

کنت کرین

فیزیک نوین

ویراست سوم



دکتر محمد ابراهیم ابوکاظمی



نوپردازان

فروش اینترنتی

بعضی نقاط عطف در تاریخ فیزیک نوین

- ۱۸۸۷ آلبرت مایکلسون و ادوارد مورلی در آشکارسازی اثر (یا اثیر) با شکست روبه‌رو می‌شوند.
- ۱۸۹۶ هانری بکرل پدیده‌ی پرتوزایی را کشف می‌کند.
- ۱۹۰۰ ماکس پلانک نظریه‌ی کوانتومی‌اش را برای توضیح تابش گرمایی عرضه می‌کند.
- ۱۹۰۵ آلبرت اینشتین نظریه‌ی نسبیت خاص را عرضه می‌کند.
- ۱۹۰۵ آلبرت اینشتین مفهوم فوتون را برای توضیح اثر فوتوالکتریک عرضه می‌کند.
- ۱۹۱۱ هایکه کامرلینگ-اونس پدیده‌ی آبرسانایی را کشف می‌کند.
- ۱۹۱۳ نیلس بور نظریه‌ی ساختار اتمی را عرضه می‌کند.
- ۱۹۱۳ ویلیام ه براگ و ویلیام ل براگ (بدر و پسر) پراش پرتو x در بلورها را بررسی می‌کنند.
- ۱۹۱۴ جیمز فرانک و گوستاو هرتز شواهدی از کوانتیدگی حالت‌های انرژی اتم‌ها را به نمایش می‌گذارند.
- ۱۹۱۴ هنری موزلی رابطه‌ی میان بسامد پرتو x و عدد اتمی را نشان می‌دهد.
- ۱۹۱۵ آلبرت اینشتین نظریه‌ی نسبیت عام را عرضه می‌کند.
- ۱۹۱۶ رابرت میلیکان، با اندازه‌گیری اثر فوتوالکتریک، نظریه‌ی فوتونی اینشتین را به تأیید می‌رساند.
- ۱۹۱۹ ارنست رادرفورد نخستین واکنش هسته‌ای تبدیل یک عنصر به عنصر دیگر را به نمایش می‌گذارد.
- ۱۹۱۹ سِر آرتور ادینگتون و اخترشناسان بریتانیایی دیگر، با اندازه‌گیری انحراف گرانشی نور ستاره، پیش‌بینی‌های نظریه‌ی نسبیت عام اینشتین را به تأیید می‌رسانند.
- ۱۹۲۱ اوتو اشترن و والتر گیرلاخ، با به نمایش درآوردن کوانتیدگی فضایی لزوم معرفی گشتاور مغناطیسی ذاتی الکترون را نشان می‌دهند.
- ۱۹۲۳ آرتور کامپتون تغییر طول موج پرتو x در پراکندگی از الکترون‌ها را به نمایش می‌گذارد.
- ۱۹۲۴ لوئی دیبروی رفتار موجی ذرات را به‌طور اصل موضوعی می‌پذیرد.
- ۱۹۲۵ ولفگانگ پاؤلی اصل طرد را عرضه می‌کند.
- ۱۹۲۵ ساموئل گودشمیت و جورج اولنیک مفهوم تکانه‌ی زاویه‌ای ذاتی (اسپین) را عرضه می‌کنند.
- ۱۹۲۶ اروین شرودینگر مکانیک موجی (یا کوانتومی) را عرضه می‌کند.
- ۱۹۲۶ ماکس بورن تعبیر آماری احتمالاتی تابع موج شرودینگر را وضع می‌کند.
- ۱۹۲۷ ورنر هایزنبرگ اصل عدم قطعیت را مطرح می‌کند.
- ۱۹۲۷ کلیتون دیویسون و لستر گرمر رفتار موجی الکترون‌ها را به نمایش می‌گذارند؛ جورج تامسون به‌طور مستقل از آن‌ها موفق به انجام همین کار می‌شود.
- ۱۹۲۸ پاؤل دیراک نظریه‌ی کوانتومی نسبیتی را عرضه می‌کند.
- ۱۹۲۹ ادوین هابل شواهدی از انبساط عالم را گزارش می‌کند.
- ۱۹۳۱ کارل آندرسون پوزیترون (یا پادالکترون) را کشف می‌کند.
- ۱۹۳۱ ولفگانگ پاؤلی به‌وجود ذره‌ی خنثای نوترینو در واپاشی بتا را اشاره می‌کند.
- ۱۹۳۲ جیمز چادویک نوترون را کشف می‌کند.
- ۱۹۳۲ جان کوکرافت و ارنست والتون نخستین واکنش هسته‌ای را، با استفاده از شتابدهنده‌ای با ولتاژ زیاد، تولید می‌کنند.
- ۱۹۳۲ ارنست لارنس نخستین سیکلوترون را برای بررسی واکنش‌های هسته‌ای می‌سازد.

- ۱۹۳۴ ایرن و فردریک ژولیو-کوری پدیده‌ی پرتوزایی مصنوعی را کشف می‌کنند.
- ۱۹۳۵ هیدکی یوکاوا وجود ذرات میان جرم (یا مزون‌ها) را مطرح می‌کند.
- ۱۹۳۸ اوتوهان، فریتس استراسمن، لیزه مایتنر، و اوتو فریش شکافت هسته‌ای را کشف می‌کنند.
- ۱۹۳۸ هانس بته واکنش‌های گداخت گرما هسته‌ای را به عنوان سرچشمه‌ی انرژی ستاره‌ها مطرح می‌کند.
- ۱۹۴۰ ادوین مک‌میلن، گلن سیبورگ، و همکاران شان نخستین عناصر فرااورانیوم برساخته را تولید می‌کنند.
- ۱۹۴۲ انریکو فرمی و همکاران وی نخستین رآکتور هسته‌ای شکافت را می‌سازند.
- ۱۹۴۵ نخستین بمب شکافتی در کویر نیومکزیکو منفجر می‌شود.
- ۱۹۴۶ جورج گاموف کیهان‌شناسی مهیانگ را مطرح می‌کند.
- ۱۹۴۸ جان باردین، والتر براتن، و ویلیام شاکلی نخستین ترانزیستور را عرضه می‌کنند.
- ۱۹۵۲ نخستین بمب گداخت گرما هسته‌ای در جزیره‌ی مرجانی انی و توک منفجر می‌شود.
- ۱۹۵۶ فردریک راینز و کلاید کوان شواهد تجربی وجود نوترینو را به نمایش می‌گذارند.
- ۱۹۵۸ رادولف موسباور گسیل بدون پس‌زنی پرتوهای گاما را به نمایش می‌گذارد.
- ۱۹۶۰ تئودو مایمن نخستین لیزر یاقوتی را می‌سازد؛ علی جوان نخستین لیزر هلیوم-نئون را می‌سازد.
- ۱۹۶۴ موری گیل من و جورج تسوایگ، به طور مستقل از یکدیگر، مدل سه‌کوارکی ذرات بنیادی را عرضه می‌کنند.
- ۱۹۶۵ آرنو پنزیاس و رابرت ویلسون تابش زمینه‌ی میکروموج کیهانی را کشف می‌کنند.
- ۱۹۶۷ جاسلین بِل و آنتونی هیوئیش نخستین تپ‌اختر را کشف می‌کنند.
- ۱۹۶۷ استیون واینبرگ و عبدوس سلام، به طور مستقل از یکدیگر، با عرضه‌ی نظریه‌ی وحدت یافته، برهم‌کنش‌های ضعیف و الکترومغناطیسی را به هم پیوند می‌زنند.
- ۱۹۷۴ برتون ریشتر و ساموئل تینگ و همکاران شان، به طور مستقل از یکدیگر، موفق به کشف نخستین شواهدی می‌شوند که بر وجود کوارک چهارم (کوارک افسون) دلالت دارد.
- ۱۹۷۴ جوزف تایلور و راسل هالز نخستین تپ‌اختر دوتایی را کشف می‌کنند.
- ۱۹۷۷ لئون لدرمن و همکاران وی، با کشف ذره‌ای جدید، شواهدی برای وجود کوارک پنجم (کوارک ته) به دست می‌آورند.
- ۱۹۸۱ جرد بینینگ و هاینریش روهرر میکروسکوپ الکترونی تونلی-رویشی را اختراع می‌کنند.
- ۱۹۸۳ کارلو روبیا و همکاران وی در سِرِن ذره‌های W و Z را کشف می‌کنند.
- ۱۹۸۶ گئورگ بدنورتس و کارل آلکس مولر نخستین آبرساناهای دمای بالا را تولید می‌کنند.
- ۱۹۹۴ پژوهشگران آزمایشگاه فرمی شواهدی برای وجود کوارک ششم (کوارک سر) به دست می‌آورند.
- ۱۹۹۵ اریک کورنل و کارل ویمان نخستین چگالش بوز-اینشتین را به نمایش درمی‌آورند.
- ۱۹۹۸ کشف نوسان‌های نوترینو نشان می‌دهد که نوترینوها جرم‌هایی اندک ولی ناصفر دارند.
- ۲۰۰۳ داده‌های ماهواره‌ی WMAP حاکی از سن عالم و اجزای سازنده‌ی عالم است.

استاد کینت کرین با تألیفات فیزیک پایه، فیزیک جدید، و فیزیک هسته‌ای اش به عنوان مؤلف و مدرسی صاحب سبک، چهره‌ای آشنا برای استادان و دانشجویان ماست. در بهار سال ۱۳۹۱، در حالی که مراحل پایانی کار تولید و آماده‌سازی برگردان فارسی «فیزیک جدید تیپلر» را می‌گذراندیم، از چاپ و نشر ویراست سوم «فیزیک نوین کرین» آگاهی یافتیم. متن اصلی این اثر به همت زنده‌یاد دکتر شاپور گهواره، مدیر محترم انتشارات نوپردازان، بلافاصله به دستم رسید. همچنان که انتظار داشتیم، با کتاب درسی روبه‌رو شدم که به راستی شسته-رفته، روزآمد، و به لحاظ سطح و عمق مطالب مطرح شده معتدل و قابل استفاده برای دانشجویان فارسی زبان است. ویژگی‌های این اثر و سبک آموزش آن را استاد کرین خود در پیش‌گفتارش شرح داده است. دل‌بستگی‌ام به موضوع این کتاب و اعتدال و سبک آموزش آن سبب شد که بی‌هیچ فوت وقتی دست به کار برگردان آن به زبان فارسی شوم. در این مجلد، برگردان فارسی ۸ فصل اول متن اصلی که مشتمل بر نسبیت و مکانیک کوانتومی و منطبق بر سرفصل‌های مصوب شورای عالی برنامه‌ریزی وزارت علوم برای «فیزیک جدید ۱» است، تقدیم دانشجویان و مدرسان می‌شود. تلاش مترجم در برگردان این اثر، رعایت امانت، حفظ دقت و درستی مطالب، و ارائه به زبان ساده و قابل فهم برای دانشجویان بوده است. از استادان و همکاران صاحب‌نظر درخواست می‌شود که هرگونه کم و کاستی در این کار را به مترجم یادآور شوند تا چاپ‌های بعدی آن به شکل بهتری به دست خوانندگان برسد.

در پایان، لازم می‌دانم از همکاری‌های همه‌جانبه‌ی مدیر محترم انتشارات نوپردازان و کارکنان سخت‌کوش بخش‌های حروف‌چینی، نمونه‌خوانی، صفحه‌آرایی، گرافیک، و نظارت چاپ این مؤسسه صمیمانه قدردانی و سپاسگزاری کنم.

محمد ابراهیم ابوکاظمی

۱۵٪ نسبت به ویراست پیشین افزایش یافته است. نظر به این‌که این ویراست هم شامل مسئله‌های ساده‌تر برای کمک به شکل‌گیری اعتمادبه‌نفس دانشجویان و هم دربرگیرنده‌ی مسئله‌های دشوارتر برای به چالش گرفتن آن‌هاست، دامنه‌ی توانایی‌های لازم برای حل مسئله در این جا گسترده‌تر شده است.

تحول تازه‌ای که از زمان چاپ ویراست دوم به این سو در حوزه‌ی تدریس فیزیک با آن روبه‌رو بوده‌ایم، دسترسی به انبوه مقالات خوبی است که از تحقیقات آموزش فیزیک (PER) حاصل شده‌اند. سبک تدریس خود من تا حد زیادی از یافته‌های PER تأثیر پذیرفته است، و در آماده‌سازی این ویراست تازه هم تا جایی‌که امکان داشته تلاش کرده‌ام نتایج کارشان را در نظر بگیرم. یکی از نکات اصلی برآمده از این تحقیقات در یکی دو دهه‌ی اخیر این بوده است که دانشجویان، بی‌آن‌که مفاهیم زیربنایی را بفهمند، اغلب می‌توانند روش گام‌به‌گام حل مسئله را بیاموزند. بسیاری از رهیافت‌هایی که برای مقابله با این معضل در پیش گرفته می‌شوند، بر پایه‌ی تمرینات مفهومی پیش از کلاس درس و فعالیت‌های فردی یا گروهی درون کلاسی برای کمک به تفکر و استدلال دانشجویان در رویارویی با مسائلی استوار است که تنها با عددگذاری در معادلات قابل حل نیستند. تخصیص بخشی از وقت کلاس به این‌گونه تمرینات و بی‌گیری از طریق پرسش‌های امتحانی نیازمند به تحلیل و تبیین مفهومی را باید از ضرورت‌های مسلم آموزش به‌شمار آورد. جزئیات بیشتر استفاده از دستاوردهای PER برای تدریس فیزیک جدید در کتاب «راهنمای تدریس» این متن درسی آمده است، که از نشانی www.wiley.com/college/krane قابل دریافت است. نمونه‌هایی از پرسش‌های مفهومی قابل بحث در کلاس درس یا قابل طرح در امتحانات را هم می‌توان در این کتاب «راهنمای تدریس» فیزیک جدید یافت.

در پژوهش‌ها و فعالیت‌های حرفه‌ای‌ام، هر از گاهی با فیزیک‌پیشگانی روبه‌رو می‌شوم که در زمان دانشجویی‌شان از ویراست‌های قبلی این کتاب درسی استفاده کرده‌اند. برخی از این همکاران، رویارویی اول خود با فیزیک جدید را همچون برافروخته شدن جرقه‌ای می‌دانند که آن‌ها را به کار حرفه‌ای فیزیک رهنمون شده است. برای بسیاری از دانشجویان، این درس نخستین فرصت برای رسیدن به این بینش است که فیزیکدان‌ها در واقع چه می‌کنند و چه چیزی در کار حرفه‌ای آن‌هاست که آن را این چنین شورانگیز، حیرت‌انگیز، و چالش‌برانگیز می‌نمایاند. امید است دانشجویانی که این ویراست جدید را می‌خوانند همچنان با همان منابع الهام روبه‌رو شوند.

فهرست مطالب

۱. نارسایی‌های فیزیک کلاسیک ۱

- ۱-۱ نگاهی به فیزیک کلاسیک ۳
- ۲-۱ نارسایی مفاهیم کلاسیک فضا و زمان ۱۳
- ۳-۱ نارسایی نظریه‌ی کلاسیک آمار ذرات ۱۵
- ۴-۱ نظریه، آزمایش، قانون ۲۳
- پرسش و تمرین ۲۶
- مسئله‌ها ۲۶

۲. نظریه‌ی نسبیت خاص ۲۹

- ۱-۲ نسبیت کلاسیک ۳۰
- ۲-۲ آزمایش مایکلسون-مورلی ۳۴
- ۳-۲ اصل موضوع‌های اینشتین ۳۶
- ۴-۲ پیامدهای اصل موضوع‌های اینشتین ۳۷
- ۵-۲ تبدیل لورنتس ۴۷
- ۶-۲ پارادوکس دوقلو ۵۳
- ۷-۲ دینامیک نسبیتی ۵۶
- ۸-۲ قوانین پایستگی در برخوردها و واپاشی‌های نسبیتی ۶۳
- ۹-۲ آزمون‌های تجربی نسبیت خاص ۶۶
- پرسش و تمرین ۷۵
- مسئله‌ها ۷۶

۳. ویژگی‌های ذره‌گونه‌ی تابش الکترومغناطیسی ۸۳

- ۱-۳ نگاهی به موج‌های الکترومغناطیسی ۸۴
- ۲-۳ اثر فوتوالکتریک ۹۱
- ۳-۳ تابش گرمایی ۹۷
- ۴-۳ اثر کامپتون ۱۰۵

۵-۳ فرایندهای فوتونی دیگر ۱۰۹

۶-۳ فوتون چیست؟ ۱۱۲

پرسش و تمرین ۱۱۶

مسئله‌ها ۱۱۷

۴. ویژگی‌های موج‌گونه‌ی ذرات ۱۲۳

۱-۴ فرضیه‌ی دوبروی ۱۲۴

۲-۴ شواهد تجربی موج‌های دوبروی ۱۲۶

۳-۴ رابطه‌های عدم قطعیت برای امواج کلاسیک ۱۳۴

۴-۴ رابطه‌های عدم قطعیت هایزنبرگ ۱۳۷

۵-۴ بسته‌موج‌ها ۱۴۴

۶-۴ حرکت بسته‌موج ۱۴۸

۷-۴ احتمال و کاتورگی ۱۵۲

پرسش و تمرین ۱۵۵

مسئله‌ها ۱۵۷

۵. معادله‌ی شرودینگر ۱۶۱

۱-۵ رفتار موج در مرزها ۱۶۲

۲-۵ محصورسازی ذره ۱۶۷

۳-۵ معادله‌ی شرودینگر ۱۷۰

۴-۵ کاربردهای معادله‌ی شرودینگر ۱۷۴

۵-۵ نوسانگر هماهنگ ساده ۱۸۸

۶-۵ پله‌ها و سدّها ۱۹۲

پرسش و تمرین ۲۰۰

مسئله‌ها ۲۰۱

۶. مدل اتمی رادرفورد-بور ۲۰۵

۱-۶ ویژگی‌های اصلی اتم‌ها ۲۰۶

۲-۶ آزمایش‌های پراکندگی و مدل تامسون ۲۰۸

۳-۶ اتم هسته‌ای رادرفورد ۲۱۲

۴-۶ طیف‌های خطی ۲۱۹

۵-۶ مدل بور ۲۲۲

۶-۶ آزمایش فرانک-هرتز ۲۲۹

۷-۶ اصل همخوانی ۲۳۰

۸-۶ نارسایی‌های مدل بور ۲۳۲

پرسش و تمرین ۲۳۵

مسئله‌ها ۲۳۶

۷. اتم هیدروژن در مکانیک موجی ۲۳۹

۱-۷ اتم یک‌بُعدی ۲۴۰

۲-۷ تکانه‌ی زاویه‌ای در اتم هیدروژن ۲۴۲

۳-۷ تابع موج‌های اتم هیدروژن ۲۴۶

۴-۷ چگالی احتمال شعاعی ۲۵۱

۵-۷ چگالی احتمال زاویه‌ای ۲۵۴

۶-۷ اسپین ذاتی ۲۵۵

۷-۷ ترازهای انرژی و نمادهای طیف‌شناختی ۲۶۱

۸-۷ اثر زیمان ۲۶۳

۹-۷ ساختار ریز ۲۶۵

پرسش و تمرین ۲۶۸

مسئله‌ها ۲۶۹

۸. اتم‌های بس‌الکترونه ۲۷۱

۱-۸ اصل طرد پاولی ۲۷۲

۲-۸ حالت‌های الکترونی در اتم‌های بس‌الکترونه ۲۷۴

۳-۸ الکترون‌های بیرونی: استتار و گذارهای اُپتیکی ۲۸۰

۴-۸ خواص عناصر ۲۸۴

۵-۸ الکترون‌های درونی: لبه‌های جذب و پرتوهای x ۲۹۰

۶-۸ جمع تکانه‌های زاویه‌ای ۲۹۵

۷-۸ لیزرها ۳۰۰

پرسش و تمرین ۳۰۵

مسئله‌ها ۳۰۶

پیوست ۱: ثابت‌ها و ضریب‌های تبدیل ۳۰۹

پیوست ۲: عددهای مختلط ۳۱۱

پیوست ۳: جدول تناوبی عنصرها ۳۱۳

پاسخ مسئله‌های با شماره‌ی فرد ۳۱۵

نمایه ۳۱۹