

رالف لولین

پاول تیپلر

فیزیک جدید ۱

ویرایش پنجم

دکتر محمد ابراهیم ابوکاظمی



نوپردازان

این اثر، مشمول قانون حمایت مولفان و مصنفان و هنرمندان مصوب ۱۳۴۸ است، هرکس تمام یا قسمتی از این اثر را بدون اجازه ناشر، نشر یا پخش کند، مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت.

سرشناسه : تپلر، پل آلن، ۱۹۳۳-م.
 Tipler, Paul Allen
 عنوان و نام پدیدآور : فیزیک جدید / پاول تپلر، رالف لولین، ترجمه ی محمدابراهیم ابو کاظمی.
 مشخصات نشر : تهران، نوپردازان، ۱۳۹۱.
 مشخصات ظاهری : ۲ ج.، مصور، نمودار، ۲۹×۲۲ س.م.
 شابک : 978-964-975-187-0 دوره ۱، ج ۱، 978-964-975-189-4، ج ۲.
 یادداشت : عنوان اصلی: Modern Physics, 5th ed, c2008.
 یادداشت : نمایه : فیزیک
 موضوع : فیزیک
 شناسه افزوده : لولین، رالف آ.
 شناسه افزوده : Llewellyn, Ralph A.
 شناسه افزوده : ابو کاظمی، محمدابراهیم، ۱۳۲۴- مترجم
 رده بندی کنگره : QC۲۱/۳/ت۹۹ ۱۳۹۱
 رده بندی دیویی : ۵۳۰.۱
 شماره کتابشناسی ملی : ۲۸۹۴۹۲۵۱



نوپردازان

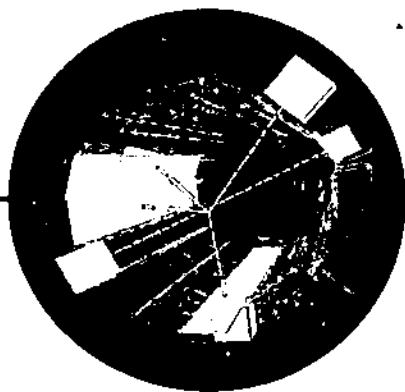
فیزیک جدید ۱	
تألیف	پاول تپلر - رالف لولین
ترجمه	محمدابراهیم ابو کاظمی
ناشر	نوپردازان
قطع	مربعی
نوبت چاپ	اول
ویرایش	پنجم
تاریخ	پاییز ۱۳۹۱
تیراژ	۲۰۰۰
صفحات	۴۰۰
شابک	۹۷۸-۹۶۴-۹۷۵-۱۸۷-۰
شابک دوره	۹۷۸-۹۶۴-۹۷۵-۱۹۰-۰
لینتوگرافی	نورنگ
چاپ و صحافی	طرفه
قیمت	۲۵۰۰۰ تومان

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

پلاک ۷، تلفن: ۱۸ - ۶۶۵۶۶۵۰۹ WWW.Ketabiran.ir

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

تلفن: ۶۶۴۱۴۴۷۴ - ۶۶۴۱۴۵۱۵ - ۶۶۴۱۱۱۷۳ - ۶۶۴۹۴۴۰۹



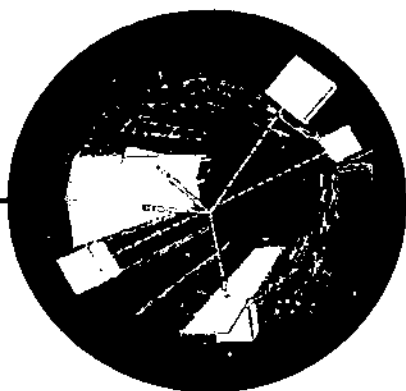
سخن مترجم

تدریس فیزیک جدید همیشه برای من لذت بخشی بوده است، چرا که همیشه نخستین آشنایی دانشجویان را با مفاهیمی که به ظاهر ناسازگار با "عقل سلیم" اند پرسش برانگیز و همراه با چالش و هیجان یافته‌ام. در طول سال‌هایی که به تدریس آن اشتغال داشتم، کتاب‌های درسی متعددی را در این زمینه دیده‌ام، و در ترجمه و ویرایش بعضی از آن‌ها به زبان فارسی هم سهمی داشته‌ام. متن‌هایی که به زبان انگلیسی در این زمینه نوشته می‌شوند به لحاظ پوشش مباحث، سطح و عمق مطالب، تفصیل یا فشردگی موضوعات، شیوه‌ی آموزش و انعطاف‌پذیری برای تطبیق با نیازهای مختلف با هم تفاوت دارند. در این میان، "فیزیک جدید تیپلر" را با رنگ و بویی فرهنگی تاریخی و با روش تدریسی قابل استفاده برای دانشجویان متوسط و بالاتر از متوسط، کتابی یافته‌ام که در حالی که به دلیل ویراست‌های متعددش یکی از پرطرفدارترین متن‌های درسی در دانشگاه‌های انگلیسی زبان است، تا کنون در زبان فارسی هم نمونه‌ی مشابهی نداشته است. انگیزه‌ی اصلی‌ام در برگردان این اثر این بوده است که از نظر خودم یکی از بهترین و روزآمدترین کتاب‌های درسی "فیزیک جدید" دنیا را در اختیار دانشجویان فارسی‌زبان بگذارم. در این مجلد، ترجمه‌ی فارسی ۷ فصل اول متن اصلی این اثر تقدیم خوانندگان می‌شود، که بنا به تصویب شورای عالی برنامه‌ریزی وزارت علوم به عنوان "فیزیک جدید" در نظر گرفته شده است. رعایت امانت در ترجمه و حفظ دقت و درستی مطالب، در کنار ارائه به زبان ساده و قابل فهم برای دانشجوی، وظیفه‌ی دشواری است که ممکن است مترجم آن‌چنان که باید و شاید از عهده‌اش برنیامده باشد. در این صورت، از استادان و همکاران صاحب‌نظر تقاضا می‌شود که کم و کاستی‌های مترجم را در این اثر به وی گوشزد کنند تا چاپ‌های بعدی آن به شکل بهتری به دست دانشجویان برسد.

در پایان لازم می‌دانم از همکاری‌های دکتر شاپور گهواره، مدیر محترم انتشارات نوپردازان، در تهیه‌ی متن اصلی و سرمایه‌گذاری در تولید و چاپ و انتشار این اثر و نیز از همکاری‌های کارکنان زحمت‌کش بخش‌های حروف‌چینی، نمونه‌خوانی، صفحه‌آرایی، گرافیک، و نظارت و چاپ انتشارات نوپردازان صمیمانه سپاسگزاری کنم.

محمدابراهیم ابوکاظمی

تابستان ۱۳۹۱



پیش‌گفتار مؤلفان

در آماده‌سازی این ویراست تازه‌ی فیزیک جدید کارمان را براساس پیشنهادهای گروه پرشمار مرورکنندگان ویراست‌های پیشین، اعم از مدرّس و دانشجو، استوار کرده‌ایم. این نظرات پیشنهادی بازتاب کشف‌هایی بود که در سال‌های آغازین دهه‌ی سوم دامنه‌ی فیزیک جدید را بیش از پیش گسترش داده‌اند، و نشانه‌ی تحول در شرف وقوع در آموزش فیزیک دانشگاه‌ها بود. همچنان‌که اصطلاح فیزیک جدید را به‌معنی فیزیک عصر جدید که همان نسبیت و نظریه‌ی کوانتومی است—به‌کار برده‌ایم، تلاش کرده‌ایم درحالی‌که سطح ریاضیاتی ویراست چهارم را همچنان محفوظ نگه می‌داریم، پیشنهادهای کاربران و مرورکنندگان را هم با حفظ رنگ و بوی فرهنگی-تاریخی کتاب مورد توجه قرار دهیم. نحوه‌ی عرضه‌ی مطالب کتاب نیز همچنان اصناف‌پذیری لازم را برای تطبیق با نیازها و روش تدریس‌های مختلف حفظ کرده است.

ویژگی‌ها

- ویژگی‌های رضایت‌بخش ویراست چهارم که در این ویراست هم حفظ شده‌اند، عبارت‌اند از:
 - ساختار منطقی عرضه‌ی مطالب به‌صورت شروع کار با نسبیت و ادامه‌ی آن با نظریه‌ی کوانتومی که مورد تأیید بسیاری از مدرّسان و مرورکنندگان است.
 - همانند ویراست‌های پیشین، مسئله‌های پایان فصل به سه سطح ساده، متوسط، و دشوار تقسیم شده‌اند، و مسئله‌های ساده‌ی سطح ۲ را با شاخص بخش‌ها هم دسته‌بندی کرده‌ایم. بیش از ۱۰ درصد مسئله‌های پایان فصل در این ویراست مسئله‌های تازه‌اند.
 - یکی از ویژگی‌هایی که بسیاری از مدرّسان روی آن انگشت گذاشته‌اند و بر اهمیت آن تأکید ورزیده‌اند، شمار فراوان مثال‌های مطرح شده در متن درس است که این رویه همچنان در این ویراست نیز محفوظ مانده است. برای ساده‌سازی بسیاری از محاسبات عددی، از کمیت‌های ترکیبی hc ، hc/k ، hc^2 برحسب $eV \cdot nm$ به فراوانی استفاده شده است.
 - خلاصه‌ی فصل‌ها و کتاب‌شناسی پایان فصل‌ها را هم حفظ و تقویت کرده‌ایم.
 - همچنان از ارقام و اطلاعات واقعی، تصاویر اشخاص و وسایل واقعی کار و آزمایش، و نقل قول‌های کوتاه از دانشمندانی که دست‌اندرکاران اصلی شکل‌گیری فیزیک جدید بوده‌اند استفاده کرده‌ایم.

این ویژگی، همراه با یادداشت‌های پایان فصل، بسیاری از رویدادهای تاریخ علم را از نو زنده می‌کند و این توهم فراگیر را هم به چالش می‌گیرد که گویی فیزیک مجموعه‌ای از واقعیات و فرمول‌های خشک و ملال‌آور است.

• شمار زیادی از موضوعات بسیار جذاب، مثل سرعت آبرنوری، را که مرتبط با مطالب مورد بحث هستند در بخش‌های مختلف کتاب گنجانده‌ایم، و آن‌ها را با عنوان کلی گندوکاو و با نماد تصویر  مشخص کرده‌ایم.

• بحث تفصیلی و بررسی عمیق‌تر بسیاری از مطالب را در وبگاه کتاب آورده‌ایم، و در بخش‌های گوناگون با عنوان کلی “برای آگاهی بیشتر” به آن‌ها اشاره کرده‌ایم. هم دانشجویان و هم مدرسان از این بخش تکمیلی به‌گرمی استقبال کرده‌اند، و در طرح‌های مطالعاتی‌شان از آن به‌عنوان سکوی پرش استفاده کرده‌اند. این بخش‌ها را در این کتاب با نماد تصویری رایانه‌ی دستی  مشخص کرده‌ایم.

• به‌منظور پروبال دادن به مباحثات و مرور مطالب مطرح شده در جای‌جای این کتاب، تعداد ۶۰ پرسش مرتبط با موضوعات مورد بررسی در آن گنجانده شده است. در طول سال‌های گذشته، بسیاری از مدرسان به‌طور مثبت نسبت به این پرسش‌ها اظهار نظر کرده‌اند و آن‌ها را وسیله‌ی مؤثری برای تفکر عمیق‌تر دانسته‌اند.

• درج یادداشت‌های کاربردی در این ویراست هم ادامه یافته است. در این یادداشت‌ها، که در حاشیه‌ی بعضی صفحات آورده شده‌اند، به شماری از فواید دستاوردهای فیزیک جدید برای جامعه‌ی بشری اشاره شده است.

ویژگی‌های تازه

برخی از ویژگی‌های تازه‌ی ویراست پنجم عبارت‌اند از:

- برای مرور سریع‌تر دانشجویان به مفاهیم مهم فیزیک کلاسیک مرتبط با موضوعات مورد بحث، در وبگاه کتاب بخش‌های تازه‌ای با عنوان کلی “مرور مفاهیم کلاسیک” (CCR) گنجانده شده است. این بخش‌ها را در حاشیه‌ی مطالب مطرح شده با نماد تصویری رایانه‌ی دستی  مشخص کرده‌ایم. مطالب “مرور مفاهیم کلاسیک” را می‌توان برای مطالعه‌ی آسان‌تر روی کاغذ هم چاپ کرد.
- درحالی‌که بعضی بخش‌های “برای آگاهی بیشتر” را به‌دلیل آن‌که دیگر مورد توجه چندانی نبوده‌اند حذف کرده‌ایم، بخش‌های تازه‌تر و بیشتری به آن‌ها افزوده‌ایم.

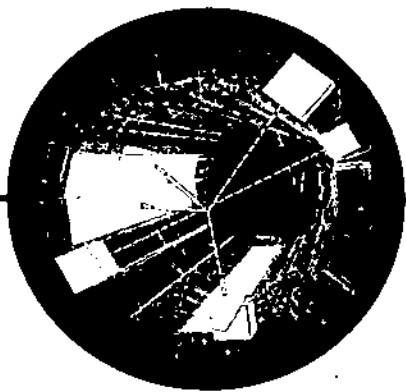
سازمان‌یافتگی و پوشش مطالب

ویراست پنجم نیز، همانند ویراست‌های پیشین، مشتمل بر دو قسمت است: قسمت اول دربرگیرنده‌ی “نسبیت و مکانیک کوانتومی” به‌عنوان مبانی فیزیک جدید است، و قسمت دوم به “کاربرد” های مبانی مطرح شده در قسمت اول می‌پردازد.^۱ قسمت اول را با دو فصل درباره‌ی “نسبیت” آغاز کرده‌ایم. با این فصل‌بندی نسبیت، این انعطاف‌پذیری برای مدرسان فراهم شده است که در تدریس خود یا فقط

۱. با توجه به برنامه‌ی آموزشی دانشگاه‌های ایران، در برگردان فارسی این اثر فقط قسمت اول متن اصلی با عنوان “فیزیک جدید ۱” به چاپ سپرده شده است.

به مفاهیم پایه اکتفا کنند یا مطالب بیشتر و عمیق‌تری را پوشش بدهند. فصل ۱ که درباره‌ی مبانی نسبیت خاص است، پارادوکس‌هایی مانند پارادوکس دوقلو و پارادوکس تیر و انبار را هم که همیشه برای دانشجویان هیجان‌برانگیز بوده‌اند، دربرمی‌گیرد. فصل ۲ را با تکانه و انرژی نسبیتی آغاز کردیم، و آن را با یک بخش توصیفی عمدتاً غیرکتابی درباره‌ی نسبیت عام و تأیید تجربی آن به پایان رساندیم. مطالب مطرح شده در فصل‌ها را با اصلاح و تکمیل توضیحات و ترسیم نمودارهای تازه روزآمد کرده‌ایم. تعدادی از موضوعات مرتبط با مبانی کلاسیک موجود در ویراست‌های پیشین را به بخش "مرور مفاهیم کلاسیک" یا "برای آگاهی بیشتر" در وبگاه کتاب انتقال داده‌ایم. بسیاری از محاسبات تفصیلی را هم در بخش‌های "برای آگاهی بیشتر" گنجانده‌ایم که نمونه‌های آن محاسبه‌ی معادله‌ی کامپتون (در فصل ۳)، جزئیات نظریه‌ی پراکندگی رادرفورد (در فصل ۴)، راه حل ترسیمی چاه مربعی متناهی (در فصل ۶)، و حالت‌های برانگیخته و طیف اتم‌های دو الکترونی (در فصل ۷) هستند.

پاؤل تیپلر رالف لولین



فهرست

۱	نسبیت و مکانیک کوانتومی : پایه‌های فیزیک جدید	بخش ۱
۳	نسبیت I	فصل ۱
۴	پایه‌ی تجربی نسبیت	۱-۱
۱۱	آزمایش مایکلسون-مورلی	
۱۱	اصل موضوع‌های اینشتین	۲-۱
۱۸	تبدیل لورنتس	۳-۱
۲۸	مدرج کردن محورهاى فضازمانى	
۲۹	اتساع زمان و انقباض طول	۴-۱
۴۱	اثر دوپلر	۵-۱
۴۴	اثر عرضی دوپلر	
۴۵	پارادوکس دوقلو و شگفتی‌های دیگر	۶-۱
۴۸	ذوقلوهایی که شتاب یکسان دارند	
۵۲	سرعت‌های اَبَرنوری	
۶۷	نسبیت II	فصل ۲
۶۸	تکانه‌ی نسبیتی	۱-۲
۷۲	انرژی نسبیتی	۲-۲
۸۲	شگفتی دیگری از مکانیک	
۸۳	تبدیل جرم/انرژی و انرژی بستگی	۳-۲
۸۶	جرم ناورد	۴-۲

۱۰۰	نسبیت عام	۵-۲
۱۰۳	✱ انحراف نور در میدان گرانشی	
۱۰۶	✱ انتقال به سرخ گرانشی	
۱۰۹	✱ حضيض مدار عطارد	
۱۰۹	✱ پیش‌بینی درنگ نور در میدان گرانشی	
۱۲۱	کوانتشن بار، نور، و انرژی	فصل ۳
۱۲۱	کوانتشن بار الکتریکی	۱-۳
۱۲۵	تابش جسم سیاه	۲-۳
۱۳۳	اثر فوتوالکتریک	۳-۳
۱۳۹	پرتوهای x و اثر کامپتون	۴-۳
۱۴۵	✱ محاسبه‌ی معادله‌ی کامپتون	
۱۵۵	اتم هسته‌ای	فصل ۴
۱۵۶	طیف‌های اتمی	۱-۴
۱۵۸	اتم هسته‌ای رادرفورد	۲-۴
۱۶۴	✱ پیش‌بینی رادرفورد و نتایج اندازه‌گیری‌های گایگر مارسدن	
۱۶۸	مدل بور برای اتم هیدروژن	۳-۴
۱۷۶	✱ اتم‌های غول‌پیکر	
۱۷۸	طیف‌های پرتو x	۴-۴
۱۸۲	✱ آزمایش فرانک-هرتز	۵-۴
۱۹۵	ویژگی‌های موجی ذرات	فصل ۵
۱۹۵	فرضیه‌ی دوبروی	۱-۵
۱۹۷	اندازه‌گیری‌های طول موج ذره	۲-۵
۲۰۶	بسته‌موج	۳-۵
۲۱۲	تعبیر احتمالاتی تابع موج	۴-۵
۲۱۵	اصل عدم قطعیت	۵-۵
۲۱۶	✱ میکروسکوپ پرتو گاما	
۲۱۸	بعضی پیامدهای اصل عدم قطعیت	۶-۵
۲۲۱	دوگانگی موج-ذره	۷-۵
۲۲۳	✱ نقش تداخل دو شکاف برای الکترون‌ها	
۲۳۱	معادله‌ی شرودینگر	فصل ۶
۲۳۲	معادله‌ی یک‌بعدی شرودینگر	۱-۶
۲۳۹	چاه مربعی نامتناهی	۲-۶

۲۴۹	چاه مربعی متاهی	۳-۶
۲۵۲	جواب‌های ترسیمی چاه مربعی متاهی	
۲۵۳	مقدارهای چشمداشتی و عملگرها	۴-۶
۲۵۶	فرایند گذارهای بین حالت‌های انرژی	
۲۵۷	نوسانگر هماهنگ ساده	۵-۶
۲۶۱	شگرد شرودینگر	
۲۶۱	پارته	
۲۶۲	بازتاب و عبور موج	۶-۶
۲۶۹	ولایتی آلفا	
۲۷۱	ساعت اتمی NH_3	
۲۷۲	دیود نونلی	
۲۸۱	فیزیک اتمی	فصل ۷
۲۸۱	معادله‌ی سه‌بعدی شرودینگر	۱-۷
۲۸۴	کوانتیدگی انرژی و تکانه‌ی زاویه‌ای در اتم هیدروژن	۲-۷
۲۹۳	تابع موج‌های اتم هیدروژن	۳-۷
۲۹۷	اسپین الکترون	۴-۷
۳۰۰	آزمایش اشترن-گرلاخ	
۳۰۳	تکانه‌ی زاویه‌ای کل و اثر اسپین-مدار	۵-۷
۳۰۷	معادله‌ی شرودینگر برای دو (یا چند) ذره	۶-۷
۳۰۹	حالت پایه‌ی اتم‌ها: جدول تناوبی	۷-۷
۳۱۴	حالت‌های برانگیخته و طیف اتم‌ها	۸-۷
۳۱۶	اتم‌های بس الکترونی	
۳۱۶	اثر زیمن	
۳۱۶	نور بی حرکت	
۳۲۹	پیوست ۱	
۳۴۸	پیوست ۲	
۳۵۱	پیوست ۳	
۳۵۶	پیوست ۴	
۳۶۱	پیوست ۵	
۳۶۳	پیوست ۶	
۳۷۱	پاسخ‌نامه	
۳۷۵	نمایه	