

جرل واکر

ویراست هشتم

مبانی فیزیک

فیزیک پایه ۱

مکانیک، گرما، ترمودینامیک، و نظریه جنبشی گازها
برای دانشجویان فنی و مهندسی

هالیدی/رزنیک

دکتر محمد ابراهیم ابوکاظمی

دکتر جلال الدین پاشایی راد

دکتر محمد رضا کلاهچی



نوپردازان

ویراسته

دکتر محمد ابراهیم ابوکاظمی

سرشناسه	: واکر، چرل، ۱۹۴۵ - م. Walker, Jearl
عنوان و نام پدیدآور	: میانی فیزیک / چرل واکر، هالیدی، رزنیکی، [ترجمه] محمدابراهیم ابوکاظمی، جلال‌الدین پاشایی‌راد، محمدرضا کلاه‌چی، ویراسته محمدابراهیم ابوکاظمی.
مشخصات نشر	: تهران : نویردازان، ۱۳۸۹ -
مشخصات ظاهری	: ۴ ج.: مصور، نمودار.
شابک	: دوره: 0-978-964-975-062-0، ج. ۱: 4-978-964-975-118-4
وضعیت فهرست‌نویسی : فیبا	
یادداشت	: عنوان اصلی: Fundamentals of Physics, 8th ed, c2008
مندرجات	: ج. ۱. مبانی فیزیک: فیزیک پایه ۱: (مکانیک، گرما، ترمودینامیک مقدماتی و نظریه جنبشی برای دانشجویان فنی و مهندسی).
موضوع	: فیزیک
شماره افزوده	: هالیدی، دیوید، ۱۹۱۶ - م.
شناسه افزوده	: Halliday, David
شناسه افزوده	: رزنیکی، رابرت، ۱۹۲۳ - م.
شناسه افزوده	: Resnick, Robert
شناسه افزوده	: ابوکاظمی، محمدابراهیم، ۱۳۲۴ - مترجم
شناسه افزوده	: پاشایی‌راد، جلال‌الدین، ۱۳۲۴ - مترجم
شناسه افزوده	: کلاه‌چی، محمدرضا، مترجم
رده‌بندی کنگره	: ۱۳۸۹ م ۵۲/۳/۳۰۲ QC
رده‌بندی دیویی	: ۵۳۰
شماره کتابشناسی ملی	: ۱۹۵۷-۵۰

A PERSIAN TRANSLATION OF
 PHYSICS, 8TH ED. D. HALLIDAY, R. RESNICK, J. WALKER,
 JOHN WILEY & SONS (2008)

کتاب	مبانی فیزیک/ فیزیک پایه ۱ (مکانیک، گرما، ترمودینامیک مقدماتی، و نظریه جنبشی گازها) (برای دانشجویان فنی و مهندسی)
تالیف	واکر - هالیدی - رزیک
ترجمه	محمد ابراهیم ابوکاظمی - جلال الدین پاشایی راد - محمد رضا کلاه چی
ویراسته	محمد ابراهیم ابوکاظمی
ناشر	نوپردازان
قطع	رحلی
نوبت	اول
تاریخ	تابستان ۱۳۸۹
تیراژ	۵۰۰۰
صفحات	۶۱۶
شابک	۹۷۸-۹۶۴-۹۷۵-۱۱۸-۴
شابک دوره	۹۷۸-۹۶۴-۹۷۵-۰۶۲-۰
قیمت	۲۵۰۰۰ تومان

مراکز پخش

کتابیران: تهران، میدان انقلاب، ابتدای خیابان آزادی، خیابان دکتر قریب، بعد از فرصت شیرازی،

پلاک ۷، تلفن: ۶۶۵۶۶۵۰۹ - ۱۸

نوپردازان: تهران، خیابان لبافی نژاد، بین اردیبهشت و فروردین، پلاک ۲۳۸،

تلفن: ۶۶۴۱۴۴۷۴ - ۶۶۴۱۴۵۱۵ - ۶۶۴۱۱۱۷۳ - ۶۶۴۹۴۴۰۹

ناشر و مترجمان این اثر مراتب سپاس و قدر دانی خود را نسبت به افراد زیر
 که به نوعی در خلق آن سهمیم بوده اند بیان می دارند

- | | |
|--------------------------------|--|
| ۱ خانم هدای اسکندری | کرافیت متن، صفحه آرا |
| ۲ خانم سوس انوری | نسخه پرداز |
| ۳ خانم مرجان تاجدار | کرافیت متن، صفحه آرا |
| ۴ خانم فاطمه حسابی | کرافیت متن، صفحه آرا |
| ۵ آقای علی حسن زاده | ناظر فنی چاپ |
| ۶ آقای مهران رجعی | سرپرست حروفچینی، حروفچین اثر، صفحه پرداز |
| ۷ آقای مصطفی رشودی | ناظر فنی چاپ |
| ۸ خانم مصوهر رمزی | حروفچین، صفحه پرداز |
| ۹ خانم فرزانه زینی پور | کرافیت متن، صفحه آرا |
| ۱۰ آقای فخرالدین قارلقی | ناظر فنی چاپ |
| ۱۱ آقای محمدس میاویون مقدس | کرافیت مؤل، طرح جلد |
| ۱۲ آقای فرید مهربان پور | ناظر فنی چاپ |
| ۱۳ خانم مریم السادات میرفرغانی | سرپرست واحد کرافیت، کرافیت |
| ۱۴ آقای محمد نور | لیتوگراف، شادور چاپ |
| ۱۵ کارکنان | چاپخانه نقش و نگار |
| ۱۶ کارکنان | مراکز بخش کتابسازان نوپردازان |

یادداشت مترجمان نه

پیش‌گفتار یازده

۱ اندازه‌گیری ۱

چگونه ممکن است ساختمانی نشست کند و فرو برود؟ ۱

۱-۱ فیزیک این فصل ۲

۲-۱ اندازه‌گیری‌ها ۲

۳-۱ دستگاه بین‌المللی یکاها ۳

۴-۱ تبدیل یکاها ۴

۵-۱ طول ۵

۶-۱ زمان ۷

۷-۱ جرم ۸

مرور و جمع‌بندی ۱۰

مسئله‌ها ۱۰

۱-۳ فیزیک این فصل ۵۲

۲-۳ بردارها و اسکالرها ۵۲

۳-۳ جمع بردارها به روش هندسی ۵۳

۴-۳ مؤلفه‌های بردار ۵۵

۵-۳ بردار یک‌ه ۵۹

۶-۳ جمع بردارها با استفاده از مؤلفه‌ها ۶۰

۷-۳ بردارها و قانون‌های فیزیک ۶۴

۸-۳ ضرب بردارها ۶۴

مرور و جمع‌بندی ۶۹

پرسش‌ها ۷۰ / مسئله‌ها ۷۱

۴ حرکت دوتبعدی و سه‌تبعدی ۷۹

در حرکت توپ بیسبال چه نشانه‌ای نهفته است؟ ۷۹

۱-۴ فیزیک این فصل ۸۰

۲-۴ مکان و جابه‌جایی ۸۰

۳-۴ سرعت متوسط و سرعت لحظه‌ای ۸۲

۴-۴ شتاب متوسط و شتاب لحظه‌ای ۸۵

۵-۴ حرکت پرتابه‌ای ۸۷

۶-۴ تحلیل حرکت پرتابه‌ای ۸۹

۷-۴ حرکت دایره‌ای یکنواخت ۹۴

۸-۴ حرکت نسبی یک‌تبعدی ۹۷

۹-۴ حرکت نسبی دوتبعدی ۹۹

مرور و جمع‌بندی ۱۰۰

پرسش‌ها ۱۰۱ / مسئله‌ها ۱۰۳

۲ حرکت در راستای خط راست ۱۷

دارکوب چگونه می‌تواند از ضربات فوق‌العاده شدید برخوردار با تنه درخت جان سالم به در برد؟ ۱۷

۱-۲ فیزیک این فصل ۱۸

۲-۲ حرکت ۱۸

۳-۲ مکان و جابه‌جایی ۱۸

۴-۲ سرعت متوسط و مقدار سرعت متوسط ۲۰

۵-۲ سرعت لحظه‌ای و مقدار سرعت لحظه‌ای ۲۳

۶-۲ شتاب ۲۵

۷-۲ شتاب ثابت: حالت خاص ۲۸

۸-۲ نگاهی دیگر به شتاب ثابت ۳۱

۹-۲ شتاب سقوط آزاد ۳۲

۱۰-۲ انتگرال‌گیری نموداری در تحلیل حرکت ۳۶

مرور و جمع‌بندی ۳۸

پرسش‌ها ۳۹ / مسئله‌ها ۴۰

۵ نیرو و حرکت I- ۱۱۷

چه عامل ظریفی است که باعث ترس سرنشینان آخرین واگن قطار هوایی می‌شود؟ ۱۱۷

۱-۵ فیزیک این فصل ۱۱۸

۲-۵ مکانیک نیوتونی ۱۱۸

۳-۵ قانون اول نیوتون ۱۱۸

۴-۵ نیرو ۱۱۹

۵-۵ جرم ۱۲۱

۳ بردارها ۵۱

این مورچه در بیابانی که هیچ علامت هدایت‌کننده‌ای ندارد چگونه لاتماش را پیدا می‌کند؟ ۵۱

- ۶-۵ قانون دوم نیوتون ۱۲۲
۷-۵ نگاهی به چند نیروی خاص ۱۲۶
۸-۵ قانون سوم نیوتون ۱۳۲
۹-۵ کاربرد قانون‌های نیوتون ۱۳۳
مرور و جمع‌بندی ۱۴۱
پرسش‌ها ۱۴۲ / مسئله‌ها ۱۴۴

- ۲-۸ کار و انرژی پتانسیل ۲۲۸
۳-۸ نیروهای پایستار مستقل از مسیر ۲۳۰
۴-۸ تعیین مقادیر انرژی پتانسیل ۲۳۲
۵-۸ پایستگی انرژی مکانیکی ۲۳۵
۶-۸ بهره‌گیری از منحنی انرژی پتانسیل ۲۳۹
۷-۸ کاری که نیروی خارجی روی سیستم انجام می‌دهد ۲۴۳
۸-۸ پایستگی انرژی ۲۴۸
مرور و جمع‌بندی ۲۵۴
پرسش‌ها ۲۵۵ / مسئله‌ها ۲۵۷

۶ نیرو و حرکت II- ۱۵۷

- مصریان قدیم این قطعه سنگ‌ها را چگونه جابه‌جا کرده‌اند؟ ۱۵۷
۱-۶ فیزیک این فصل ۱۵۸
۲-۶ اصطکاک ۱۵۸
۳-۶ خواص اصطکاک ۱۶۰
۴-۶ نیروی پس‌کشی و سرعت حد ۱۶۵
۵-۶ حرکت دایره‌ای بکنواخت ۱۶۸
مرور و جمع‌بندی ۱۷۶
پرسش‌ها ۱۷۶ / مسئله‌ها ۱۷۷

۹ مرکز جرم و تکانه خطی ۲۷۳

- توج‌های جنگی چگونه ممکن است از چنین برخوردهای شدیدی جان سالم به در ببرند؟ ۲۷۳
۱-۹ فیزیک این فصل ۲۷۴
۲-۹ مرکز جرم ۲۷۴
۳-۹ قانون دوم نیوتون برای سیستم ذرات ۲۷۹
۴-۹ تکانه خطی ۲۸۳
۵-۹ تکانه خطی سیستم ذرات ۲۸۴
۶-۹ برخورد و ضربه ۲۸۵
۷-۹ پایستگی تکانه خطی ۲۹۰
۸-۹ تکانه و انرژی جنبشی در برخوردها ۲۹۴
۹-۹ برخوردهای ناکشسان یک بُعدی ۲۹۵
۱۰-۹ برخوردهای کشسان یک بُعدی ۲۹۹
۱۱-۹ برخورد دوبعدی ۳۰۳
۱۲-۹ سیستم‌های با جرم متغیر: موشک ۳۰۴
مرور و جمع‌بندی ۳۰۶
پرسش‌ها ۳۰۸ / مسئله‌ها ۳۱۰

۷ انرژی جنبشی و کار ۱۹۱

- چه خصوصیتی در اتومبیل، تعیین کننده زمان برد است؟ ۱۹۱
۱-۷ فیزیک این فصل ۱۹۲
۲-۷ انرژی چیست؟ ۱۹۲
۳-۷ انرژی جنبشی ۱۹۳
۴-۷ کار ۱۹۴
۵-۷ کار و انرژی جنبشی ۱۹۴
۶-۷ کاری که نیروی گرانشی انجام می‌دهد ۱۹۹
۷-۷ کاری که نیروی فنر انجام می‌دهد ۲۰۴
۸-۷ کاری که نیروی متغیر انجام می‌دهد ۲۰۸
۹-۷ توان ۲۱۲

۱۰ چرخش ۳۲۷

- جنگال میگو چگونه می‌تواند چنین موج صوتی قدرتمندی را پدید آورد؟ ۳۲۷
۱-۱۰ فیزیک این فصل ۳۲۸
۲-۱۰ متغیرهای چرخش ۳۲۸
۳-۱۰ آیا کمیت‌های زاویه‌ای کمیت‌هایی برداری‌اند؟ ۳۳۳
۴-۱۰ چرخش با شتاب زاویه‌ای ثابت ۳۳۵
۵-۱۰ ارتباط میان متغیرهای خطی و زاویه‌ای ۳۳۷

مرور و جمع‌بندی ۲۱۵

پرسش‌ها ۲۱۶ / مسئله‌ها ۲۱۷

۸ انرژی پتانسیل و پایستگی انرژی ۲۲۷

- بهمن‌های بزرگ چگونه ممکن است مسافت‌هایی تا این اندازه طولانی را در دره پییمایند؟ ۲۲۷
۱-۸ فیزیک این فصل ۲۲۸

مرور و جمع‌بندی ۴۳۳
پرسش‌ها ۴۳۴ / مسئله‌ها ۴۳۵

۱۸ دما، گرما، و قانون اول ترمودینامیک ۸۷

سوسک‌ها چگونه می‌توانند آتش‌سوزی دوردست را تشخیص بدهند؟ ۴۴۹
۱-۱۸ فیزیک این فصل ۴۵۰
۲-۱۸ دما ۴۵۰
۳-۱۸ قانون صفرم ترمودینامیک ۴۵۰
۴-۱۸ اندازه‌گیری دما ۴۵۲
۵-۱۸ مقیاس‌های سلسیوس و فارنهایت ۴۵۴
۶-۱۸ انبساط گرمایی ۴۵۶
۷-۱۸ دما و گرما ۴۵۹
۸-۱۸ جذب گرما در جامدات و مایعات ۴۶۱
۹-۱۸ نگاهی دقیق‌تر به گرما و کار ۴۶۵
۱۰-۱۸ قانون اول ترمودینامیک ۴۶۸
۱۱-۱۸ چند حالت خاص برای قانون اول ترمودینامیک ۴۶۹
۱۲-۱۸ ساز و کارهای انتقال گرما ۴۷۲
مرور و جمع‌بندی ۴۷۷
پرسش‌ها ۴۷۹ / مسئله‌ها ۴۸۰

۱۹ نظریه جنبشی گازها ۴۹۱

چه چیزی باعث تولید این مه می‌شود؟ ۴۹۱
۱-۱۹ فیزیک این فصل ۴۹۲
۲-۱۹ عدد آووگادرو ۴۹۲
۳-۱۹ گازهای آرمانی ۴۹۳
۴-۱۹ فشار، دما، و سرعت رَم ۴۹۸
۵-۱۹ انرژی جنبشی انتقالی ۵۰۰
۶-۱۹ مسافت آزاد میانگین ۵۰۱
۷-۱۹ توزیع سرعت مولکول‌ها ۵۰۳
۸-۱۹ گرماهای ویژه مولی گاز آرمانی ۵۰۷
۹-۱۹ درجات آزادی و گرماهای ویژه مولی ۵۱۲
۱۰-۱۹ نکته‌ای از نظریه کوانتومی ۵۱۵
۱۱-۱۹ انبساط بی‌درروی گاز آرمانی ۵۱۶
مرور و جمع‌بندی ۵۲۰
پرسش‌ها ۵۲۲ / مسئله‌ها ۵۲۲

۶-۱۰ انرژی جنبشی چرخش ۳۴۱

۷-۱۰ محاسبهٔ لَحْتی چرخشی ۳۴۲

۸-۱۰ گشتاورنیرو ۳۴۷

۹-۱۰ قانون دوم نیوتون در حرکت چرخشی ۳۴۸

۱۰-۱۰ کار و انرژی جنبشی چرخشی ۳۵۲

مرور و جمع‌بندی ۳۵۷

پرسش‌ها ۳۵۹ / مسئله‌ها ۳۶۰

۱۱ غلتش، گشتاورنیرو، و تکانهٔ زاویه‌ای ۳۷۳

جادوی پرش توأم با چرخش چه توجیهی دارد؟ ۳۷۳
۱-۱۱ فیزیک این فصل ۳۷۴
۲-۱۱ غلتش به‌عنوان حرکت ترکیبی انتقال و چرخش ۳۷۴
۳-۱۱ انرژی جنبشی غلتش ۳۷۶
۴-۱۱ نیروهای غلتش ۳۷۷
۵-۱۱ یویو ۳۸۱
۶-۱۱ نگاهی دیگر به گشتاورنیرو ۳۸۲
۷-۱۱ تکانهٔ زاویه‌ای ۳۸۴
۸-۱۱ شکل زاویه‌ای قانون دوم نیوتون ۳۸۶
۹-۱۱ تکانهٔ زاویه‌ای سیستم ذرات ۳۸۹
۱۰-۱۱ تکانهٔ زاویه‌ای جسم صلب در حال چرخش حول محور بُت ۳۹۰
۱۱-۱۱ پایستگی تکانهٔ زاویه‌ای ۳۹۳
۱۲-۱۱ حرکت تقدیمی ژيروسکوپ ۳۹۸
مرور و جمع‌بندی ۴۰۰
پرسش‌ها ۴۰۱ / مسئله‌ها ۴۰۲

۱۲ تعادل و کشسانی ۴۱۵

پس خطری که برج را تهدید می‌کند، چیست؟ ۴۱۵
۱-۱۲ فیزیک این فصل ۴۱۶
۲-۱۲ تعادل ۴۱۶
۳-۱۲ شرط‌های تعادل ۴۱۸
۴-۱۲ گرانیگاه ۴۱۹
۵-۱۲ چند نمونه از تعادل ایستا ۴۲۱
۶-۱۲ ساختارهای نامعین ۴۲۷
۷-۱۲ کشسانی ۴۲۹

۲۵ آنتروپی و قانون دوم ترمودینامیک ۵۳۱

چه چیزی است که باعث مقاومت نوار لاستیکی یا بادکنک در مقابل کش آمدن می‌شود؟ ۵۳۱

۱-۲۵ فیزیک این فصل ۵۳۲

۲-۲۵ فرایندهای برگشت‌ناپذیر و آنتروپی ۵۳۲

۳-۲۵ تغییر آنتروپی ۵۳۳

۴-۲۵ قانون دوم ترمودینامیک ۵۳۸

۵-۲۵ آنتروپی در دنیای واقعی: ماشین‌ها ۵۴۰

۶-۲۵ آنتروپی در دنیای واقعی: یخچال‌ها ۵۴۷

۷-۲۵ بازده ماشین‌های واقعی ۵۴۸

۸-۲۵ آنتروپی از دیدگاه آماری ۵۵۰

مرور و جمع‌بندی ۵۵۴

پرسش‌ها ۵۵۶ / مسئله‌ها ۵۵۷

پیوست‌ها پ-۱

۱ دستگاه بین‌المللی یکاها (SI) پ-۱

۲ برخی ثابت‌های بنیادی فیزیک پ-۳

۳ برخی داده‌های اخترشناسی (نجومی) پ-۴

۴ ضرایب تبدیل پ-۵

۵ فرمول‌های ریاضی پ-۹

۶ خواص عناصر پ-۱۲

۷ جدول تناوبی عناصر پ-۱۶

پاسخ به خودآزمایی‌ها، پرسش‌ها، و مسئله‌های با شماره فرد ج-۱

نمایه ن-۱

را عرضه می‌کند. در ویراست هشتم این کتاب که در سال ۲۰۰۸ به چاپ رسیده است، 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^۱ را متناسب با موضوعات مورد بحث در جای جای آن گنجانده است.

کتاب حاضر که ترجمه فارسی فصل‌های ۱ تا ۱۲ و ۱۸ تا ۲۰ متن اصلی و مشتمل بر مباحث مکانیک، گرما و ترمودینامیک مقدماتی، و نظریه جنبشی گازهاست، براساس برنامه مصوب شورای عالی برنامه‌ریزی دانشگاه‌ها، به عنوان متن درسی فیزیک پایه ۱ برای دانشجویان رشته‌های فنی و مهندسی در نظر گرفته شده است. برای آن‌که ارجاعات درون‌متنی دست نخورد و همچنان قابل استفاده بمانند، شماره‌های شاخص فصل‌ها، بخش‌ها، شکل‌ها، و معادله‌ها را در این مجلد بی‌هیچ تغییری همانند متن اصلی آورده‌ایم. مترجمان در حد توان خود کوشیده‌اند که 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. در پایان، قدردانی و سپاس‌مان را تقدیم می‌کنیم به جناب آقای دکتر شاپور گهواره، مدیر محترم انتشارات نوپردازان، و به تک‌تک همکاران زحمت‌کش بخش‌های رایانه، حروف‌چینی، نسخه‌پردازی، گرافیک، صفحه‌آرایی، و نظارت بر چاپ این مؤسسه که در جهت تولید فنی این کتاب تلاش‌های خستگی‌ناپذیر و مسئولانه‌ای از خود نشان داده‌اند و —اگر اغراق نباشد— توانسته‌اند اثری نمونه در صنعت نشر کتاب‌های درسی کشور پدید بیاورند.

محمدابراهیم ابوکاظمی، جلال‌الدین پاشایی‌راد، محمدرضا کلاه‌چی

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 توجه 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 آموزش 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. به گفته یکی از منتقدان، در آن ویراست مؤلفان در حالی که سطح کلی متن درسی را حفظ کرده بودند، توانستند پیش‌نیازهای آموزشی درک مفاهیم را تا حد ممکن پایین بیاورند.^۱ چنین نکته‌ای می‌تواند یادآور دیدگاه آلبرت اینشتین در سخن‌رانی درباره «روش‌های فیزیک نظری» باشد که گفته بود: «تا آن‌جا که می‌شود ساده، اما نه ساده‌تر از آن».^۲ شاید همین ویژگی‌ها از یک‌سو، و تلفیق منحصر به فرد مطالب آموزشی با کاربردهای هیجان‌برانگیز دنیای روزمره از سوی دیگر بوده باشد که رمز موفقیت و ماندگاری این متن درسی در طول چهل سال گذشته بوده است. از ویراست چهارم این کتاب (و چاپ سال ۱۹۹۳ آن) است که «جرل واکر»، استاد دانشگاه کلیولند امریکا، به عنوان همکار مؤلف وارد صحنه می‌شود و با نشان دادن ارتباط فیزیک با «دنیای واقعی و زندگی روزمره» در این کتاب^۳، 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 «هالیدی-رزنیک» واکر و اظهار نظرات منتقدان و مدرسان و دانشجویان دانشگاه‌های مختلف، به طور متوسط هر پنج سال یک‌بار ویراست جدیدی از آن

1. Halliday-Resnick, *Fundamentals of Physics* (3rd Ed.), Wiley, 1988.

2. A. Einstein, The Herbert Spencer Lecture delivered at Oxford University, 10 June 1933, in *Mein Weltbild*, Verlag, 1934.

4. J. Walker, *The Flying Circus of Physics*, Wiley, 1977.

۳. پیش‌گفتار همین کتاب، ص ۱۴۰.

مسئله‌های جدید زیادی نیز، از هر دو سطح متوسط و دشوار، افزوده شده‌اند.

ویژگی فصل‌ها

معمای سرآغاز فصل هر فصل با توصیف وضعیتی معمایی آغاز می‌شود که توضیح آن در همان فصل آمده است، و هدف هم کنجکاو کردن و ترغیب دانشجو به خواندن فصل است. این ویژگی‌های متمایزکننده کتاب مبانی فیزیک همگی بر پایه تحقیقات آموزشی استوارند که به صورت مقالات در مجلات علمی، مهندسی، پزشکی، و حقوقی گزارش شده‌اند.

فیزیک این فصل در کتاب حاضر، داستان هر فصل با این عنوان شروع می‌شود که مقدمه‌ای است برای معرفی موضوع آن فصل. (روزی لوله‌کشی از من پرسید «حرفه شما چیست؟» من پاسخ دادم «من فیزیک درس می‌دهم.» چند دقیقه‌ای فکر کرد و سپس پرسید «فیزیک چیست؟» با این که تمام کار لوله‌کشی بر پایه فیزیک استوار است، او فیزیک را نمی‌شناخت و از من می‌پرسید که فیزیک چیست. بسیاری از دانشجویان در کلاس‌های درس فیزیک مقدماتی نمی‌دانند فیزیک چیست، ولی تصورشان این است که فیزیک ربطی به حرفه‌ای که انتخاب کرده‌اند ندارد.)

خودآزمایی‌ها همانند ایستگاه‌هایی در میان فصل عمل می‌کنند. در این ایستگاه‌ها از دانشجو پرسیده می‌شود «آیا می‌توانید این سؤال را با اندکی استدلال بر پایه موضوع یا نمونه مسئله‌ای که تازه خوانده‌اید، پاسخ دهید؟» اگر نه، دانشجو پیش از آن که بیشتر وارد متن فصل شود باید برگردد و آن مطلب را دوباره مطالعه کند. برای مثال، نگاه کنید به خودآزمایی ۱ صفحه ۸۴ و خودآزمایی ۲ صفحه ۲۸۲. پاسخ همه این خودآزمایی‌ها در آخر کتاب آمده است.

مسئله‌های نمونه چنان انتخاب شده‌اند که راه حل مسئله‌ها را با روش‌هایی استدلالی نشان دهند، نه این که صرفاً اعدادی در معادله‌ای بگذارند و خیلی راحت به جواب برسند بی آن که به مضمون معادله توجهی داشته باشند. مسئله‌های نمونه‌ای که عنوان «کارآموزی» دارند، معمولاً طولانی‌ترند و راهنمایی بیشتری در آن‌ها درج شده است.

نکته‌ها در مسئله‌های نمونه، توجه دانشجو را به مفاهیم اولیه‌ای که ریشه حل مسئله‌اند جلب می‌کنند. انگار که این نکته‌ها چنین می‌گویند

و با حل مسائل به پاسخ‌هایی کمی برسند. این فرایند نه برای دانشجویان آسان است نه برای مدرسان. درواقع، یادگیری این درس در این کتاب شاید چالش‌برانگیزترین مورد در میان تمامی دروسی باشد که هر دانشجویی می‌گذراند. در عین حال، شاید مفیدترین آن‌ها هم باشد زیرا ساز و کار بنیادی عالم را که منشأ تمام کاربردهای علمی و مهندسی است، نشان می‌دهد.

خیلی از کسانی که از ویراست هفتم این کتاب استفاده کردند (هم مدرس و هم دانشجو)، اظهار نظرهای پیشنهادی خود را برای بهتر شدن آن فرستادند. این‌ها در متن کتاب و مسائل پایان فصل‌ها گنجانده شده‌اند. هم ناشر و هم خود من این کتاب را به صورت طرحی در حال پیشرفت در نظر می‌گیریم و ارسال پیشنهادهای بیشتر کاربران را انتظار داریم. نظرات مثبت یا منفی، پیشنهادها، و تصحیحات خود را می‌توانید به نشانی جان وایلی و پسران (<http://www.wiley.com/college/halliday>) یا به نشانی جرل واکر (دانشکده فیزیک، دانشگاه ایالتی کلیولند، کلیولند، اوهایو، ۴۴۱۱۵، ایالات متحد آمریکا؛ شماره دورنگار ۲۴۲۴ ۶۸۷ ۲۱۶ (امریکا)؛ یا پست الکترونیکی physics@wiley.com؛ یا وبگاه www.flyingcircusofphysics.com) بفرستید. ممکن است نتوانیم به همه پیشنهادها پاسخ بدهیم، اما تک‌تک آن‌ها را مطالعه و نگهداری خواهیم کرد.

تغییرات محتوایی عمده

- مطالب کتاب سیرک بالا در از چند راه در این کتاب وارد شده‌اند: از راه معماهای مطرح شده در سرآغاز فصل‌ها، از راه مسئله‌های نمونه، مثال‌ها، و مسئله‌های پایان فصل. در این کار، دو هدف مد نظر بوده‌اند: (۱) موضوع جالب‌تر و دوست‌داشتنی‌تر شود، (۲) به دانشجو نشان داده شود که دنیای پیرامون خود را می‌تواند با استفاده از اصول بنیادی فیزیک بررسی و درک کند.
- قانون گرانش نیوتون، قانون کولن، و قانون بیو-ساوار در کتاب حاضر با استفاده از نماد بردار یک‌ه ا ارائه شده‌اند.
- اغلب معماهای مطرح شده در سرآغاز فصل‌ها (مثال‌هایی از فیزیک کاربردی که به منظور ترغیب خواننده و برانگیختن کنجکاویش نسبت به موضوع فصل طراحی شده‌اند) تازه‌اند، و مستقیماً از مجلات تحقیقاتی در رشته‌های گوناگون برگرفته شده‌اند.
- چند هزار مسئله پایان فصل را چنان بازنویسی کرده‌ام که هم کارایی طرز ارائه را بالاتر ببریم و هم راه حل را روشن‌تر نشان دهم.

تحلیل و درهم‌آمیزی مفاهیم نداشته باشد. از همه این‌ها گذشته، دانشجو مدت‌ها پس از خواندن این کتاب و گذراندن این درس، به مهارت‌های تجزیه و تحلیل و درهم‌آمیزی مفاهیم ذهنی نیاز خواهد داشت.

کاربرد ماشین حساب مجهز به عملیات برداری هنگامی که محاسبات برداری یک مسئله نمونه را بتوان با ماشین حساب مجهز به عملیات برداری انجام داد، در حل این مسئله به این نکته اشاره می‌شود. با این حال، به روال معمول، حل مسئله با استفاده از مؤلفه‌ها ادامه می‌یابد. در حالتی که محاسبات برداری مسئله را نتوان روی صفحه این نوع ماشین حساب‌ها انجام داد، دلیل آن را توضیح داده‌ایم.

نمودار به جای مسئله این‌ها مسئله‌هایی هستند که حاوی نمودارند و نتیجه‌ای را خواستارند که صرفاً با خواندن داده‌ها از روی نمودار به دست نمی‌آید. حل این مسئله‌ها نیازمند درک وضعیت فیزیکی مسئله و شناخت مبانی معادلات مرتبط با آن است. این مسئله‌ها بیشتر شبیه به معماهایی است که شرلوک هولمز با آن‌ها سرو کار پیدا می‌کند، زیرا دانشجو باید تعیین کند که چه داده‌هایی حایز اهمیت‌اند. برای مثال، نگاه کنید به مسئله ۵۰ صفحه ۱۰۸، مسئله ۱۲ صفحه ۱۴۵، و مسئله ۲۲ صفحه ۳۱۲.

مسئله‌های با مضمون فیزیک کاربردی که براساس تحقیقات منتشر شده طراحی شده‌اند، در جای جای این کتاب به یکی از صورت‌های معمای سرآغاز فصل، مسئله نمونه، یا مسئله تکلیفی پایان فصل آمده‌اند. برای مثال، نگاه کنید به معمای سرآغاز فصل ۴ صفحه ۷۹، نمونه مسئله ۴-۸ صفحه ۹۳، و مسئله ۶۲ صفحه ۴۰۹. به عنوان نمونه‌ای از مسئله‌هایی که از جوانب گوناگون در قالب داستانی دنباله‌دار طراحی شده‌اند، نگاه کنید به مسئله‌های ۲، ۳۹، و ۶۱ در صفحات ۱۷۷، ۱۸۲، و ۱۸۴.

مسئله‌های با موضوع‌های نوظهور که در این جا به یکی از چند صد مسئله از این دست اشاره می‌شود. مسئله ۶۹ صفحه ۱۵۱، به داستان واقعی پرواز ۱۴۳ هواپیمایی از شرکت ایر کانادا مربوط می‌شود که در ارتفاع ۷٫۹ km سوختش تمام شد. دلیل آن هم این بود که خدمه هواپیما و کارکنان فرودگاه به یکاهای متداول برای سوخت به دقت توجه نکردند (که باید درس مهمی برای دانشجویانی باشد که می‌خواهند همین‌جوری از خیر یکاها بگذرند).

«حل مسئله را با این مفاهیم اولیه شروع می‌کنیم. این روشی است که ما را برای حل بسیاری از مسئله‌های دیگر هم آماده می‌کند. این طور نیست که معادله‌ای را برداریم و صرفاً در آن عددگذاری کنیم، روشی که به هیچ دردی نمی‌خورد.»

شگردهای حل مسئله شامل دستورهایی هستند که دانشجوی تازه وارد به درس فیزیک را راهنمایی می‌کنند تا بتواند مسئله را حل کند و از اشتباه‌های متداول بپرهیزد.

مرور و جمع‌بندی خلاصه‌ای از محتویات فصل و شامل مفاهیم اصلی آن است، ولی جانشینی برای مطالعه فصل نیست.

پرسش‌ها هم مانند خودآزمایی‌ها به درک مطلب و قدرت استدلال نیاز دارند نه به محاسبه. پاسخ به پرسش‌هایی که شمارهٔ فرد دارند در آخر کتاب آمده است.

مسئله‌ها طبق عناوین بخش‌های فصل دسته‌بندی شده‌اند، و تعداد ستاره‌هایی که در کنار شمارهٔ مسئله گذاشته شده‌اند سطح دشواری آن‌ها را مشخص می‌کند. پاسخ به مسئله‌هایی که شمارهٔ فرد دارند در آخر کتاب آمده است.

مسئله‌های دیگر این مسئله‌ها به هیچ روشی مرتب یا دسته‌بندی نشده‌اند، بنابراین دانشجو خودش باید تشخیص دهد که هر مسئله به کدام بخش از فصل مربوط می‌شود و چگونه باید آن را حل کرد.

ویژگی‌های دیگر

استدلال در برابر عددگذاری و جواب‌گیری یکی از هدف‌های اصلی کتاب حاضر این است که به دانشجو بیاموزد چگونه از اصول اولیه شروع کند و با استدلال و پیمودن مسیر چالش‌برانگیز حل مسئله به پاسخ آن برسد. هرچند تعدادی از مسئله‌های «عددگذاری کن و جواب بگیر» در این کتاب همچنان باقی مانده‌اند، ولی تأکید بیشتر مسئله‌ها بر استدلال کردن است.

فصل‌های با اندازهٔ موجه برای پرهیز از کتابی که چنان ضخیم باشد که جلوی فشنگ (و همچنین دانشجو) را بگیرد، اندازهٔ فصل‌های کتاب حاضر را توجیه‌پذیر در نظر گرفته‌ام. مطالب را به قدر کافی و آن‌چنان توضیح می‌دهم که دانشجو بتواند مسیر خود را پیدا کند و شروع به حرکت کند، ولی نه آن قدر زیاد که دیگر احتیاجی به تجزیه و

مبانی فیزیک