۶-۱۵ ظرفیت های گرمایی ویژه ۱۵۲
- ۷-۱۵ قانون دوم ترمودینامیک ۱۵۴
- ۸-۱۵ موتورهای گرمایی ۱۵۴
- ۹-۱۵ اصل کارنو و موتور کارنو ۱۵۶
- ۱۰-۱۵ یخچال ها، تهویه کننده های هوا و پمپ های گرمایی ۱۵۹

خلاصه مفهومی ۲۰۲

مسائل ۲۰۵

۱۱-۱۵ آنتروپی ۱۶۲

۱۲-۱۵ قانون سوم ترمودینامیک ۱۶۶

خلاصه مفهومی ۱۶۷

مسائل ۱۷۱

فصل ۱۷ اصل برهم‌نهی خطی و پدیده تداخل ۲۱۳

۱-۱۷ اصل برهم‌نهی خطی ۲۱۳

۲-۱۷ تداخل سازنده و ویرانگر امواج صوتی ۲۱۳

۳-۱۷ پراش ۲۱۸

۴-۱۷ زنش ۲۲۱

۵-۱۷ امواج ایستاده عرضی ۲۲۲

۶-۱۷ امواج طولی ایستاده ۲۲۸

خلاصه مفهومی ۲۳۱

مسائل ۲۳۳

پیوست‌ها ۲۳۹

نمایه ۲۵۱

فصل ۱۶ امواج و صوت ۱۷۷

۱-۱۶ ماهیت امواج ۱۷۷

۲-۱۶ امواج دوره‌ای ۱۷۸

۳-۱۶ سرعت موج روی یک تار ۱۸۰

۴-۱۶ توصیف ریاضی موج ۱۸۲

۵-۱۶ طبیعت صوت ۱۸۴

۶-۱۶ سرعت صوت ۱۸۷

۷-۱۶ شدت صوت ۱۹۰

۸-۱۶ دسی‌بل ۱۹۳

۹-۱۶ اثر دوپلر ۱۹۵

۱۰-۱۶ کاربرد صوت در پزشکی ۲۰۰

www.ketab.ir