

جرل واکر / هالیدی / رزنیک

مبانی فیزیک

نسبیت، ذره یا موج، اتم‌ها، جامدها، هسته‌ها، ذرات بنیادی
و مکره‌های شناسی

فیزیک پایه ۴

فیزیک عمومی ۴ / فیزیک جدید

ویراست دهم

دکتر محمد ابراهیم ابوکاظمی

دکتر جلال الدین پاشایی راد

ویراسته

دکتر محمد ابراهیم ابوکاظمی



نوپردازان

سرشناسه	د. واکر، چیرله ۱۹۴۵-م.
عنوان و نام‌پیداوار	Walker, Jearl : مبانی فیزیک (نسبیت، ذره یا موج، اتم‌ها، جامدها، هسته‌ها، ذرات بنیادی و کیهان‌شناسی)؛ فیزیک پایه ۴ / تألیف چرل واکر، هالییدی، رزنیک؛ ترجمه محمدابراهیم ابوکاظمی، جلال‌الدین پاشایی‌راد؛ ویراسته محمدابراهیم ابوکاظمی.
مشخصات نشر	: تهران: نویردازان، ۱۳۹۶.
مشخصات ظاهری	: ده، ۳۹۸ص؛ ۲۹×۲۲ س.م.
شابک	: 978-964-975-230-3؛ دوره : 6-284-975-964-978
وضعیت فهرست نویسی	: فقیبا
یادداشت	: عنوان اصلی: Fundamental of physics, 10th. ed, 2014.
یادداشت	: در ویراسته‌های قبلی دیوید هالییدی سرشناسه است.
یادداشت	: واژه‌نامه.
ی ناست	: نمایه.
مخ	: فیزیک
موضه	: physics
نمونه افزوده	: هالییدی، دیوید، ۱۹۱۶-م.
نمونه افزوده	Halliday, David :
نمونه افزوده	: بنک، دلبرت، ۱۹۲۳-م.
نمونه افزوده	Resnick, Robert :
نمونه افزوده	: محمدابراهیم، ۱۳۲۴-، مترجم
نمونه افزوده	: پاشایی‌راد، جلال‌الدین، ۱۳۲۴-، مترجم
ردیف‌بندی کنگره	: ۱۹۶م ۲۱ص ۷۷ QCl
ردیف‌بندی دیویی	
شماره کتابشناسی ملی	: ۹۵۷۴۱



نوبت

تالیف	جول واکر، هالییدی، رزنیکه
ترجمه	دکتر محمد ابراهیم ابوکاظمی، عبدالالدین پاشایی راد
ویراستار	دکتر محمد ابراهیم ابوکاظمی
ناشر	نوپردازان
قطع	رحلی
ویرایش	دهم
نوبت چاپ	اول
تاریخ چاپ	۱۳۹۶
تیراژ	۱۰۰۰
صفحات	۴۰۸
شابک	۹۷۸-۹۶۴-۹۷۵-۲۸۴-۶
شابک دوره	۹۷۸-۹۶۴-۹۷۵-۲۳۰-۳
دفتر انتشارات	تهران، خیابان کارگر جنوبی، خیابان لبافی نژاد غربی، پلاک ۱۵
تلفن	۶۶۵۶۸۰۹۶ - ۸

۲۸۰۰۰ تومان

مرکز پخش کتابیران: تهران، خیابان لبافی نژاد، بین اردیبهشت و فروردین، پلاک ۲۳۸
تلفن: ۶۶۴۹۴۰۹ - ۶۶۴۱۱۷۳ - ۶۶۴۱۴۵۱۵ - ۶۶۴۱۴۴۷۴

WWW.Ketabiran.ir

فروش اینترنتی

۳۸-۳ فوتون‌ها، تکانه، پراکندگی کامپتون، تداخل نور ۶۵
فوتون دارای تکانه است ۶۶
نور به عنوان موج احتمال ۷۰

۳۸-۴ پیدایش فیزیک کوانتومی ۷۳
پیدایش فیزیک کوانتومی ۷۴

۳۸-۵ الکترون و موج ماده ۷۷
الکترون و موج ماده ۷۷

۳۸-۶ معادله شرودینگر ۸۱
معادله شرودینگر ۸۲

۳۸-۷ اصل عدم قطعیت هایزنبرگ ۸۵
اصل عدم قطعیت هایزنبرگ ۸۶

۳۸-۸ بازتاب از پله پتانسیل ۸۸
بازتاب از پله پتانسیل ۸۸

۳۸-۹ توالی زنی در سد پتانسیل ۹۱
توالی زنی در سد پتانسیل ۹۱
میکروسکوپ تونل زنی روبشی (STM) ۹۳
مرور و جمع بندی ۹۴
پرسش‌ها ۹۷
مسئله‌ها ۹۸

۳۹ بازهم درباره امواج ماده ۱۰۸

۳۹-۱ انرژی‌های الکترون تله‌افتاده ۱۰۵
فیزیک مورد بحث ۱۰۶
موج‌های روی تار و موج‌های ماده ۱۰۶
انرژی‌های الکترون تله‌افتاده ۱۰۷

۳۹-۲ تابع موج الکترون تله‌افتاده ۱۱۳
تابع موج الکترون تله‌افتاده ۱۱۴
احتمال آشکارسازی ۱۱۴

۳۹-۳ الکترون در چاه متناهی ۱۱۹
الکترون در چاه متناهی ۱۲۰

۳۹-۴ تله‌های دو بُعدی و سه بُعدی برای الکترون ۱۲۲

یادداشت مترجم هفت
پیشگفتار مؤلف نه

۳۷ نسبیت ۱

۳۷-۱ همزمانی و اتساع زمان ۱
فیزیک مورد بحث ۲
اصل موضوع‌ها ۳
اندازه‌گیری یک رویداد ۵
نسبیت همزمانی ۷
نسبیت زمان ۹

۳۷-۲ نسبیت طول ۱۶
نسبیت طول ۱۶

۳۷-۳ تبدیل لورنتس ۲۱
تبدیل لورنتس ۲۱

برخی پیامدهای معادله‌های لورنتس ۲۴

۳۷-۴ نسبیت سرعت‌ها ۲۷
نسبیت سرعت‌ها ۲۷

۳۷-۵ اثر دوپلر برای نور ۲۸
اثر دوپلر برای نور ۲۹

۳۷-۶ تکانه و انرژی ۳۳
نگاهی نو به تکانه ۳۴

نگاهی نو به انرژی ۳۵
مرور و جمع بندی ۴۱
پرسش‌ها ۴۳
مسئله‌ها ۴۴

۳۸ فوتون‌ها و امواج ماده ۵۷

۳۸-۱ فوتون، کوانتوم نور ۵۷
فیزیک مورد بحث ۵۷
فوتون، کوانتوم نور ۵۸

۳۸-۲ اثر فوتوالکتریک ۶۰
اثر فوتوالکتریک ۶۱

چهار فهرست

- تله‌های دیگر الکترون ۱۲۳
تله‌های دو بُعدی و سه بُعدی برای الکترون ۱۲۵
- ۳۹-۵ اتم هیدروژن ۱۲۸
اتم هیدروژن یک تله الکترون است ۱۲۹
مدل بور برای هیدروژن. تغییر نگرشی درست ۱۳۰
معادله شرودینگر و اتم هیدروژن ۱۳۲
مرور و جمع بندی ۱۴۳
پرسش‌ها ۱۴۵
مسئله‌ها ۱۴۶
- ۴۰ شناخت اتم‌ها ۱۵۳
۴۰-۱ خواص اتم‌ها ۱۵۳
فیزیک مورد بحث ۱۵۴
برخی از خواص اتم‌ها ۱۵۴
تکانه زاویه‌ای، گشتاورهای دوقطبی مغناطیسی ۵۸
- ۴۰-۲ آزمایش اشترن-گرلاخ ۱۶۳
آزمایش اشترن-گرلاخ ۱۶۳
- ۴۰-۳ تشدید مغناطیسی ۱۶۸
تشدید مغناطیسی ۱۶۸
- ۴۰-۴ اصل طرد و چند الکترون در یک تله ۱۷۰
اصل طرد پاولی ۱۷۰
الکترون‌های متعدد در تله‌های راستگوشه ۱۷۱
- ۴۰-۵ ساخت جدول تناوبی ۱۷۵
ساخت جدول تناوبی ۱۷۶
- ۴۰-۶ پرتوهای X و ترتیب عناصر ۱۷۹
پرتوهای X و ترتیب عناصر ۱۷۹
- ۴۰-۷ لیزرها ۱۸۵
لیزرها و نور لیزر ۱۸۵
لیزرها چگونه کار می‌کنند ۱۸۶
مرور و جمع بندی ۱۹۱
پرسش‌ها ۱۹۳
مسئله‌ها ۱۹۳
- ۴۱ رسانایی الکتریسته در جامدها ۲۰۱
۴۱-۱ خواص الکتریکی فلزها ۲۰۱
- فیزیک مورد بحث ۲۰۲
خواص الکتریکی جامدها ۲۰۲
ترازهای انرژی در جامد بلورین ۲۰۳
عایق‌ها ۲۰۵
فلزها ۲۰۶
- ۴۱-۲ نیمرسانا و آلایش ۲۱۴
نیمرساناها ۲۱۵
نیمرساناهای آلاییده ۲۱۷
- ۴۱-۳ پیوندگاه $p-n$ و ترانزیستور ۲۲۰
پیوندگاه $p-n$ ۲۲۱
یکسوکننده پیوندگاهی ۲۲۳
دیود نورگسیل (LED) ۲۲۵
ترانزیستور ۲۲۷
مرور و جمع بندی ۲۲۹
پرسش‌ها ۲۳۰
مسئله‌ها ۲۳۱
- ۴۲ فیزیک هسته‌ای ۲۳۷
۴۲-۱ کشف هسته ۲۳۷
فیزیک مورد بحث ۲۳۷
کشف هسته ۲۳۷
- ۴۲-۲ همای از ویژگی‌های هسته‌ای ۲۴۱
شماری از ویژگی‌های هسته‌ای ۲۴۲
- ۴۲-۳ واپاشی پرتوآلایش ۲۵۰
واپاشی پرتوآلایشی ۵۱
- ۴۲-۴ واپاشی آلفا ۲۵۵
واپاشی آلفا ۲۵۶
- ۴۲-۵ واپاشی بتا ۲۵۹
واپاشی بتا ۲۵۹
- ۴۲-۶ تاریخ گذاری پرتوآلایشی ۲۶۴
تاریخ گذاری پرتوآلایشی ۲۶۴
- ۴۲-۷ اندازه گیری دُر تابش ۲۶۵
اندازه گیری دُر تابش ۲۶۶
- ۴۲-۸ مدل‌های هسته‌ای ۲۶۷
مدل‌های هسته‌ای ۲۶۷

۲-۴۴ لپتون‌ها، هادرون‌ها، و شگفتی	۳۳۱	مرور و جمع‌بندی	۲۷۲
لپتون‌ها	۳۳۲	پرسش‌ها	۲۷۳
هادرون‌ها	۳۳۵	مسئله‌ها	۲۷۴
بازهم یک قانون پایداری دیگر	۳۳۶		
راه هشت‌گانه	۳۳۷	۴۳ انرژی حاصل از هسته اتم	۲۸۳
۳-۴۴ کوآرک‌ها و ذرات میانجی	۳۴۱	۱-۴۳ شکافت هسته‌ای	۲۸۳
مدل کوآرکی	۳۴۱	فیزیک مورد بحث	۲۸۳
نیروهای بنیادی و ذرات میانجی	۳۴۶	شکافت هسته‌ای: فرایند بنیادی	۲۸۵
۴-۴۴ کیهان‌شناسی	۳۴۹	مدلی برای شکافت هسته‌ای	۲۸۸
درنگی برای تفکر	۳۵۰	۲-۴۳ رآکتور هسته‌ای	۲۹۳
عالم در حال انبساط است	۳۵۱	رآکتور هسته‌ای	۲۹۳
تابش زمینه کیهانی	۳۵۳	۳-۴۳ رآکتور هسته‌ای طبیعی	۲۹۸
ماده تاریک	۳۵۳	رآکتور هسته‌ای طبیعی	۲۹۹
مهبانگ	۳۵۴	۴-۴۳ گداخت گرما هسته‌ای: فرایند اصلی	۳۰۱
نتیجه‌گیری	۳۵۹	گداخت گرما هسته‌ای: فرایند اصلی	۳۰۱
مرور و جمع‌بندی	۳۶۰	۵-۴۳ گداخت گرما هسته‌ای در خورشید و دیگر ستاره‌ها	۳۰۴
پرسش‌ها	۳۶۰	گداخت گرما هسته‌ای در خورشید و دیگر ستاره‌ها	۳۰۴
مسئله‌ها	۳۶۱	۶-۴۳ گداخت گرما هسته‌ای کنترل‌شده	۳۰۸
پیوست‌ها		گداخت گرما هسته‌ای کنترل‌شده	۳۰۸
پیوست ۱	۳۶۱	مرور و جمع‌بندی	۳۱۱
پیوست ۲	۳۶۱	پرسش‌ها	۳۱۲
پیوست ۳	۳۶۱	مسئله‌ها	۳۱۳
پیوست ۴	۳۶۳		
پیوست ۵	۳۶۷	۴۴ کوآرک‌ها، لپتون‌ها، و مهبانگ	۳۱۹
پیوست ۶	۳۸۰	۱-۴۴ ویژگی‌های همگانی ذرات بنیادی	۳۱۹
پیوست ۷	۳۸۴	فیزیک مورد بحث	۳۱۹
پاسخنامه	۳۸۵	ذرات، ذرات، ذرات	۳۲۰
		میان‌برده	۳۲۶
نمایه	۳۸۹		

برای بسیاری از مدرسان و دانشجویان علوم پایه و مهندسی، نام «هالیدی-رزنیک» گویی مترادف است با «فیزیک پایه دانشگاهی». با نگاهی به پیشینه، روش ارائه، و ویژگی‌های این اثر شاید بتوان این نکته را قابل توجیه دانست. ویراست اول «مبانی فیزیک هالیدی-رزنیک»، نخستین بار، در سال ۱۹۷۰ چاپ و منتشر شد. این کتاب نسخه تعدیل شده‌ای از کتاب دیگر همین مؤلفان، با نام «فیزیک»، بود که چهار سال پیش‌تر از آن به چاپ رسیده بود. از آن زمان تاکنون، این متن درسی در پرتو نظرات اصلاحی مدرسان و منتقدان، متناسب با پیشرفت روش‌های آموزشی و فناوری تولید کتاب، و همچنین در پاسخ به نیازها و کاربردهای تازه، بارها و بارها بازنگری، بازنویسی، و بازتولید شده است. مؤلفان ویراست دوم این متن را در سال ۱۹۸۱، و ویراست سوم آن را با همکاری «جان مریل» در سال ۱۹۸۸ به چاپ سپردند.

از ویراست چهارم این کتاب (و چاپ ۱۹۹۳) است که «جرل واکر»، استاد دانشگاه کلیولند آمریکا، به عنوان همکار مؤلف وارد صحنه می‌شود و با نشان دادن ارتباط فیزیک «دنیای واقعی و زندگی روزمره» در این کتاب، رنگ و روی تازه‌ای به آن می‌بخشد. او این اثر را «طرحی در حال پیشرفت» در نظر می‌گیرد و، با استفاده از بازخوردهای مستقیم تدریس آن در کلاس‌های «فیزیک پایه» و اظهار نظرات منتقدان و مدرسان و دانشجویان دانشگاه‌های مختلف، به‌طور متوسط هر سه سال یک‌بار ویراست جدیدی از آن را عرضه می‌کند. از ویراست هشتم این کتاب به بعد بوده است که استاد واکر برای آن‌که بر جذابیت این متن درسی بیفزاید و درک‌پذیری مسائل دنیای واقعی را با اصول بنیادی فیزیک بنمایاند، مطالب زیادی از کتاب دیگرش

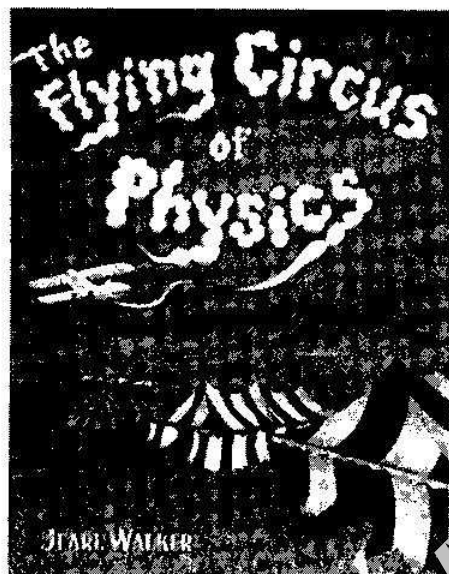
(J.Walker, *The Flying Circus of Physics*, Wiley, 1977) را متناسب با موضوعات مورد بحث در جای‌جای آن گنجانده است. کتاب حاضر که ترجمه فارسی فصل‌های پایانی ۳۷ تا ۴۴ متن اصلی و مشتمل بر مباحث مقدماتی نسبیت، فوتون‌های نور، امواج ماده، فیزیک اتمی و هسته‌ای، حالت جامد، ذرات بنیادی و کیهان‌شناسی است، براساس برنامه بازنگری‌شده شورای عالی برنامه‌ریزی آموزشی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری (۱۳۹۴) به‌عنوان متن درسی فیزیک عمومی ۴ (یا فیزیک نوین) برای دانشجویان دوره کارشناسی فیزیک در نظر گرفته شده است. مترجمان در حد توان خود کوشیده‌اند مطالب متن اصلی را با رعایت امانت، درستی محتوای علمی، حفظ روح نوشته و تأکیدات مؤلفان به زبان فارسی روان و قابل فهم برای دانشجویان درآورند. در انجام این کار و مسئولیت بزرگی که برعهده گرفته‌ایم، بی‌چون و چرا، نارسایی‌هایی هم داشته‌ایم که استادان و خوانندگان محترم با یادآوری آن‌ها بر ما منت می‌گذارند و این فرصت را فراهم می‌کنند که چاپ‌های بعدی این کار کم‌نقص‌تر و مفیدتر عرضه شوند. گفتنی است که دوست عزیزمان، جناب آقای دکتر محمدرضا کلاه‌چی، متأسفانه به دلایلی نتوانسته‌اند در بخش پایانی ویراست این ویراست با ما همکاری کنند. در پایان، قدردانی و سپاس از را تقویم می‌کنیم به مدیر محترم انتشارات نوپردازان، و به یک‌یک همکاران زحمت‌کش بخش‌های رایانه، حروف‌چینی، نسخه‌پردازی، گرافیک، صفحه‌آرایی، اداری، و نظارت بر چاپ این مؤسسه که برای تولید این کتاب تلاش‌های خستگی‌ناپذیر و مسئولانه‌ای از خود نشان داده‌اند و توانسته‌اند اثری درخور تحسین پدید بیاورند.

محمدابراهیم ابوکاظمی، جلال‌الدین پاشایی راد

بهار ۱۳۹۶

چرا این کتاب را نوشتم

موضوع فیزیک، از دید من، هم سرگرم‌کننده است و هم بسیار چالش‌برانگیز. من از آن روزی به فیزیک این چنین نگریده‌ام که در برابر پرسش یکی از دانشجویان در سر کلاس درس درماندم. در آن زمان دانشجوی دوره دکتری بودم، و پرسش هم این بود: «این چیزهایی که شما می‌گویید، چه ربطی به زندگی من دارد؟» البته، من بلافاصله پاسخ دادم: «همه زندگی من و تو با همین چیزها — یعنی همین فیزیک — سروکار دارد.»



او از من خواست نمونه بیاورم. هرچه فکر کردم، پاسخی به نظرم نرسید. از شب همان روز بود که نوشتن کتاب سیرک بالدار فیزیک را آغاز کردم و آن را به‌خاطر دانشجویان و نیز به‌خطر زدنم پدید آوردم، چون متوجه شده بودم اعتراض او اعتراض خود من هم بود. شش سال بعد به من چند ده کتاب درسی فیزیک، راه خودم را به‌سختی پیدا کرده بودم. همه این کتاب‌ها با دقت بسیار زیاد نوشته شده بودند، و بهترین شیوه‌های آموزشی هم در آن‌ها بکار گرفته شده بود. با این همه، همگی چیزهایی کم داشتند. فیزیک به دلیل آن که ساختار طرز کار عالم را بررسی می‌کند، جالب‌ترین موضوع مطالعاتی دنیاست؛ اما آن کتاب‌ها همه انتزاعی بودند و هیچ ارتباطی با دنیای واقعی و زندگی روزمره نداشتند. جیب سرگرم‌کنندگی موضوع در آن‌ها نادیده گرفته شده بود.

با پیوندی که میان مبانی فیزیک و ویراست جدید سیرک بالدار فیزیک برقرار کرده‌ام، توانسته‌ام خیلی از مطالب فیزیک دنیای واقعی را در اولی بگنجانم. بسیاری از این مطالب، برگرفته از کلاس‌های فیزیک پایه است که من در آن‌ها درس می‌دهم.

در آن‌جاست که از روی چهره‌ها و اظهارنظرهای صریح می‌فهمم چه مطالبی و چه روش‌هایی کارآمدی دارند و از چه چیزهایی باید پرهیز کرد. یادداشت‌هایی که از موفقیت‌ها و شکست‌هایم در این کلاس‌ها برمی‌دارم، راهنمای من در فراهم آوردن شالوده این کتاب است. پیام من به دانشجویان در این‌جا و از دیرباز، از همان وقتی که با آن دانشجویان و پرسش‌های بی‌پایه‌رو شدم، این بوده و هست که «بله، برای دنیای واقعی، شما می‌توانید از مفاهیم فیزیک پایه شروع کنید و پس از پیمودن راهی که در پیش گرفته‌اید به نتیجه‌گیری‌هایی معتبر برسید؛ تمام سرگرمی فیزیک هم در همین پی بردن به طرز کار دنیای واقعی است.»

هدف‌های بسیاری از نوشتن این کتاب دارم، اما هدف اصلی‌ام این است که ابزاری در اختیار مدرسان قرار دهم تا به کمک آن به دانشجویان بیاموزند چگونه مطالب علمی را به‌طور مؤثر بخوانند، مفاهیم بنیادی را تشخیص بدهند، از دریچه پرسش‌های علمی بیندیشند، و با حل مسئله به پاسخ‌هایی کمی برسند. این فرایند نه برای دانشجویان آسان است نه برای مدرسان. یادگیری همین درس در این کتاب، به‌راستی، شاید چالش‌برانگیزترین مورد در میان تمام درس‌هایی باشد که هر دانشجویی می‌گذراند. با وجود این، شاید سودمندترین‌شان هم باشد زیرا ساز و کار بنیادی عالم را که خاستگاه تمامی کاربردهای علمی و مهندسی است، نشان می‌دهد.

بسیاری از کسانی که از ویراست نهم این کتاب استفاده کردند (هم از مدرسان و هم از دانشجویان)، اظهارنظرها و پیشنهادهای خود را برای بهتر شدن آن فرستادند. این بهینه‌سازی‌ها در متن کتاب و در مسئله‌های آن گنجانده شده‌اند. هم ناشر و هم خود من این اثر را به‌صورت طرحی در حال پیشرفت در نظر می‌گیریم، و ارسال پیشنهادهای بیشتر کاربران را انتظار داریم. نظرهای مثبت یا منفی،

پیشنهادها، و تصحیحات خود را می‌توانید به نشانی انتشارات جان وایلی و پسران یا به نشانی جرل واکر (دانشکده فیزیک، دانشگاه ایالتی کلیولند، کلیولند، اوهایو ۴۴۱۱۵ ایالات متحد آمریکا؛ یا وبگاه www.flyingcircusofphysics.com) بفرستید. ممکن است نتوانیم به همه پیشنهادها پاسخ بدهیم، اما تک‌تک آن‌ها را بررسی و نگره‌داری خواهیم کرد.

تازه‌های این ویراست

واحدها و هدف‌های یادگیری «از این بخش چه باید بیاموزم؟» ده‌ها سال است که دانشجویان، از ضعیف‌ترین تا قوی‌ترین‌شان، این را از من پرسیده‌اند. مشکل کار در این است که ضمن خواندن هر بخش، حتی دانشجوی جدی و صاحب فکر هم ممکن است نتواند مطمئن باشد که مهم‌ترین نکات آن را دریافته است. من خودم هنگامی که برای گذراندن فیزیک سال اول از ویراست نخست هالیدی-رزنیک استفاده می‌کردم، چنین احساسی داشتم.

برای کاهش دادن این مشکل، در این ویراست، من فصل‌های این کتاب را براساس محتوای اصلی‌شان از نو به صورت واحدهای مفهومی سازمان‌دهی کردم و هر واحد را با فهرستی از هدف‌های یادگیری آن آغاز می‌کنم. در این فهرست، به صراحت نکته‌هایی آموزشی و مهارت‌هایی را نام برده‌ام که در خواندن این واحد باید فراگرفته شوند. در پی هر فهرست، چکیده‌ای از نکته‌های اصلی مورد بحث نیز آورده شده است. برای نمود، نگارنده به واحد اول از فصل ۱۶ که در آن دانشجویان با انبوهی از مفاهیم و اصطلاحات روبه‌رو می‌شود. در این میان، به جای آن‌که تنها بتوانند دانشجوی در فهمیدن مطالب و سروسامان دادن به این نکات اکتفا شود، آزمون‌هایی در مراحل مختلف در نظر گرفته شده‌اند که دانش‌آموزان همانند فهرست بازبینی‌های خلبانی است که پیش از حرکت به سوی باند پرواز باید با پاسخ دادن و رسیدگی به آن‌ها نسبت به سلامت پرواز اطمینان خاطر پیدا کند.

فصل‌های بازنویسی‌شده از آن‌جا که دانشجویان من در مطالعه فصل‌های چند فصل اصلی و بخش‌هایی از چند فصل دیگر همچنان با مشکل روبه‌رو بوده‌اند، در این ویراست مطالب زیادی را بازنگری کرده‌ام. برای نمونه، فصل‌های با عناوین قانون گاوس و پتانسیل الکتریکی را که از نظر دانشجویان دیرپاب بودند، از نو طراحی کردم. مطالب ارائه شده در آن‌ها اکنون ملایم‌ترند و یک‌راست به سوی نکته‌های اصلی نشانه‌گیری شده‌اند.

نمونه مسئله‌های جدید و پرسش‌ها و مسئله‌های تکلیفی تازه برای آن‌که برخی از قسمت‌های دشوار از نظر دانشجویان را روشن‌تر و قابل فهم‌تر کنم، شانزده نمونه مسئله جدید را در فصل‌های کتاب گنجانده‌ام. همچنین حدود ۲۵۰ مسئله و ۵۰ پرسش تازه را نیز به قسمت‌های تکلیفی پایان فصل‌ها افزوده‌ام. پاره‌ای از این مسئله‌ها از ویراست‌های پیشین این کتاب هستند، که به درخواست بعضی مدرسان آورده شده‌اند.