

جرل واکر

مبانی فیزیک

ویراست هشتم

فیزیک پایه ۱

مکانیک، شارها، و نوسان‌ها
برای دانشجویان فیزیک، شیمی، و ریاضی

هالیدی/رزیک

دکتر محمدابراهیم ابوکاظمی

دکتر جلال‌الدین پاشایی‌راد

دکتر محمدرضا کلاه‌چی



نویردازان

ویراسته
دکتر محمدابراهیم ابوکاظمی

سرشناسه	: واكر، جرل، ۱۹۴۵- م.
عنوان و نام پديدآور	: Walker, Jeanl : مباني فيزيك : فيزيك پايه ۱ (مكانيك، شاره‌ها و نوسان‌ها) براي دانشجويان فيزيك، شيمي و رياضي / جرل واكر، هاليدى، رزنيك؛ [ترجمه] محمدابراهيم ابوكاظمي، جلال‌الدين پاشايي‌راد، محمدرضا كلاه‌جي، ويراسته محمدابراهيم ابوكاظمي.
مشخصات نشر	: تهران : نوپردازان، ۱۳۸۹.
مشخصات ظاهري	: ۱۲صص: مصور، جدول، نمودار.
شابك	: 978-964-975-124-5
وضعيت فهرست‌نويسي	: فيبا
يادداشت	: كتاب حاضر ترجمه بخشي از كتاب "Fundamentals of Physics" ويراست هشتم مي‌باشد.
موضوع	: فيزيك
شناسه افزوده	: هاليدى، ديويډ، ۱۹۱۶ - م.
شناسه افزوده	: Halliday, David
شناسه افزوده	: رزنيك، رابرت، ۱۹۲۳ - م.
شناسه افزوده	: Resnick, Robert
شناسه افزوده	: ابوكاظمي، محمدابراهيم، ۱۳۲۴ - مترجم
شناسه افزوده	: پاشايي‌راد، جلال‌الدين، ۱۳۲۴ - مترجم
شناسه افزوده	: كلاه‌جي، محمدرضا، مترجم
رده‌بندي كنگره	: الف ۱۲۸۹ م۲۳ ق ۲۱/۳/۵۲ QC
رده‌بندي ديويي	: ۵۳۰
شماره كتابشناسي ملي	: ۲۱۴۲۵۱۱

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

مبانی فیزیک/ فیزیک پایه ۱ (مکانیک، شارها، نوسان‌ها)	<input type="checkbox"/> کتاب
(برای دانشجویان فیزیک، شیمی، و ریاضی)	
واکر - هالیدی - رزنیگ	<input type="checkbox"/> تالیف
محمد ابراهیم ابوکاظمی - جلال‌الدین پاشایی راد - محمدرضا کلاه‌چی	<input type="checkbox"/> ترجمه
محمد ابراهیم ابوکاظمی	<input type="checkbox"/> ویراسته
نوپردازان	<input type="checkbox"/> ناشر
رحلی	<input type="checkbox"/> قطع
اول	<input type="checkbox"/> نوبت
پاییز ۱۳۸۹	<input type="checkbox"/> تاریخ
۳۰۰۰	<input type="checkbox"/> تیراژ
۶۱۲	<input type="checkbox"/> صفحات
۹۷۸-۹۶۴-۹۷۵-۱۲۴-۵	<input type="checkbox"/> شابک
۹۷۸-۹۶۴-۹۷۵-۱۲۷-۶	<input type="checkbox"/> شابک دوره
۱۳۰۰۰ تومان	<input type="checkbox"/> قیمت

□ مراکز پخش

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

پلاک ۷، تلفن: ۱۸۰-۶۶۵۶۶۵۰۹

نوپردازان: تهران، خیابان لبافی‌نژاد، بین اردیبهشت و فروردین، پلاک ۲۳۸.

تلفن: ۶۶۴۱۴۴۷۴ - ۶۶۴۱۴۵۱۵ - ۶۶۴۱۱۱۷۳ - ۶۶۴۹۴۴۰۹

یادداشت مترجمان نه
پیشگفتار یازده

۱ اندازه گیری

- چگونه ممکن است ساختمانی نشست کند و غروب رود؟ ۱
- ۱-۱ فیزیک این فصل ۲
- ۲-۱ اندازه گیری ها ۲
- ۳-۱ دستگاه بین المللی یکاها ۳
- ۴-۱ تبدیل یکاها ۴
- ۵-۱ طول ۵
- ۶-۱ زمان ۷
- ۷-۱ جرم ۸
- مرور و جمع بندی ۱۰
- مسئله ها ۱۰

۲ حرکت در راستای خط راست

- دارکوب چگونه می تواند از ضربات فوق العاده شدید برخوردار با تنه درخت جان سالم به دربرد؟ ۱۷
- ۱-۲ فیزیک این فصل ۱۸
- ۲-۲ حرکت ۱۸
- ۳-۲ مکان و جابه جایی ۱۸
- ۴-۲ سرعت متوسط و مقدار سرعت متوسط ۲۰
- ۵-۲ سرعت لحظه ای و مقدار سرعت لحظه ای 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 انتگرال گیری نموداری در تحلیل حرکت ۳۶
- مرور و جمع بندی ۳۸
- پرسش ها ۳۹ / مسئله ها ۴۰

۳ بردارها

این مورچه در بیابانی که هیچ علامت هدایت کننده ای ندارد چگونه لانه اش را پیدا می کند؟ ۵۱

- ۱-۳ فیزیک این فصل ۵۲
- ۲-۳ بردارها و اسکالر ها ۵۲
- ۳-۳ جمع بردارها به روش هندسی ۵۳
- ۴-۳ مؤلفه های بردار ۵۵
- ۵-۳ بردار یکه ۵۹
- ۶-۳ جمع بردارها با استفاده از مؤلفه ها ۶۰
- ۷-۳ بردارها و قانون های فیزیک ۶۴
- ۸-۳ ضرب بردارها ۶۴
- مرور و جمع بندی ۶۹
- پرسش ها ۷۰ / مسئله ها ۷۱

۴ حرکت دو بُعدی و سه بُعدی

- در حرکت توپ بیسبال چه نشانه ای نهفته است؟ ۷۹
- ۱-۴ فیزیک این فصل ۸۰
- ۲-۴ مکان و جابه جایی ۸۰
- ۳-۴ سرعت متوسط و سرعت لحظه ای ۸۲
- ۴-۴ شتاب متوسط و شتاب لحظه ای ۸۵
- ۵-۴ حرکت پرتابه ای ۸۷
- ۶-۴ تحلیل حرکت پرتابه ای ۸۹
- ۷-۴ حرکت دایره ای یکنواخت ۹۴
- ۸-۴ حرکت نسبی یک بُعدی ۹۷
- ۹-۴ حرکت نسبی دو بُعدی ۹۹
- مرور و جمع بندی ۱۰۰
- پرسش ها ۱۰۱ / مسئله ها ۱۰۳

۵ نیرو و حرکت I- ۱۱۷

- چه عامل ظریفی است که باعث ترس سرنشینان آخرین واگن قطار هوایی می شود؟ ۱۱۷
- ۱-۵ فیزیک این فصل ۱۱۸
- ۲-۵ مکانیک نیوتونی ۱۱۸
- ۳-۵ قانون اول نیوتون ۱۱۸
- ۴-۵ نیرو ۱۱۹

۱-۸	فیزیک این فصل ۲۲۸	۵-۵	جرم ۱۲۱
۲-۸	کار و انرژی پتانسیل ۲۲۸	۶-۵	قانون دوم نیوتون ۱۲۲
۳-۸	نیروهای پایستار مستقل از مسیر ۲۳۰	۷-۵	نگاهی به چند نیروی خاص ۱۲۶
۴-۸	تعیین مقادیر انرژی پتانسیل ۲۳۲	۸-۵	قانون سوم نیوتون ۱۳۲
۵-۸	پایستگی انرژی مکانیکی ۲۳۵	۹-۵	کاربرد قانون‌های نیوتون ۱۳۳
۶-۸	بهره‌گیری از منحنی انرژی پتانسیل ۲۳۹		مرور و جمع‌بندی ۱۴۱
۷-۸	کاری که نیروی خارجی روی سیستم انجام می‌دهد ۲۴۳		پرسش‌ها ۱۴۲ / مسئله‌ها ۱۴۴
۸-۸	پایستگی انرژی ۲۴۸		

۹ نیرو و حرکت - II ۱۵۷

مضربان قدیم این قطعه سنگ در چگونه خانه چ کورده اند؟ ۱۵۷

	مرور و جمع‌بندی ۲۵۴
	پرسش‌ها ۲۵۵ / مسئله‌ها ۲۵۷

۹ مرکز جرم و تکانه خطی ۲۷۳

فوج‌های جیکی چگونه ممکن است از جنس برخورد‌های سدیدي جان
سالده در ببرد؟ 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 دو بُعدی ۳۰۳
۱۲-۹	سیستم‌های با جرم متغیر: موشک ۳۰۴
	مرور و جمع‌بندی ۳۰۶
	پرسش‌ها ۳۰۸ / مسئله‌ها ۳۱۰

۱۰ چرخش ۳۲۷

جیکل میکرو چگونه می‌تواند جنس موج صوتی مترنمندی را بدید
اورد؟ ۳۲۷

۱-۱۰	فیزیک این فصل ۳۲۸
۲-۱۰	متغیرهای چرخش ۳۲۸
۳-۱۰	آیا کمیت‌های زاویه‌ای کمیت‌هایی برداری‌اند؟ ۳۳۳

۷ انرژی جنبشی و کار ۱۹۱

چ- خصوصیتی در انومبیل. تعیب کننده رمان بود 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

مرور و جمع‌بندی ۲۱۵

پرسش‌ها ۲۱۶ / مسئله‌ها ۲۱۷

۸ انرژی پتانسیل و پایستگی انرژی ۲۲۷

بهمین‌های بزرگ چگونه ممکن است مسافت‌هایی با این اندازه طولانی را در
دره بنمایند؟ ۲۲۷

- ۴-۱۰ چرخش با شتاب زاویه‌ای ثابت ۳۳۵
 ۵-۱۰ ارتباط میان متغیرهای خطی و زاویه‌ای ۳۳۷
 ۶-۱۰ انرژی جنبشی چرخش ۳۴۱
 ۷-۱۰ محاسبه لختی چرخشی ۳۴۲
 ۸-۱۰ گشتاور نیرو ۳۴۷
 ۹-۱۰ قانون دوم نیوتون در حرکت چرخشی ۳۴۸
 ۱۰-۱۰ کار و انرژی جنبشی چرخشی ۳۵۲
 مرور و جمع‌بندی ۳۵۷
 پرسش‌ها / مسئله‌ها ۳۶۰

۱۳ گرانش ۴۴۹

- در مرکز کهکشان ما چه غولی نشسته است؟ ۴۴۹
 ۱-۱۳ فیزیک این فصل ۴۵۰
 ۲-۱۳ قانون گرانش نیوتون ۴۵۰
 ۳-۱۳ گرانش و اصل برهم‌نهی ۴۵۲
 ۴-۱۳ گرانش در نزدیکی سطح زمین ۴۵۵
 ۵-۱۳ گرانش درون زمین ۴۵۸
 ۶-۱۳ انرژی پتانسیل گرانشی ۴۶۰
 ۷-۱۳ سیاره‌ها و ماهواره‌ها: قانون‌های کپلر ۴۶۵
 ۸-۱۳ ماهواره‌ها: مدارها و انرژی ۴۶۹
 ۹-۱۳ اینشتین و گرانش ۴۷۱
 مرور و جمع‌بندی ۴۷۲
 پرسش‌ها / مسئله‌ها ۴۷۶

۱۴ شارها ۴۸۷

- خلاصه کلام: موج‌سوار چگونه موج‌سواری می‌کند؟ ۴۸۷
 ۱-۱۴ فیزیک این فصل ۴۸۸
 ۲-۱۴ شار چیست؟ ۴۸۸
 ۳-۱۴ چگالی و فشار ۴۸۸
 ۴-۱۴ شارهای در حال سکون ۴۹۱
 ۵-۱۴ اندازه‌گیری فشار ۴۹۵
 ۶-۱۴ اصل پاسکال ۴۹۶
 ۷-۱۴ اصل ارشمیدس ۴۹۸
 ۸-۱۴ حرکت شارهای آرمانی ۵۰۳
 ۹-۱۴ معادله پیوستگی ۵۰۴
 ۱۰-۱۴ معادله برنولی ۵۰۷
 مرور و جمع‌بندی ۵۱۲
 پرسش‌ها / مسئله‌ها ۵۱۴

۱۱ غلتش، گشتاور نیرو، و تکانه زاویه‌ای ۳۷۳

- جادوی پرش توأه یا چرخش چه توجیهی دارد؟ ۳۷۲
 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 گشتاور نیرو ۳۸۲
 ۷-۱۱ تکانه زاویه‌ای ۳۸۴
 ۸-۱۱ شکل زاویه‌ای قانون دوم نیوتون ۳۸۶
 ۹-۱۱ تکانه زاویه‌ای سیستم ذرات ۳۸۹
 ۱۰-۱۱ تکانه زاویه‌ای جسم صلب در حال چرخش حول محور ثابت ۳۹۰
 ۱۱-۱۱ پایستگی تکانه زاویه‌ای ۳۹۳
 ۱۲-۱۱ حرکت تقدیمی ژيروسکوپ ۳۹۸
 مرور و جمع‌بندی ۴۰۰
 پرسش‌ها / 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

۱۵ نوسان ۵۲۵

- این کوی چگونه ممکن است با تکان خوردن ساختمان بلند مقابله کند؟ ۵۲۵
- ۱-۱۵ فیزیک این فصل ۵۲۶
- ۲-۱۵ حرکت هماهنگ ساده ۵۲۶
- ۳-۱۵ قانون نیرو در حرکت هماهنگ ساده ۵۳۰
- ۴-۱۵ انرژی در حرکت هماهنگ ساده ۵۳۳
- ۵-۱۵ نوسانگر هماهنگ ساده زاویه‌ای ۵۳۵
- ۶-۱۵ آونگ‌ها ۵۳۶
- ۷-۱۵ حرکت هماهنگ ساده و حرکت دایره‌ای یکنواخت ۵۴۱
- ۸-۱۵ حرکت هماهنگ ساده میرا ۵۴۳
- ۹-۱۵ نوسان واداشته و تشدید ۵۴۵
- مرور و جمع‌بندی ۵۴۷
- پرسش‌ها ۵۴۸ / مسئله‌ها ۵۴۹

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

مختلف. به طور متوسط هر پنج سال یکبار ویراست جدیدی از آن را عرضه می‌کند. در ویراست هشتم این کتاب که در سال ۲۰۰۸ به چاپ رسیده است، استاد واکر برای آن که 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 ۱۵ متن اصلی و مشتمل بر مباحث مکانیک، شاره‌ها، و نوسان‌هاست، براساس برنامه مصوب شورای عالی برنامه‌ریزی دانشگاه‌ها، به عنوان متن درسی فیزیک پایه ۱ برای دانشجویان رشته‌های فیزیک، شیمی، و ریاضی در نظر گرفته شده است. 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 درآوردند. 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 ساگر 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 قابل‌توجه دانست. ویراست اول «مبانی فیزیک هالیدی-رزنیک»، نخستین بار، در سال ۱۹۷۰ چاپ و منتشر شد. این کتاب نسخه‌تعدیل‌شده‌ای 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 بیش‌نیازهای آموزشی درک مفاهیم را تا حد ممکن پایین بیاورند.^۲ 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».^۳ شاید همین ویژگی‌ها از یک سو، 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 «جرول واکر»، استاد دانشگاه کلیولند آمریکا، به عنوان همکار مؤلف وارد صحنه می‌شود و با نشان دادن ارتباط فیزیک با «دنیای واقعی و زندگی روزمره» در این کتاب،^۴ 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

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.

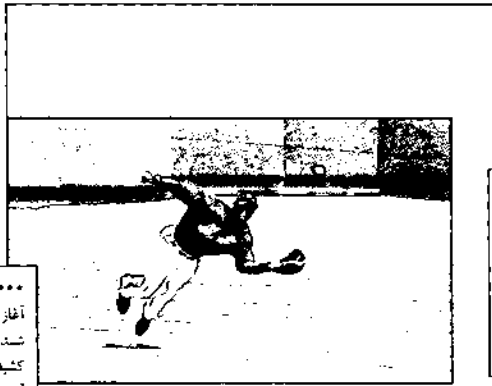
4. J. Walker, *The Flying Circus of Physics*, Wiley, 1977.

۳. پیش‌گفتار همین کتاب، ص ۱۴۰.

نداشتند. جنبه سرگرم کنندگی موضوع در آن‌ها نادیده گرفته شده بود. در این کتاب هالیدی-رزنیک-واکر (HRW) سعی کرده‌ام فیزیک دنیای واقعی را هر چه بیشتر بگنجانم و آن را با ویراست جدید کتاب دیگرم، سیرک بال‌دار فیزیک، مرتبط کنم. خیلی از مطالب آن از کلاس‌های درس HRW است که من در آن‌ها تدریس می‌کنم. در آن‌جا است که از روی چهره‌ها و اظهار نظرهای صریح می‌فهمم چه مطالب 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 کتاب‌اند. از خیلی وقت پیش، یعنی از همان وقتی که با آن دانشجو و سؤال او روبه‌رو شدم، پیام من به دانشجویان همواره این بوده و هست که «بله، مسلماً شما می‌توانید از مفاهیم اولیه فیزیک شروع کنید، راهی طولانی را بپیمایید، و به نتیجه‌گیری‌های معتبری درباره دنیای واقعی برسید؛ تمام سرگرمی فیزیک هم در همین پی بردن به طرز کار دنیای واقعی است.»

هدف‌های زیادی از نوشتن این کتاب دارم، اما هدف اصلی‌ام این

است که ابزاری در اختیار مدرسان قرار دهم که به وسیله آن بتوانند به دانشجویان بیاموزند تا مطالب علمی را به‌طور مؤثر بخوانند، مفاهیم بنیادی را تشخیص بدهند، با استفاده از سؤال‌های علمی استدلال کنند،



۶۲۰۰۰ با فرض حرکت پرنش تمام با چرخش و با سرعت زاویه‌ای ω آغاز می‌کند (شکل ۱۱-۱۱). آنشی چرخشی او از دو قسمت تشکیل شده است: قسمت $I = 1/22 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ مربوط به پا که به طرف بیرون کشیده شده است و با بدن زاویه 90° تشکیل می‌دهد، و قسمت دیگر $I = 7/660 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ مربوط به بقیه پیکر (که اساساً مربوط به تنه است). این بالزین در نزدیکی بیشترین ارتفاع، هر دو پا را با زاویه $\theta = 30^\circ$ نسبت به بدن نگه می‌دارد و سرعت زاویه‌ای‌اش در این حالت ω می‌شود (شکل ۱۱-۱۱). با فرض این که ω تغییر نکرده باشد، نسبت ω_1/ω_2 چقدر است؟

دو حرکت توپ بیسبال چه تشابه‌های نهفته است؟

در جای مناسبی وقت کتاب‌های ω در صفحه ۱۱۱ (ص ۱۱۱) این سؤال را مطرح کرده‌ام. در این سؤال، فرض می‌کنیم که توپ بیسبال در این حالت در حال چرخش است. در این حالت، فرض می‌کنیم که توپ بیسبال در این حالت در حال چرخش است. در این حالت، فرض می‌کنیم که توپ بیسبال در این حالت در حال چرخش است.

۲۸۰ پادهای بررسی می‌کنند که در اطراف دیوید (تورنادو) تولید می‌شوند می‌توانند پرتابه‌هایی را به نته درختان، دیوار ساختمان‌ها، و حتی سلامت و زندگی فلزی فرو بکنند. در یک شب‌سازی آزمایشگاهی، یک خلال دندان معمولی را به کمک فننگ بادی شلیک کردیم و به شانه درخت بلوط فرو کویدیم. جرم خلال دندان 0.12 g ، سرعت آن قبل از فرو رفتن به شانه 22 m/s و عمق نفوذ آن 15 mm بود. اگر سرعت خلال دندان با آهنگ یکواختی کاهش یابد، اندازه نیرویی که شانه بر خلال دندان وارد آورد چقدر بوده است؟

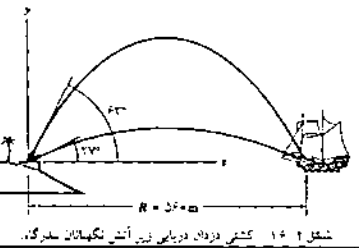
مسئله نمونه (۷۴)

شکل ۱۶-۲ یک کشتی دزدان دریایی را نشان می‌دهد که 56 m از توی کوچیک، که از ورودی بندرگاه محافظت می‌کند، فاصله دارد. از تویی که در سطح دریا قرار گرفته است، گلوله‌هایی با سرعت اولیه 87 m/s شلیک می‌شوند.

(الف) این گلوله‌ها با چه زاویه‌ای، θ ، نسبت به افق باید شلیک شوند تا به کشتی برخورد کنند؟

تکلیف

(۱) گلوله توپ شلیک شده همانند پرتابه است. باید معادله‌ای را پیدا کنید که زاویه پرتاب θ در آن به جابه‌جایی افقی گلوله، در فاصله میان توپ و کشتی، مربوط شود. (۲) چون توپ و کشتی در یک سطح افقی (یا ارتفاع یکسان) قرار دارند، جابه‌جایی افقی همان برد است.



شکل ۱۶-۲ کشتی دزدان دریایی زیر آتش گلوله‌های شلیک شده.

۳. پرنش طولی وقتی یک ورزشکار پرنش طول در حال بلند شدن از کف زمین است، نیروهای وارد بر پای میزبان در پرتابه‌ها و ورزشکار نکانه‌ای زاویه‌ای می‌دهد که منحنی چرخشی دو به جلوی وی حول یک محور افقی می‌شود. چنین چرخشی سبب می‌شود که ورزشکار بتواند صورتی مناسب فرود بیابد؛ هنگام فرود، پاها باید در کنار هم و کشیده شده به سمت حشر در چنان زاویه‌ای با زمین برخورد کنند که پاشنه‌ها روی ماسه در بیشترین مسافت کشیده شوند. محض شاور شدن در هوا، نکانه زاویه‌ای قابل تغییر نیست (نکانه زاویه‌ای پایسته می‌ماند) زیرا هیچ گشتاور نیروی خارجی‌ای بر آن وارد نمی‌شود که منحنی تغییر شود. اما، این ورزشکار می‌تواند بخش اعظم نکانه زاویه‌ای‌اش را با چرخاندن بازویش، صورت پرتابه‌ای آسای یابی، به آن‌ها منتقل کند (شکل ۱۱-۱۱). در این صورت، بدن به‌طور قائم و با سمت‌گیری مناسب برقی فرود قرار می‌گیرد.

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 امروزی 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 عددی 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. در واقع، 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 جرج 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 نگاه‌داری خواهیم کرد.

تغییرات محتوایی عمده

• مطالب کتاب سیرک بال‌دار 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-ساولر در کتاب حاضر با استفاده از نماد بردار یکه 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 درهم آمیزی مفاهیم نداشته باشد. از همه این‌ها گذشته، دانشجوی مدت‌ها پس از خواندن این کتاب و گذراندن این درس، به مهارت‌های تجزیه و تحلیل و درهم آمیزی 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 توان 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 سر و کار پیدا می‌کند، زیرا دانشجوی 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 بر اساس تحقیقات منتشر شده طراحی شده‌اند، در جای‌جای 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 همین جوری از خیر یکاها بگذرند).

جرول واکر

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

شگردهای حل مسئله شامل دستورهای 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 شماره فرد دارند در آخر کتاب آمده است.

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

مسئله‌های دیگر این مسئله‌ها به هیچ روشی مرتب یا دسته‌بندی نشده‌اند، بنابراین دانشجوی 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 دانشجوی بیاموزد چگونه از اصول اولیه شروع کند و با استدلال و پیمودن مسیر چالش برانگیز 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 اندازه موجه برای پرهیز از کتابی که چنان ضخیم باشد که جلوی فشنگ (و همچنین دانشجوی) را بگیرد، اندازه فصل‌های کتاب حاضر را توجیه‌پذیر در نظر گرفته‌ام. مطالب را به قدر کافی و آن‌چنان توضیح می‌دهم که دانشجوی بتواند مسیر خود را پیدا کند و شروع به حرکت کند، ولی نه آن قدر زیاد که دیگر احتیاجی به تجزیه و

| مبانی فیزیک