

فیزیک دانشگاهی

سرز و زیمانسکی

(ویراست یازدهم)

جلد سوم: الکتریسیته و مغناطیس

تألیف:

هیو د. یانگ، راجر ای. فریدمن

با همکاری

ای. لولیس فورد

ترجمه دکتر فضل اله فروتن





فیزیک دانشگاهی سرز و زیمانسکی (ویراست یازدهم)

جلد سوم: الکتریسته و مغناطیس

تألیف هیو. د. یانگ، راجر ای. فریدمن، ای. لوئیس فورد

ترجمه دکتر فضل‌اله فروتن

مسئول فنی: محمد حسن پور

حروفچینی و صفحه‌آرایی: واحد تولید نشر علوم دانشگاهی

حروف‌نگار: ندا جبار / نسخه‌پرداز: فریبا ارجمندی خالدي

اجرای تصاویر اسکنری: نوشین میرمسیب

اجرای جلد: واحد تولید نشر علوم دانشگاهی

نشر علوم دانشگاهی، تهران

چاپ اول: ۱۳۸۶

۶۶۰۰ نسخه

لیتوگرافی: نورنگ

چاپ و صحافی: پژواک اندیشه

۶۰۰۰۰ ریال

شابک: ۹۶۴-۶۱۸۶-۷۹-۳ ISBN: 964-6186-79-3

حقوق چاپ برای نشر علوم دانشگاهی محفوظ است

فهرست‌نویسی پیش از انتشار

سرشناسه: یانگ، هیو D Young
عنوان و پدیدآور: فیزیک دانشگاهی سرز و زیمانسکی / تألیف هیو. د. یانگ، راجر ای. فریدمن با همکاری ای. لوئیس فورد؛ ترجمه فضل‌اله فروتن.
مشخصات نشر: تهران: نشر علوم دانشگاهی، ۱۳۸۶ -
مشخصات ظاهری: ۴ ج: مصور، نمودار.
شابک: ۶۰۰۰۰ ریال: 964-6186-79-3
یادداشت: فیبا
یادداشت: فهرست‌نویسی براساس جلد سوم: ۱۳۸۵.
یادداشت: عنوان اصلی: Sears and zemansky's university physics, 11th ed, c 2004.
مندرجات: ج. ۱. مکانیک - ج. ۲. مکانیک سیالات گرما و موج - ج. ۳. الکتریسته و مغناطیس.
عنوان دیگر: فیزیک دانشگاهی
موضوع: فیزیک
موضوع: فیزیک - مسائل، تمرینها و غیره (عالی).
شناسه افزوده: فریدمن، راجر
شناسه افزوده: Freedman, Roger A
شناسه افزوده: فورد، آلبرت لوئیس
شناسه افزوده: Ford, Albert Lewis
شناسه افزوده: فروتن، فضل‌اله، ۱۳۰۲ -، مترجم
شناسه افزوده: سی‌یرز، فرانسیس وستون ۱۸۹۸ - م. Sears, Francis weston. فیزیک دانشگاهی.
شناسه افزوده: زمانسکی، مارک والدو، ۱۹۰۰ - م. Zemansky, Mark waldo. فیزیک دانشگاهی.
رده‌بندی کنگره: ۹۲۱/۳/۲ QC
رده‌بندی دبیری: ۵۳۰
شماره کتابخانه ملی: ۴۱۹۹۷-۸۵ م

فهرست

۶۵	پتانسیل الکتریکی	۲-۲۳	پنج	سختن ناشر
۷۰	محاسبه پتانسیل الکتریکی	۳-۲۳	هفت	یادداشت مترجم
۷۴	سطحهای هم پتانسیل	۴-۲۳	نه	درباره مؤلفان
۷۶	گرادیان پتانسیل	۵-۲۳	بازده	مقدمه مؤلفان
۷۷	خلاصه فصل			
۸۰	تمرینها		۱	
۸۳	مسائل		۲	
			۴	
۸۹	فصل ۲۴. ظرفیت و دی الکتریکها		۶	
۹۰	خازنها و ظرفیت	۱-۲۴	۱۰	۱-۲۱ بار الکتریکی
۹۳	خازنها در اتصالات متوالی و موازی	۲-۲۴	۱۴	۲-۲۱ رساناها، عایقها و بارهای القایی
۹۶	ذخیره انرژی در خازنها و انرژی میدان الکتریکی	۳-۲۴	۱۹	۳-۲۱ قانون کولن
۹۸	دی الکتریکها	۴-۲۴	۲۰	۴-۲۱ میدان الکتریکی و نیروهای الکتریکی
۱۰۳	مدل مولکولی بار القایی	۵-۲۴	۲۳	۵-۲۱ محاسبات مربوط به میدان الکتریکی
۱۰۴	قانون گاوس در دی الکتریکها	۶-۲۴	۲۶	۶-۲۱ خطوط میدان الکتریکی
۱۰۵	خلاصه فصل		۳۰	۷-۲۱ دوقطبی الکتریکی
۱۰۷	تمرینها			خلاصه فصل
۱۱۰	مسائل		۳۵	تمرینها
			۳۵	مسائل
			۳۷	
۱۱۴	فصل ۲۵. جریان، مقاومت، و نیروی الکتروموتوری		۴۰	فصل ۲۲. قانون گاوس
۱۱۴	جریان	۱-۲۵	۴۳	۱-۲۲ بار و شار الکتریکی
۱۱۷	مقاومت ویژه	۲-۲۵	۴۸	۲-۲۲ محاسبه شار الکتریکی
۱۱۹	مقاومت	۳-۲۵	۵۱	۳-۲۲ قانون گاوس
۱۲۲	نیروی محرکه الکتریکی و مدارها	۴-۲۵	۵۳	۴-۲۲ کاربردهای قانون گاوس
۱۲۷	انرژی و توان در مدارهای الکتریکی	۵-۲۵	۵۵	۵-۲۲ بار روی رساناها
۱۳۰	نظریه رسانش فلزی	۶-۲۵		خلاصه فصل
۱۳۱	خلاصه فصل		۶۰	تمرینها
۱۳۴	تمرینها		۶۰	مسائل
۱۳۷	مسائل			
				فصل ۲۳. پتانسیل الکتریکی
				۱-۲۳ انرژی پتانسیل الکتریکی

فصل ۲۶. مدارهای جریان مستقیم

۱-۲۶	اتصال متوالی و موازی مقاومتها
۲-۲۶	قواعد کیرشهف
۳-۲۶	اسبابهای اندازه گیری الکتریکی
۴-۲۶	مدار ($R-C$) شامل مقاومت و ظرفیت
۵-۲۶	دستگاه توزیع توان (نیروی برق)
	خلاصه فصل
	تمرینها
	مسائل

فصل ۲۷. میدان مغناطیسی و نیروهای مغناطیسی

۱-۲۷	آهنربایی
۲-۲۷	میدان مغناطیسی
۳-۲۷	خطوط میدان و شار مغناطیسی
۴-۲۷	حرکت ذرات باردار در میدان مغناطیسی
۵-۲۷	کاربرد حرکت ذرات باردار
۶-۲۷	نیروی مغناطیسی وارد بر سیم حامل جریان
۷-۲۷	نیرو و گشتاور وارد بر حلقه
۸-۲۷	موتورهای جریان مستقیم
۹-۲۷	اثر هال
	خلاصه فصل
	تمرینها
	مسائل

فصل ۲۸. چشمه های میدان مغناطیسی

۱-۲۸	میدان مغناطیسی بار متحرک
۲-۲۸	میدان مغناطیسی یک جزء جریان
۳-۲۸	میدان مغناطیسی یک سیم راست حامل جریان
۴-۲۸	نیرو بین رساناهای موازی
۵-۲۸	میدان مغناطیسی یک حلقه جریان
۶-۲۸	قانون آمپر
۷-۲۸	کاربردهای قانون آمپر
۸-۲۸	مواد مغناطیسی
	خلاصه فصل
	تمرینها
	مسائل

فصل ۲۹. القای الکترومغناطیسی

۱-۲۹	آزمایشها درباره القا
۲-۲۹	قانون فاراده
۳-۲۹	قانون لنز
۴-۲۹	نیروی محرکه حرکتی
۵-۲۹	میدان الکتریکی القایی
۶-۲۹	جریان فوکو (جریان تلاطمی)

۷-۲۹	جریان جابه جایی و معادلات ماکسول
۸-۲۹	ابررسانایی
	خلاصه فصل
	تمرینها
	مسائل

فصل ۳۰. القا

۱-۳۰	القای متقابل
۲-۳۰	خودالقایی و القاگر
۳-۳۰	انرژی میدان مغناطیسی
۴-۳۰	مدار $R-L$
۵-۳۰	مدار $L-C$
۶-۳۰	مدار متوالی $L-R-C$
	خلاصه فصل
	تمرینها
	مسائل

فصل ۳۱. جریان متناوب

۱-۳۱	فازنما و جریان متناوب
۲-۳۱	مقاومت و راکتانسی
۳-۳۱	مدار متوالی $L-R-C$
۴-۳۱	توان در مدار جریان متناوب
۵-۳۱	تشدید در مدار جریان متناوب
۶-۳۱	مبدلها
	خلاصه فصل
	تمرینها
	مسائل

فصل ۳۲. امواج الکترومغناطیسی

۱-۳۲	معادلات ماکسول و امواج الکترومغناطیسی
۲-۳۲	امواج الکترومغناطیسی تخت و تندی انتشار نور
۳-۳۲	امواج الکترومغناطیسی سینوسی
۴-۳۲	انرژی و تکانه در امواج الکترومغناطیسی
۵-۳۲	امواج الکترومغناطیسی ساکن
۶-۳۲	طیف الکترومغناطیسی
	خلاصه فصل
	تمرینها
	مسائل

پیوستها

پاسخ مسائل فرد

واژه نامه

نمایه

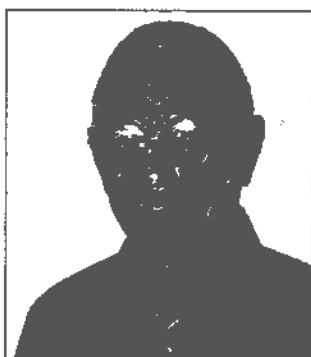
به نام آنکه جان را فکرت آموخت

نشر علوم دانشگاهی مؤسسه‌ای است که از سال ۱۳۶۵ با هدف ارائه کتابهای درسی مناسب برای دانشجویان آغاز به کار کرد و در این راه کوشید با استفاده از تجربیات مؤسساتی که قبلاً در این راه گام برداشته بودند، از آسیب‌پذیری رایج در عرصه کتابهای دانشگاهی بکاهد. خوشبختانه این تلاش با حسن نظر استادان و دانشجویان روبه‌رو شد. استقبال وسیع از کتابهای این مؤسسه، صرف‌نظر از دلگرم‌کردن ما، مسئولیت ما را در ارائه خدمات بهتر افزون ساخت. هدفهایی که مؤسسه ما پیش روی خود قرار داده عبارت‌اند از:

۱. کیفیت علمی بالاتر از طریق تعمق بیشتر در حیطه‌های ترجمه، تألیف و ویرایش؛
۲. ارائه کتاب با خصوصیات ظاهری بهتر برای ماندگاری کتاب و استفاده بهینه از آن؛
۳. تا حد امکان ارزان ارائه کردن کتاب به نحوی که خرید آن برای دانشجویان آسانتر باشد؛
۴. روز آمد کردن کتابهای مؤسسه از طریق انطباق ترجمه‌های موجود با آخرین ویراست متن اصلی؛
۵. تأمین نیاز دانشجویان به صورت پیوسته به نحوی که کتابهای ما به بازار سیاه راه پیدا نکند.

حیطه‌های کار نشر علوم دانشگاهی عبارت‌اند از علوم پایه، فنی و مهندسی. از استادان، مؤلفان و مترجمان این حوزه‌ها می‌خواهیم با ارائه نقد و نظر درباره کتابهای این مؤسسه و پیشنهادهای ترجمه و تألیف، ما را یاری دهند.

درباره مؤلفان



هیو د. یانگ پروفیسور فیزیک دانشگاه کارنگی ملون پیتزبورگ است. وی دوره لیسانس و فوق لیسانس خود را در این دانشگاه گذرانید و دکتری خود را در زمینه «نظریه ذرات بنیادی» از همین دانشگاه و زیر نظر ریچارد کورت کوسکی دریافت کرد. در سال ۱۹۵۶ به هیئت علمی دانشکده خود پیوست و به مدت دو سال با عنوان استاد ناظر در دانشگاه کالیفرنیا در برکلی حضور داشت.

کار پروفیسور یانگ بر تدریس در دوره لیسانس تمرکز یافت و چند کتاب درسی در سطح لیسانس تألیف کرد. در سال ۱۹۷۳ به زنده یادان فرانسیس سرز و مارک زمانسکی پیوست و در تألیفات مشهورشان در فیزیک مقدماتی با آنها همکاری کرد. پس از مرگ آن دو، مسئولیت مستقیم انتشار کتابهایشان و از آن جمله ویرایش هشتم فیزیک دانشگاهی را بر عهده گرفت.

پروفیسور یانگ به اسکی، کوهنوردی، و پیاده روی شدیداً علاقه مند است. چندین سال رسماً در کلیسای سنت پل، و همچنین به دفعات در رستالهای ارگ در حوزه پیتزبورگ ارگ نواخته است. پروفیسور یانگ با همسرش آلیس اکثر تابستانها را در مسافرت به اروپا و منطقه صحرایی کانیون در جنوب یوتا می گذراند.



راجر ای. فریدمن مدرس فیزیک دانشگاه کالیفرنیا در سانتا باربارا است. وی دانشجوی دوره لیسانس کالیفرنیا کامپوس در سان دیگو و لوس آنجلس بود و دکتری خود را زیر نظر پروفیسور ج. دیرک والکا در زمینه فیزیک هسته ای در دانشگاه استنفورد به انجام رسانید. دکتر فریدمن پس از سه سال تدریس و تحقیق در دانشگاه واشینگتن در ۱۹۸۱ به عضویت هیئت علمی دانشگاه کالیفرنیا در سانتا باربارا (UCSB) درآمد.

در این دانشگاه دکتر فریدمن در بخش فیزیک و نیز در کالج آموزشهای خلاق، که در آن دانشجویان برجسته را تحت تعلیمات خاص قرار می دهند، به تدریس مشغول است و نتایج تحقیقات خود را در زمینه های فیزیک هسته ای، فیزیک ذرات بنیادی، و فیزیک لیزر منتشر کرده است. در سالهای اخیر نرم افزارهایی نیز برای آموزش فیزیک و ستاره شناسی توسط رایانه تهیه کرده است.

دکتر فریدمن گواهینامه خلبانی هواپیماهای تجاری دارد و در اوقات فراغت با همسرش کارولین با هواپیمای شخصی خود پرواز می کند.

ای. لوفیس فورد پروفیسور فیزیک دانشگاه تکزاس است. وی در ۱۹۶۸ لیسانس خود را از دانشگاه رابینسون و در ۱۹۷۲ دکتری خود را در زمینه شیمی فیزیک از دانشگاه تکزاس در اوستین دریافت کرده است. پس از یک سال کار فوق دکتری در ۱۹۷۳ به هیئت علمی دانشگاه تکزاس پیوست و تاکنون در آنجا مشغول است. زمینه کارهای تحقیقاتی او فیزیک اتمی و برخورد اتمهاست. او در رشته های مختلف فیزیک دانشگاه تکزاس و عمدتاً فیزیک مقدماتی، تدریس کرده است.

مقدمه مؤلفان

- برای اینکه دانشجو از میزان ادراک خود اطمینان حاصل کند **پرمشهای آغاز فصل** در ابتدای هر فصل و ادراک خود را بیان نماید در انتهای بیشتر بخشها آمده است که به آنها نیز در انتهای فصل پاسخ داده شده است.
- **خلاصه فصل** در صورت جدید خود ایده‌های اساسی هر فصل را تلخیص کرده است. این خلاصه‌ها به ویژه در: ایجاد ارتباط بین مفاهیم، بیان ریاضی موضوع، نمایش ترسیمی مباحث، و شرح مطالب بسیار مفیدند.
- **کاربرد آگاهانه اندیشه‌ها** در سینماتیک، دینامیک و سایر مباحث به دانشجویان کمک می‌کند تا بردار سرعت v و تندی a را از هم متمایز کنند.
- در این ویراست بیش از ۶۰۰ مسئله جدید **آخر فصل** با صورت مسئله‌های کاملاً گویا و واضح اضافه و تعداد کل مسئله‌ها را تا ۲۷۰۰ بالا برده است.

مشخصه‌های کلیدی فیزیک دانشگاهی

نسخه‌های استاندارد، مفصل، و چندجلدی: سه شکل از این ویراست در دسترس است. نسخه استاندارد (۴-۸۷۶۸-۸۰۵۳-۰ ISBN) که ۳۷ فصل دارد و به نظریه نسبیتی عام ختم می‌شود. نسخه مفصل (X-۸۶۸۴-۸۰۵۳-۰ ISBN) که هفت فصل بیشتر دارد. این هفت فصل به بحث درباره فیزیک مدرن شامل فیزیک اتمی، فیزیک مولکولی، فیزیک ماده تراکم، فیزیک هسته‌ای و فیزیک ذرات بنیادین می‌پردازد. در شکل چندجلدی کتاب، همه ۴۴ فصل نسخه مفصل به سه جلد تقسیم شده است: جلد اول (فصلهای ۱ تا ۲۰، ۶-۸۷۶۷-۸۰۵۳-۰ ISBN) شامل مباحث مکانیک، امواج، و ترمودینامیک. جلد دوم (فصلهای ۲۱ تا ۳۷، ۸-۸۷۶۶-۸۰۵۳-۰ ISBN) شامل الکتریسیته و مغناطیس، نور، و نظریه نسبیتی و جلد سوم (فصلهای ۳۷ تا ۴۴، X-۸۷۶۵-۸۰۵۳-۰ ISBN) شامل فیزیک مدرن. راهنما برای دانشجویان: بسیاری از دانشجویان با این مشکل روبه‌رو هستند که نمی‌دانند چگونه مطالب کتاب درسی خود را در عمل به کار بندند. بخشی که در دنباله این مقدمه تحت عنوان «چگونگی موفقیت در فیزیک از طریق تلاش واقعی» می‌آید راهنمای دستی برای همه مباحث کتاب است. این بخش که توسط پروفیسور مارک هولابو از کامیونیتی کالج نورماندیل نوشته شده راهنماییهای مفیدی در بر دارد، همه دانشجویان باید این بخش را بخوانند.

تنظیم فصلها: در ابتدای هر فصل مقدمه‌ای آمده است که تلخیص محتوای فصل است و آن را به مباحثهای پیشین مربوط می‌کند. یک پرسش **ابتدای فصل** نیز مطرح شده است که خواننده را به تفکر درباره موضوعی که در پیش دارد وادار می‌کند.

این کتاب حاصل بیش از نیم قرن نوآوری در تدریس فیزیک است. نخستین ویراست فیزیک **دانشگاهی** توسط فرانسیس دبلیو. سیرز و مارک دبلیو. زیمانسکی در سال ۱۹۲۹ منتشر شد، گامی انقلابی در تألیف کتاب درسی فیزیک مبتنی بر حساب دیفرانسیل و انتگرال به شمار می‌آمد. آن ویراست بر اصول اساسی فیزیک و موارد کاربرد آن تکیه داشت. استقبال نسلهای متادای دانشجویان و مدرسان فیزیک سراسر جهان گواه بر درستی این روش است. در ویراست یازدهم ضمن بسط و تکمیل آن روشها، بر دو هدف اساسی تأکید شده است: نخست کمک به دانشجویان به منظور درک مفاهیم اساسی و سپس تقویت توانایی و مهارت آنان در حل مسئله.

تازه‌های این ویراست

- **تغییر ترتیب مباحث.** فصلهای مربوط به امواج مکانیکی (۱۵ و ۱۶) بلافاصله پس از فصلهای مربوط به نوسان و شاروها و قبل از ترمودینامیک قرار گرفته‌اند. فصلهای مربوط به امواج مورد تجدید نظر قرار گرفته و موارد تکراری آنها حذف شده‌اند. بخش جریان جابه‌جایی به فصل ۲۹ منتقل و پس از معرفی القای الکترومغناطیسی مطرح شده است. همه فصلهای اپتیک هندسی در فصل ۳۴ در هم آمیخته‌اند. در فصل ۳۹ بحث در معادله شرودینگر بسط یافته است. بخشی از قسمت اپتیک ویراست دهم به شبکه اینترنتی همراه منتقل شده است.

- **در چاپ رنگی** (که متأسفانه در ترجمه به سیاه-سفید تبدیل شده است. م) نوع ترکیب رنگها در تجسم مفاهیم به دانشجویان کمک خواهد کرد. بسیاری از بحثها به متن زیرنویس شکل منتقل شده‌اند و هر کمیت برداری در سراسر کتاب با رنگ ویژه خود چاپ شده است. در بخش مکانیک، طراحی و انتخاب رنگ به صورتی انجام شده است که شناخت موضوع را آسانتر می‌کند. شکلها و عکسهای متعددی در سراسر کتاب موارد کاربردی فیزیک در فناوری جدید و نیز در جهان طبیعی را به نمایش گذاشته‌اند.

- **راهربد گام به گام حل مسئله** مبتنی بر تحقیقات (که با ISEE یعنی حروف اول Identify, Setup, Execute and Evaluate نشان داده شده است) در سراسر کتاب به کار رفته است. این امر راهبردی جهانی برای حل مسئله در تمام رشته‌ها را به وجود آورده است. روش ISEE در شرح همه راهبردهای حل مسئله و نیز در حل مسائل نمونه به کار گرفته شده است. تحقیقات در زمینه آموزش نشان داده است که این روش بر خودباوری دانشجو در پرداختن به حل مسائل جدید اثر مناسب دارد.

(برای یافتن پاسخ دنبال علامت ؟ باشید). بیشتر بخشها با پرسش ادراک خود را نیازماید پایان می‌یابد که ممکن است ماهیت مفهومی یا کمیته داشته باشد. در انتهای هر فصل خلاصه فصل به بیان مهمترین اصول مطرح شده در آن فصل می‌پردازد. همچنین اصطلاحات کلیدی کلماتی را که برای نخستین بار تعریف شده‌اند با ذکر شماره صفحه مشخص می‌کند. پاسخ پرسش ابتدای فصل و ادراک خود را نیازماید در زیر اصطلاحات کلیدی بیان شده‌اند.

پرسشها و مسائل: در انتهای هر فصل مجموعه‌ای از پرسشها و بحثها به منظور بسط درک شهودی دانشجویان آمده است. به دنبال آنها تمرینها، مسائل، و مسائل مسابقه‌ای بیان شده‌اند. تمرینها یک مفهوم منفرد و ویژه بخش مشخصی از متن درس، مسائل یک یا دو گام نه‌زیاد آسان را مطرح می‌کند و مسائل مسابقه‌ای دانشجویان برجسته را به تلاش وامی‌دارند. مسائل در نمونه کاربردی از زیست‌شناسی گرفته تا فیزیک نجومی و فضایی طرح شده‌اند. در بسیاری از مسائل مفاهیمی مطرح شده‌اند که می‌بایست نتایج آنها مورد بحث قرار گیرد. پروفیسور ای. لوئیس فورد (از دانشگاه A & M تگزاس) با همکاری واین اندرسون (از سیتی کالج ساکرامنتو) و ریک گات‌فرید (از کامیونیتی کالج فردریک) مسائل را طراحی و ابداع کرده‌اند.

راهبرد حل مسائل و مثالهای حل شده: در سراسر کتاب بخشهایی تحت عنوان راهبرد حل مسئله دیده می‌شوند که تاکتیک حل گروه ویژه‌ای از مسائل را به دانشجویان می‌آموزند. مخاطبهای این بخش گروهی از دانشجویان هستند که «موضوع درس را می‌فهمند اما نمی‌توانند مسئله حل کنند». هر یک از راهبردها از قاعده ISEE (شناخت، ترتیب، انجام، ارزیابی) پیروی می‌کنند. این شیوه برخورد، دانشجویان را به سوی شناخت مفاهیم فیزیکی مربوط به موضوع مورد بحث هدایت می‌کند، انتخاب ابزار لازم برای حل مسئله را آسان می‌کند و آنها را قادر می‌کند که مسائل را حل کرده نتایج را مورد ارزیابی قرار دهند.

به دنبال هر یک از راهبردها یک یا چند مثال که با روش ISEE حل شده‌اند طرز به کارگیری آن راهبرد را نشان می‌دهند. در هر فصل تعداد بیشتری مثال حل شده ارائه شده است. تعدادی از مثالها نیز جنبه کیفی دارند و مثالهای مفهومی نامیده شده‌اند.

پاراگرافهای «احتیاط»: دو دهه تحقیق در امر تدریس و آموزش فیزیک نشان داده است که دامهای متعددی در راه فهم دانشجویان مبتدی وجود دارد. مثلاً این باور غلط که برای دوام حرکت به نیرو نیاز است و یا جریان الکتریکی پس از عبور از مدار، مصرف شده و از بین می‌رود و اینکه حاصلضرب نیرو در شتاب، خود یک نیروست. پاراگراف «احتیاط» در مورد این نوع به دام افتادن به دانشجویان هشدار می‌دهد و به آنها می‌آموزد که به چه دلیل فکر غلطی که در یک وضعیت برای دانشجوی مبتدی پیش آمده است غلط است.

نمادگذاری و یکها: دانشجویان در تشخیص کمیتهای برداری و غیربرداری دچار مشکل هستند. در کتاب حروف سیاه ایتالیک با پیکانی بر روی آن به کمیتهای برداری اختصاص داده شده است (مثل $\vec{a}$, $\vec{b}$, $\vec{r}$ و امثال آن) و بردار یکه را به صورت $\hat{a}$, $\hat{b}$, $\hat{r}$ و ... نشان می‌دهند. علامتهای +، -، × و = برای عملیات برداری با حروف سیاه چاپ می‌شوند تا از عملیات نرده‌ای و عملیات ریاضی ساده متمایز باشند.

منحصرأ دستگاه SI مورد استفاده قرار گرفته است (در موارد لازم طرز تبدیل یکاهای انگلیسی به SI شرح داده شده‌اند). رول یکای استاندارد کلیه صورت‌های مختلف انرژی و از آن جمله انرژی گرمایی است.

انعطاف‌پذیری: کتاب مناسب تدریس در گستره وسیعی از دوره‌های مختلف است. مطالب برای تدریس در سه نیمسال و یا پنج دوره سه ماهه کافی است. اکثر مدرسان ملاحظه می‌کنند که حجم مطالب زیاده‌تر از اندازه لازم برای دوره یکساله است، اما می‌توان با حذف تعدادی از فصلها یا بخشها آن را در دوره یکساله تدریس کرد. مثلاً همه یا بخشی از دینامیک شاره‌ها، صدا و شنوایی، امواج الکترومغناطیسی، و نیز نظریه نسبیتی را می‌توان حذف کرد، بی‌آنکه به پیوستگی مطالب باقی‌مانده آسیبی برسد. در هر حال هیچ مدرسی مجبور نیست همه مطالب کتاب را بی‌کم و کاست تدریس کند.

مکملها

برای دانشجویان: راهنمای تهیه شده توسط جیمز گایز و ویلیام پالمر که بر استراتژی حل مسئله و جلوگیری از بروز ذهنیتهای غلط تأکید دارد و در واقع مکمل کتاب در این دو زمینه است. راهنما در دو جلد تهیه شده و شامل تشریح هدفها، بازبینی مفاهیم، و مثالهای حل شده برای هر یک از فصلها و نیز تعدادی پرسش کوتاه در آخر هر فصل است.

راهنمای حل مسائل کتاب برای دانشجویان، تهیه شده توسط پروفیسور ای. لوئیس فورد که در آن دو سوم مسائل با شماره ترتیب فرد آخر فصلهای کتاب درسی حل شده است (پاسخ همه مسائل فرد در آخر کتاب چاپ شده است).

برای مدرسان: حل همه مسائل آخر فصل کتاب که توسط کرایگ واتکینز انجام یافته است و در آن مؤلف به طرز استفاده از نرم‌افزارهای ریاضی در حل مسائل نیز اشاره کرده است.

دفترچه‌های تست و پرسشهای کوتاه تهیه شده توسط دکتر الیوت فاربر و پروفیسور مایکل براون.

نرم‌افزار تهیه تست که قابل استفاده در کامپیوترهای شخصی سیستم IBM و ماکین تالش.

تصاویر شفاف قابل استفاده به کمک پروژکتور که تقریباً ۱۵۰ تصویر چهار رنگ کتاب را شامل می‌شود.

تشکر و قدردانی

اساتید زیر با اظهار نظر و تذکرات خود در بازبینی کتاب ما را یاری داده‌اند و تشکر از آنها وظیفه ماست:

ادوارد ادلسن (دانشگاه ایالتی اوهایو)، رالف الکساندر (دانشگاه میسوری در رولا، ج. گ. آندرسن، ر. س. آندرسن، واین آندرسن (ساکرامنتو سیتی کالج)، الکس عضیما (لانسینگ کامیونیتی کالج)، دیلیپ بالامور (ناسو کامیونیتی کالج)، هارولد بیل (دانشگاه داکوتای شمالی)، آرون بانسیل (دانشگاه شمال شرقی)، جان باراک (دانشگاه وان‌دربیلت)، ج. د. بارنت، ه. ه. بارشال، آلبرت بارتلت (دانشگاه کولورادو)، پل باوم (کوپن کالج، CUNY)، فردریک بیسجی (دانشگاه میشیگان)، ب. پیدرسن، لوی. برگر (دانشگاه ایالتی سان دیاگو)، رابرت بیوک (کالج هارپر)، س. بوریتس، آ. سی. برادن، جیمز بروکس (دانشگاه بوستون)، نیکلاس ای. براون (پلی تکنیک دانشگاه ایالتی کالیفرنیا، سن لوئیس اوپیسو)، تونی بوفا (پلی تکنیک دانشگاه ایالتی کالیفرنیا، سن لوئیس اوپیسو)، آ. کاسلاترو، مایکل کاردامن (دانشگاه ایالتی پنسیلوانیا)، داون کارمونی (دانشگاه پوردو)، تروی کارتر (UCLA)، پ. کاترانیدس، جان سیرن (SUNY بوفالو)، راجر کلاپ (دانشگاه فلوریدای جنوبی)، ویلیام. م. کلاود (دانشگاه ایلی‌نویز شرقی)، لئونارد کوهن

(دانشگاه ویرجینیا)، و. ر. کوکر (دانشگاه تکزاس اوستین)، مالکوم د. کول (دانشگاه میسوری در رولا)، ه. کنراد، دیوید کوک (دانشگاه لورنس)، گایل کوک (دانشگاه کولورادو)، هانس کورانت (دانشگاه مینسوتا)، بروس. آ. کراور (دانشگاه دایتون)، لاری کورتیس (دانشگاه تولا رادو)، جای داهیا (دانشگاه ایالتی میسوری جنوب شرقی)، استیو دت وایلر (دانشگاه فلوریدا)، جرج دیکسون (دانشگاه ایالتی اوکلاهوما)، دونالد. سن. دونکن، بوید ادواردز (دانشگاه ویرجینیا شرقی)، رابرت ایزنشتاین (دانشگاه کارنگی ملون)، آمی امرسون میورن (انستیتو تکنولوژی ویرجینیا)، ویلیام فایسلر (دانشگاه شمال شرقی)، ویلیام فاسناچی (آکادمی دریایی ایالات متحده)، پل فلدر (کامیونیتی کالج سن لوئیس)، کارلوس فیگوروا (کالج کابریلو)، ل. ه. فیشر، نیل فلچر (دانشگاه ایالتی فلوریدا)، رابرت فولک، پتر فونک (دانشگاه اموری)، ای. لوئیس فورد (دانشگاه A & M تکزاس)، د. فرانستوک، جیمز. ر. گاینز (دانشگاه ایالتی اوهایو)، سولومون گارتن هاوز (دانشگاه پوردو)، ژن گاتریو (انستیتو تکنولوژی نیوجرسی)، ج. دیوید گاوندا (دانشگاه تکزاس اوستین)، دنیس گای (دانشگاه فلوریدا شمالی)، جیمز گرهارت (دانشگاه واشینگتن)، ن. س. گینگریج، ج. ل. گلات هارت، س. گودوین، ریچ گت فرید (کامیونیتی کالج فردریک)، والتر. س. گرای (دانشگاه میشیگان)، پل گرسر (دانشگاه مرلند)، بنیامین گریشتاین UC سن دیگو)، هوارد گروچ (دانشگاه ایالتی پنسیلوانیا)، جان گروبر (دانشگاه ایالتی سن خوزه)، گراهام گوچ (آکادمی دریایی ایالات متحده)، مایکل. ج. هاریسون (دانشگاه ایالتی میشیگان)، هارولد هارت (دانشگاه ایلی نوز غربی)، هوارد هایدن (دانشگاه کانکتیکت)، کارل هنریش (کالج گوشن)، لورنت هوجز (دانشگاه ایالتی یوا)، سی. دی. هوجمن، مایکل هونز (دانشگاه ویلانووا)، کیث هونی (انستیتو تکنولوژی ویرجینیا غربی)، گنورگی هود (کامیونیتی کالج تایداواتر)، جان هوپس (دانشگاه ایالتی کارولینای شمالی)، م. یونا، جون جز چک (دانشگاه فنی میشیگان)، آلویس جنکینز (دانشگاه ایالتی کارولینای شمالی)، رابرت. پ. جانسون (UC Santa Cruz)، لورلا جونز (دانشگاه ایلی نوز)، جون کارچک (انستیتو مهندسی و مدیریت GMI)، توماس کیل (انستیتو پلی تکنیک ورستر)، رابرت کرمر (دانشگاه کارنگی ملون)، جین. پ. کریش (دانشگاه میشیگان)، رابرت. آ. کرمبوت، چارلز لاین (کالج بری)، رابرت. ج. لی، آلفرد لیتر (پلی تکنیک دانشگاه رن سیلر)، چرالد. پ. لیست (دانشگاه دپل)، گوردون لیند (دانشگاه ایالتی یوتا)، س. لیوینگستون، الیهو لوبکین (دانشگاه ویسکانسین، میلواکی)، رابرت لوک (دانشگاه ایالتی بویز)، دیوید لینچ (دانشگاه ایالتی یوا)، مایکل لیساک (کالج سن برناردینو والی)، جفری مالو (دانشگاه لویولا)، رابرت مانیا (دانشگاه ایالتی کنتوکی)، رابرت مارشنا (دانشگاه مینابولیس)، دیوید مارکویچ (دانشگاه کانکتیکت)، ر. ج. ماورر، اورن ماکسول (دانشگاه بین المللی فلوریدا)، ژزف ل. مک کولی (دانشگاه هوستن)، ت. ک. مک کوپین (دانشگاه ایالتی پنسیلوانیا)، چارلز مک فارلند (دانشگاه میسوری در رولا)، جیمز مک گوری (دانشگاه تولن)، لورنس مکین تایر (دانشگاه آریزونا)، فردریک مسینگ (دانشگاه کارنگی ملون)، توماس مایر (دانشگاه A & M تکزاس)، آندره میرابلی (کالج سن پیتر نیوجرسی)، هربرت موتر (S.U.N.Y. استونی بروک)، جک مونس (دانشگاه ایالتی کالیفرنیا، لانگ بیچ)، لورنسو ناردوچی (دانشگاه درکسل)، وان. ای. نای (دانشگاه پوردو)، دیوید. آ. نوردلینگ (آکادمی دریایی ایالات متحده)، بندیکت. ه. (دانشگاه ایالتی پنسیلوانیا)، ل. آ. آسن، جیم پاتل (انستیتو تکنولوژی دژرو)، و. ف. پارکس (دانشگاه میسوری)، جری پیچر (دانشگاه میسوری در رولا)، آرنولد پرل موتر (دانشگاه میامی)، لنارد پیترسون (دانشگاه فلوریدا)، ر. ج.

پیترسون (دانشگاه کولورادو، بولدر)، ر. پینکستون، رونالد پولینگ (دانشگاه مینه سوتا)، ج. گ. پوتر، سی. و. پرایس (دانشگاه میلس ویل)، فرانسیس پروسر (دانشگاه کانزاس)، شلدن. ه. رادین، مایکل راپرت (کامیونیتی کالج آن آروندل)، رسنیک، جیمز. آ. رچاردز جونیور، جون. س. ریسلی (دانشگاه ایالتی کارل روتر (دانشگاه ویرجینیا غربی)، س. کلارک رولاند (دانشگاه آندریوز)، راجرشی روی (انستیتو تکنولوژی جرجیا)، راسل. آ. روی (کامیونیتی کالج سانتا فه)، بروس شوم (UC Santa Cruz)، ملوین شوارتز (دانشگاه سن جون)، ف. آ. اسکات، ال. و. سیگوندالار، استن شپارد (دانشگاه ایالتی پنسیلوانیا)، دوگلاس شرممان (ایالتی سن خوزه)، بروس شرود (دانشگاه کارنگی ملون)، هیو سیفکین (گرینویل کالج)، سی. پی. اسلیشر، چارلز. و. اسمیت، مالکوم اسمیت (دانشگاه لاول)، ژس اسپنسر (دانشگاه بریگهام یانگ)، ژولین اسپروت (دانشگاه ویسکانسین)، ویکتور استانیوینس (کالج ایونا)، جیمز استیت (انستیتو فیزیک امریکا)، چک استون (دانشگاه ایالتی A & T کارولینای شمالی)، ادوارد استروتر (انستیتو تکنولوژی فلوریدا)، کانلی اشتوتس (دانشگاه برادلی)، آلبرت استورتکا (آکادمی دریایی تجاری ایالات متحده)، مارتین تیرستن (سیتی کالج CUNY)، دیوید توت (دانشگاه آلفرد)، سامدو تیاطی (دانشگاه درکسل)، ف. وریروگ، موت فوگل (دانشگاه کارنگی ملون)، رابرت وب (A & M تکزاس)، توماس وبر (دانشگاه ایالتی ایوا)، م. راسل وهر (دانشگاه ایالتی پنسیلوانیا)، رابرت ویدمان (دانشگاه فنی میشیگان)، وان وهلن (UC سن دیگو)، لستر و. ویتنی، توماس ویگن (دانشگاه ایالتی پنسیلوانیا)، جرج ویلیامز (دانشگاه یوتا)، جون ویلیامز (دانشگاه اوبرون)، استانی ویلیامز (دانشگاه ایالتی ایوا)، جک ویلیز، سوزان ویلیز (دانشگاه ایلی نوز شمالی)، رابرت ویلسن (کالج سن برناردو)، ل. ولفشتاین، جیمز وود (کالج پالم بیچ)، لول وود (دانشگاه هوستن)، ر. ای. ورلی، د. ه. زبیل (کامیونیتی کالج مانتی)، جرج. آ. زیمرمان (دانشگاه بوستون).

هر دو مؤلف سپاسگزارهای انفرادی خود را در زیر ابراز می داریم:

من (هیو د. یانگ) از همکاران کارنگی ملون به ویژه پروفیسور رابرت کرامر، بروس شرود، روث چابای، هلموت فوگل و بریان کوین به خاطر بحثهای سازنده درباره آموزش فیزیک و نیز تشویقهای مداوم آنها در طول مدت انتشار چند ویراست، تشکرات قلبی خود را ابراز می دارم. خود را مدیون دانشجویان کارنگی ملون می دانم که تمایز خوب و بد در تدریس و نوشتن کتاب را به من گوشزد کردند. از همسرم آلیس و فرزندانم گرچن و ربه کا به خاطر تشویقهای صمیمانه و عاشقانه آنها در مدت نوشتن کتاب سپاسگزارم. خداوند نظیر محبت و عشقی که آنها به من ابراز داشتند نصیب همه انسانها بکند.

من (آر. ای. فریدمن) از همکاران گذشته و حال خود در UCSB و از آن جمله فرانسیس رویگ، الیزابت نیکل، ال ناس، و کارل کوین به خاطر پشتیبانی و تشویق صادقانه و بحثهای آموزنده آنها سپاسگزارم. معلمان پیشین من ویلا رامسی، پیتر زیمرمان، ویلیام لیتل، آلان شوتمان، و دیک والکا که زیبایی تدریس فیزیک را به من جلوه گر ساختند بر من حق دارند و از الطاف استیوارت جانسون که از من دعوت کرد تا یکی از مؤلفهای فیزیک دانشگاهی از ویراست نهم به بعد باشم ممنونم. بجاست از زحمات آرام بلاک و نانسی سن تون که در بنگاه انتشاراتی ادیسون و سلی راهنماییهای ارزشمندی در زمینه نشر کتاب انجام دادند و از کوششهای دبرید چلتون و نانسی فری هوفر یاد شود. از پدرم که در کتابخانه خود فضایی را به من اختصاص داد و به ویژه از همسرم کارولین که وامدار همکاری او در نشر این کتاب هستم صمیمانه تشکر می کنم. کارولین آماده پرواز باش!

ما مایلیم که استادان و دانشجویان خطاها و کاستیهای ویرایش جدید را به ما تذکر دهند. وقت زیادی صرف کردیم تا بهترین کتابی را که توان نوشتن آن را داشتیم بنویسیم و امیدواریم در فراگیری فیزیکی به شما یاری دهد. در مقابل از شما انتظار داریم نواقص و کاستیها را به ما تذکر دهید! لطفاً با کمال آزادی نظرات خود را به آدرسهای زیر با پست عادی یا الکترونیکی به ما اطلاع دهید. حتماً ارسال انتقادات شما تشکر ما را به دنبال دارد.

آوریل ۲۰۰۳

Hugh D. Young

Department of Physics

Carnegie Mellon University

Pittsburgh, Pennsylvania 15213

hdy@andrew.cmu.edu

Roger A. Freedman

Department of Physics

University of California, Santa Barbara

93106-Santa Barbara, California 9530

airboy@Physics.ucsb.edu

<http://www.physics.ucsb.edu/~airboy/>

هر یک از ما روش یادگیری خاص خود را داریم و یک روش را بر روش دیگر ترجیح می‌دهیم. آگاهی از روش یادگیری ترجیحی خودتان می‌توان کمک مؤثری در تمرکزتان بر جنبه‌هایی از فیزیک باشد که برای شما مشکل‌آفرین است و آنگاه به بخشهایی از درس خواهید پرداخت که در رفع مشکل عامل اساسی به‌شمار می‌آید. مسلم است که می‌خواهید بیشتر وقت خود را به جنبه‌هایی از درس اختصاص دهید که بیشترین مشکلها را بر سر راه دارد. اگر با گوش دادن به درس بهتر یاد می‌گیرید شرکت در کلاس بسیار مهم است. هرگاه از طریق شرح دادن بهتر یاد می‌گیرید کار کردن با دیگر دانشجویان مفیدتر است. چنانچه در حل مسئله اشکال دارید باید وقت بیشتری به حل مسئله اختصاص دهید. همچنین شناخت عاداتهای خوب یادگیری و تلاش برای خوگرفتن به آنها خالی از فایده نیست. شاید مهمتر از همه این باشد که برنامه آموزشی زمان‌بندی شده مناسبی تنظیم کرده و آن را در محیطی آرام و بی‌دغدغه اجرا کنید.

پیش خود به پرسشهای زیر پاسخ دهید:

● من می‌توانم مفاهیم اساسی جبر و مثلثات و هندسه را مورد استفاده قرار دهم (در غیر این صورت با کمک استاد برنامه دوره کردن این درسها را تنظیم و آن را اجرا کنید).

● در درسهای مشابه چه بخشهایی بیشتر از همه مشکل بود؟ (وقت بیشتری به آن اختصاص دهید.) و کدام بخش آسانتر؟ (ابتدا آن را انجام دهید؛ تا اعتماد به نفس شما را بیشتر کند.)

● اگر کتاب درسی را قبل از شرکت در کلاس بخوانم بهتر یاد می‌گیرم یا بعد از آن؟ (ممکن است مطالعه سطحی و سریع قبل از شرکت در کلاس و بررسی عمیق آن پس از شرکت بهترین روش باشد.)

● آیا وقت کافی صرف یادگیری فیزیکی می‌کنم؟ (معمولاً برای هر ساعت شرکت در کلاس ۲٫۵ ساعت در خارج از کلاس کار کنید. پس باید برای ۵ ساعت درس در هفته بین ۱۰ تا ۱۵ ساعت وقت خارج از کلاس اختصاص یابد.)

● آیا هر روز فیزیکی می‌خوانم؟ (سعی کنید ۱۵-۱۰ ساعت را در همه روزهای هفته بخش کنید.) چه ساعتی از روز مناسبترین ساعتها برای یادگیری فیزیکی است؟ (آن را مشخص کرده و هر روز در همان ساعت به این درس بپردازید.)

● آیا محل کار من آرام و برای کار کردن مناسب است و می‌توانم بر روی درس تمرکز یابم؟ (قطع متناوب تمرکز نظم کار را مختل کرده و باعث می‌شود که به نکات مهم دست نیابید.)

کارکردن با دیگران

دانشمندان و مهندسان به ندرت به تنهایی کار می‌کنند و بیشتر به همکاری با یکدیگر می‌پردازند. شما هم اگر با همدرسها کار کنید بیشتر یاد می‌گیرید و بیشتر لذت می‌برید. بعضی از استادان همکاری دانشجویان با یکدیگر را رسمیت داده و آنها را به تشکیل گروههای همکار تشویق می‌کنند. ممکن است بتوانید گروههای غیر رسمی با شرکت دانشجویانی که در همسایگی شما اقامت دارند تشکیل دهید. هرگاه به پست الکترونیکی دسترسی دارید از آن نیز برای تماس با دیگران استفاده کنید. گروههای درسی همکار در موقع کار برای امتحانها کارایی بسیار خوبی دارند.

چگونه می‌توان با کوشش واقعی در فراگیری فیزیکی توفیق یافت

از: مارک هولاباو، کامیونیتی کالج نورماندیل

فیزیک همه خرد و کلان و پیر و جوان را شامل می‌شود. از اتم تا کهکشان، از مدار الکترونیکی تا آترودینامیک، فیزیک بیشترین بخش از جهان محیط بر ما را فرا می‌گیرد. شاید شما به این دلیل این واحد درسی را انتخاب کرده‌اید که پیش‌نیاز درسهای بعدی شماست. درسهایی که در خودسازی شما به عنوان دانشمندان یا مهندسان آینده نقش اساسی دارند. استاد مایل است که شما این درس را فراگیرید و از آزمایشهای فیزیکی لذت ببرید. دلیل انتخاب این کتاب به عنوان کتاب درسی و نیز دلیل درخواست دکتر یانگ و دکتر فریدمن از من برای نوشتن این موضوع نیز همین است. ما علاقه‌مندیم که شما در این کار موفق باشید!

هدف این بخش از کتاب فیزیک دانشگاهی تشکیل ایده‌هایی است که به یادگیری شما کمک کند. در این بخش پیشنهادها و خاصی درباره چگونگی استفاده از کتاب درسی و سپس بحثی اجمالی درباره استراتژی آموزشی و ایجاد عادات لازم برای یادگیری مطرح می‌شود.

آمادگی برای این دوره درسی

چنانچه در دبیرستان فیزیک مقدماتی را خوب فرا گرفته باشید کارتان آسانتر است، زیرا با زبان فیزیک آشنایی دارید. اگر انگلیسی برای شما زبان خارجی است اصطلاحات جدید را در لغت‌نامه‌ای جمع‌آوری کنید و از به کارگیری درست این اصطلاحات در فیزیک اطمینان یابید. همچنین اگر اطلاعات ریاضی کافی داشته باشید جنبه‌های ریاضی این درس را زودتر فرا می‌گیرید. حتی اگر ریاضی شما رضایت‌بخش باشد باز هم مراجعه به کتابهایی نظیر کتاب آرنولد پیکار با نام آمادگی برای فیزیک عمومی: کسب مهارت در ریاضی و کمکهای مفید دیگر خالی از فایده نیست. ممکن است استاد بتواند بخشهایی از این کتاب ریاضی را برای استفاده شما انتخاب کند.

پیش از شروع به خواندن تفصیلی یک فصل با دقت به مفاهیم کلیدی آن توجه کنید تا بدانید می‌خواهید چه چیزی بیاموزید. هرگاه معنی همه این مفاهیم را در همان اول نفهمیدید ناراحت نشوید. علاوه بر آشنا شدن با محتوای فصل، مفاهیم کلیدی وسیله مناسبی برای دوره کردن درس برای امتحان است.

احتیاط!

تحقیقات نشان داده‌اند که هنگام یادگیری فیزیک مفاهیم نادرست و ذهنیتهای غلطی در دانشجویان ظاهر می‌شود. دکتر فریدمن پاراگرافهای احتیاط را وارد متن کرده است تا شما را از افتادن در این چاله‌های گمراه کننده برهاند!

مثالهای حل شده

استاد در کلاس مثالهایی را حل می‌کند تا کاربرد مفاهیم فیزیک در مسائل دنیای واقعی را به شما نشان دهد. شما باید همه مثالهای کتاب درسی را خود حل کنید. مراحل جالفتاده را تکمیل کنید و از آنچه نفهمیده‌اید یادداشت برداشته خود را از مفاهیم غلطی که باعث بروز ابهام شده‌اند برهانید.

راهبرد حل مسئله

یکی از جنبه‌های این کتاب که توجه من، به عنوان معلم فیزیک، را به خود جلب کرد وجود عنوانهای راهبرد حل مسئله بود. توصیه من به دانشجویانی که برای حل مسئله مراجعه می‌کردند این بود که معمولاً مدرسان فیزیک مسئله‌ها را با روش منطقی و منظمی حل می‌کنند. مطالب زیر عنوان راهبرد می‌تواند به مبتدیان همین روش را بیاموزد. بنابراین مطالعه دقیق آنها به شما می‌آموزد که چگونه یک مفهوم پیچیده را لمس و مجسم کنید.

بررسی قضیه

فیزیک به دنیای واقعیها تعلق دارد و این بررسی قضیه‌ها نمونه‌هایی از به کارگیری فیزیک در جهان واقعی و صنعت را به شما نشان می‌دهند.

خلاصه فصل، پرسشها و مسائل

مهمترین مفاهیم زیر عنوان اصطلاحات کلیدی آمده‌اند. در دفتر یادداشت خود لغت‌نامه‌ای برای این اصطلاحات درست کنید. ممکن است استاد در حین درس به شما بگوید که کدام یک از این اصطلاحات برای شما اهمیت دارند. خلاصه فصل امکان می‌دهد که مطالب مهم و فرمولهای اساسی که بیان ریاضی این مطالب هستند به سرعت قابل مرور باشند. همه چیزهای دیگر را می‌توان به کمک این فرمولها به دست آورد. هرگاه استاد حل مسائل آخر فصل را توصیه کرد آنها را به کمک هم درسها حل کنید. چنانچه حل مسئله‌ای را در اختیار دارید به آن مراجعه نکنید خودتان آن را کاملاً حل کرده پاسخهای به دست آمده را با پاسخهایی که دیگران به دست آورده‌اند مقایسه کنید. اگر پاسخها یکی هستند به راه حلها توجه کنید. در صورتی که در حل مسئله‌ای اشتباه کرده‌اید دوباره از اول آن را حل کنید. فقط به خواندن مسئله قناعت نکنید زیرا حل هر تمرین فهم بخشی از درس را آسانتر می‌کند. تمرینها را پیش از مسائل و مسائل مسابقه‌ای، که شامل چند مفهوم هستند، حل کنید.

گفتنیها گفته شد. امیدواریم این توصیه‌ها به یادگیری شما کمک کند. برای بهتر فهمیدن تلاش کنید و در یادگیری ثابت قدم باشید.

مهمترین بخش فعالیتهای درسی، شرکت در کلاس است. در فیزیک این بخش از فعالیت اهمیت بیشتری دارد زیرا استاد معمولاً از ویدیو، شبیه‌سازی کامپیوتری، و تصویر برای نمایش اصول مهم فیزیکی استفاده می‌کند. همه اینها فعالیتهای مختلفی است که به تفهیم اصول فیزیک کمک می‌کند. سعی کنید شرکت در کلاس منظم باشد و اگر به دلیلی غیبت کردید از یادداشتهای اعضای دیگر گروه استفاده کنید و از آنچه در کلاس گذشته است آگاه شوید.

رئوس مطالب را در کلاس یادداشت کنید و در خارج کلاس به شرح تفصیلی آن بپردازید. پس در کلاس فقط ایده‌های کلیدی را بنویسید. هرگاه استاد از یکی از نمودارهای کتاب درسی استفاده کرد، در یادداشتها جای آن را خالی بگذارید و در خارج از کلاس آن را رسم کنید. پس از کلاس یادداشتهای خود را ویرایش کنید و نقصهای آن را رفع نمایید و مشخص کنید چه چیزهایی را باید بعداً یاد بگیرید و به آن اضافه کنید. ارجاع به کتاب را با یادداشت شماره فرمولها، صفحه‌ها، و بخشها انجام دهید. هر پرسشی که به نظرتان رسید در کلاس یا در دفتر کار استاد با او مطرح کنید. توجه داشته باشید بی‌معنی‌ترین پرسشها آن پرسشی است که مطرح نمی‌شود. ممکن است همکاران شما از کسی کمک بگیرند و او بتواند در رفع مشکلات به شما کمک کند.

امتحان

شرکت در امتحان دلهره‌آور است اما اگر خود را برای امتحان آماده کرده باشید شرکت در امتحان آرامش‌بخش است. فرایند آماده شدن برای امتحان باید پیوسته دوام داشته باشد و از لحظه ختم یک امتحان باید کار آماده شدن برای امتحان بعدی آغاز شود. پس از هر امتحان بر پرسشها مرور کرده و اگر مرتکب اشتباهی شده‌اید آن را مشخص کنید. اگر مسئله‌ای را در امتحان غلط حل کردید یک صفحه کاغذ را با رسم خطی از بالا به پایین که از وسط آن می‌گذرد صفحه را به دو نیمه تقسیم کنید. در یک طرف حل صحیح و در طرف دیگر آنچه را در امتحان حل کرده‌اید بنویسید تا مشخص شود در کدام مرحله از حل مسئله مرتکب اشتباه شده‌اید. اگر نتوانستید اشتباه خود را تصحیح کنید به استاد مراجعه کنید. فیزیک همواره بر پایه ایده‌های اساسی شکل گرفته و کامل می‌شود. تصحیح فوری بدآموزها اهمیت خاص دارد. توجه: درسی را که در لحظه‌های آخر و با عجله خوانده‌اید ممکن است در این امتحان مفید واقع شود اما نمی‌توانید مفاهیم آن را برای امتحان بعدی حفظ کنید.

استفاده از کتاب درسی

اینک به بررسی کتاب فیزیک دانشگاهی می‌پردازیم که در فراگیری مفاهیم فیزیک به شما کمک می‌کند. فیزیک تنها مجموعه‌ای از اعداد و فرمول نیست. فیزیک طریقه نگاه کردن به جهان و فهم طرز کار آن و نحوه ارتباط اجزای آن به یکدیگر است. با آنکه حل معادله‌ها و مسائل بخش مهمی از فیزیک را تشکیل می‌دهد فهم کیفیت مفاهیم نیز به همان اندازه مهم است. کتاب درسی در هر دو زمینه مفید است. از نوشتن بر روی کتاب درسی نرسید زیرا درک مفاهیم فیزیکی بسیار مهمتر از تمیز نگاه داشتن یک کتاب است. در حاشیه کتابها بنویسید و برای مراجعه آن را علامت‌گذاری کنید. در دفتر یادداشت خود آنچه را فرا گرفته‌اید بنویسید. فیزیک دانشگاهی در این دوره درسی اولین مرجع شماست. برای درک مفاهیمی که در کلاس درس مطرح می‌شود به آن مراجعه کنید. طرز استفاده از پیوستها و فهرست را یاد بگیرید.