

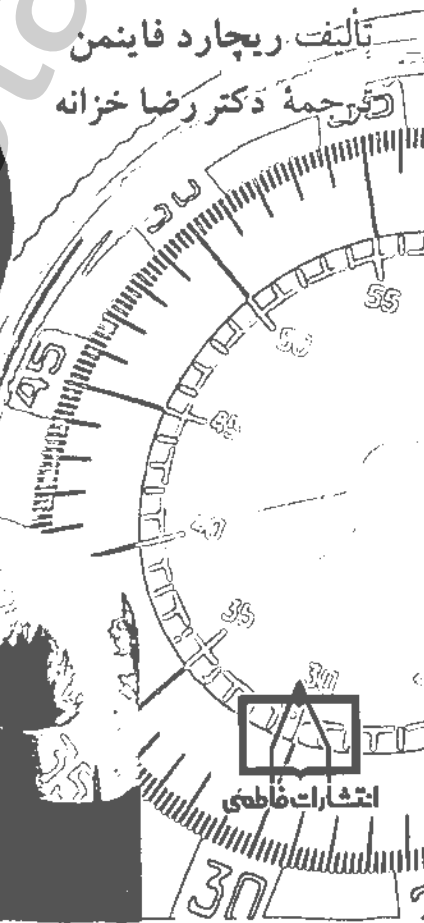
الکترو دینامیک کوانتومی

QED

نظریه شگفت انگیز نور و ماده

تألیف ریچارد فاینمن

ترجمه دکتر رضا خزانہ



انتشارات فاطمی

QED

The Strange Theory of Light and Matter

Richard P. Feynman

الکترو دینامیک کوانتومی

نظریه شکفت‌انگیز نور و ماده

مؤلف: ریچارد فاینمن

مترجم: رضا خزانه

ناشر: مؤسسه فرهنگی فاطمی

چاپ اول، ۱۳۸۵

شابک ۹۶۴-۳۱۸-۴۲۱-۸

ISBN 964-318-421-8

تیراژ: ۳۰۰۰ نسخه

آماده‌سازی پیش از چاپ: واحد تولید مؤسسه فرهنگی فاطمی

- مدیر تولید: فرید مصلحی

- طراح جلد: زهرا قورچیان

- حروفچینی و صفحه‌بندی (TeX): امید بهاری، هنگامه صادقی

- آماده‌سازی تصاویر: فاطمه تقوی

- نظارت بر چاپ: علی محمدپور

لیتوگرافی: صاحب

چاپ و صحافی: چاپخانه خاشع

کلیه حقوق برای مؤسسه فرهنگی فاطمی محفوظ است.

مؤسسه فرهنگی فاطمی، تهران، کدپستی ۱۴۱۴۶ - خیابان دکتر فاطمی، شماره ۱۵۹

تلفن: ۸۸۹۶۱۴۲۲ - ۸۸۹۶۴۷۷۰ - ۸۸۹۵۶۲۵۸

info@fatemi.ir

Feynman, Richard Phillips

فاینمن، ریچارد فیلیپس

الکترو دینامیک کوانتومی QED (کیو ای دی): نظریه شکفت‌انگیز نور و ماده/مؤلف ریچارد فاینمن؛ مترجم رضا خزانه. -

تهران: فاطمی، ۱۳۸۵.

چهارده، ۱۴۶ ص: مصور.

ISBN 964-318-421-8

فهرست‌نویسی بر اساس اطلاعات نیا.

QED: the strange theory of light and matter.

عنوان اصلی:

کتاب حاضر قبلاً با عنوان «QED کیو. ای. دی نظریه عجیب نور و ماده» منتشر شده است.

چاپ قبلی: هوای تازه: هستان، ۱۳۷۹.

۱. فوتون. ۲. الکترون. ۳. الکترو دینامیک کوانتومی. الف. خزانه، رضا، ۱۳۲۹. - مترجم، ب. عنوان، ج. عنوان: QED

کیو. ای. دی. نظریه عجیب نور و ماده.

۵۲۱/۷۷۱۷

QC۷۹۴/۵/۱۲۵۲

۱۳۸۵

۸۴-۴۶۷۳۳

کتابخانه ملی ایران

فهرست

پنج	الکترو دینامیک کوانتومی (QED)
هفت	نامه‌ای از لئونارد ماوتنر
نه	پیشگفتار
یازده	سپاسگزاری
سیزده	سخنی از مترجم
۱	فصل ۱: مقدمه
۳۳	فصل ۲: فوتون‌ها: ذرات نور
۷۳	فصل ۳: الکترون‌ها و برهمکنش‌های آنها
۱۱۹	فصل ۴: کارهای ناتمام

از کتابهای مؤسسه انتشاراتی پنگوین

الکترو دینامیک کوانتومی (QED)

ریچارد فاینمن^۱، یکی از برجسته‌ترین فیزیکدانان فیزیک نظری و از متفکران بدیع قرن بیستم بود. او در سال ۱۹۱۸ در شهر فار راکوی^۲ در ایالت نیویورک متولد شد، تحصیلات عالی خود را در انستیتوی تکنولوژی ماساچوست^۳ انجام داد. در ۱۹۳۹، لیسانس علوم خود را از این دانشگاه دریافت کرد و به تحصیلات خود در دانشگاه پرینستون^۴ تا اخذ درجه دکترا (Ph.D) در ۱۹۴۲ ادامه داد. در سالهای جنگ، در آزمایشگاه علمی لوس آلاموس^۵ کار می‌کرد. در دانشگاه کرنل^۶ به مقام استادی در فیزیک نظری دست یافت و با هانس بته^۷ همکاری کرد. او نظریه الکترو دینامیک کوانتومی را از پایه، بازسازی کرد و به پاداش این دست‌آورد، در جایزه نوبل سال ۱۹۶۵ سهمیم شد. قواعد ساده‌سازی او برای محاسبه، به صورت ابزارهای استاندارد تحلیل نظری در هر دوزمین الکترو دینامیک کوانتومی و فیزیک انرژی-بالا درآمد. فاینمن در ۱۹۵۰ استاد میهمان در انستیتوی تکنولوژی کالیفرنیا^۸ بود. در

1. Richard P. Feynman

2. Far Rockaway

3. MIT

4. Princeton

5. Los Alamos Scientific Laboratory

6. Cornell

7. Hans Bethe

8. Caltech

۱۹۵۹ استاد دائمی کرسی ریچارد چیز تولمن^۱ این دانشگاه در فیزیک نظری شد. او مهارت فوق‌العاده‌ای برای ارتباط با مخاطبان خود، در سطوح مختلف علمی داشت و به عنوان یک سخنران که مطالب خود را به صورت قابل درک برای عموم بیان می‌کرد، شهرت زیادی یافت. ریچارد فاینمن در ۱۹۸۸ پس از یک بیماری طولانی درگذشت. فریمن دایسون^۲ از انستیتوی مطالعات پیشرفته پرینستون در نیوجرسی، او را «نوآورترین اندیشمند نسل خود» خوانده است. او در مقاله‌ای که به مناسبت فوت فاینمن در روزنامه نیویورک تایمز نوشت از او به عنوان «برجسته‌ترین، سست‌گریزترین و تاثیرگذارترین فیزیکدان‌های نظری نسل پس از جنگ» یاد کرد.

1. Richard Chace Tolman 2. Freeman Dyson

نامه‌ای از لئونارد ماوتنر

سخنرانی‌هایی به نام آلیکس. جی ماوتنر به افتخار همسر من آلیکس که در ۱۹۸۲ درگذشت، در نظر گرفته شده‌اند. با وجود اینکه زمینه کار وی ادبیات انگلیسی بود، علاقه درازمدت و خستگی‌ناپذیری به بسیاری از زمینه‌های علمی داشت. در نتیجه، به نظر آمد که ایجاد یک بنیاد مالی به نام او برای برقراری یک سری سخنرانی‌های سالانه، مناسب باشد. هدف از این کنفرانس‌ها اطلاع‌رسانی از دست آورده‌های علم به مردم علاقمند و باهوش بود.

از اینکه ریچارد فاینمن موافقت کرده است که اولین سری سخنرانی‌ها را برگزار کند خوشنود هستم. دوستی ما به پنجاه و پنج سال پیش، زمان کودکی ما در فارزاکوی، نیویورک برمی‌گردد. ریچارد، آلیکس را از بیست و دو سال پیش می‌شناخت. آلیکس، از مدتها پیش تلاش می‌کرد که او را به ارائه تشریحی از فیزیک ذرات بنیادی وادار کند که برای وی و دیگر آنهایی که فیزیکدان نیستند قابل درک باشد.

این را نیز اضافه کنم که از توجه آنهایی که در سخنرانی‌های آلیکس. جی ماوتنر سهم داشته و به برقراری این کنفرانس‌ها کمک کرده‌اند سپاسگزارم.

لئونارد ماوتنر

لوس آنجلس، کالیفرنیا

مه ۱۹۸۳

پیشگفتار

ریچارد فاینمن، به لحاظ نگرش خاصی که به جهان دارد در دنیای فیزیک افسانه است. او هیچ چیز را مسلم نمی‌داند و در حالی که همیشه سعی می‌کند خود به موضوعات بیاندیشد و راه حلی برای آنها پیدا کند، اغلب به درک جدید و عمیقی از رفتار طبیعت، همگام با راهی تازه و به‌طرز زیبایی ساده برای تشریح آن دست می‌یابد.

شور و اشتیاقی که او برای توضیح فیزیک به دانشجویان دارد مشهور است. در حالی که دعوت‌های بی‌شماری را برای سخنرانی در سازمان‌ها و مجامع معتبر رد می‌کند، دوست دارد که دانشجویی به دفتر او بیاید و از او دعوت کند که در باشگاه فیزیک دبیرستان محلی آنها صحبت کند.

این کتاب کار متهورانه‌ای است که تا آنجا که ما می‌دانیم در هیچ جای دیگر به این شیوه دنبال نشده است. کوششی است بدون پیچ و خم و با حفظ امانت برای توضیح موضوع نسبتاً مشکل نظریه الکترودینامیک کوانتومی^۱، برای افرادی که در این زمینه اطلاعات فنی ندارند. این کتاب به‌گونه‌ای طراحی شده است که خواننده علاقمند بتواند نگرش فکری را که فیزیکدان‌ها برای توضیح رفتار طبیعت از آن استفاده می‌کنند، درک کند.

1. Quantum Electrodynamics

اگر شما در نظر دارید در رشته فیزیک تحصیل کنید (یا هم اکنون به آن مشغول هستید) چیزی در این کتاب نیست که فراگرفتن آن، لازم نباشد: این کتاب تشریح کامل و دقیقی است و با تمام جزئیات در چارچوبی که مفاهیم پیشرفته را می‌توان بدون هیچگونه تغییری به آن پیوند داد. برای کسانی از شما خوانندگان که در رشته فیزیک تحصیل کرده‌اید، الهام و مکاشفه‌ای است از این که شما، زمانی که آن محاسبات پیچیده را انجام می‌دادید، در واقع چه می‌کردید!

فاینمن، در نوجوانی، برای فراگرفتن حسابان (دیفرانسیل و انتگرال) از کتابی الهام گرفت که اینطور شروع می‌شد: «چیزی را که یک احمق می‌تواند انجام دهد، دیگری هم می‌تواند». او می‌خواهد این کتاب را با کلمات مشابهی به خوانندگان اهدا کند: «چیزی را که یک احمق می‌تواند بفهمد، دیگری هم می‌تواند درک کند».

رالف لایتون

پاسادنا، کالیفرنیا

فوریه ۱۹۸۵

سیاسگزاری

محتوای این کتاب جان کلامی است از سخنرانی‌هایی که من در دانشگاه کالیفرنیا در لوس‌آنجلس (UCLA) ایراد کرده‌ام. دوست خوب من، رالف لایتون^۱، نسخه‌ای از این سخنرانیه‌ها را فراهم و آنها را ویرایش کرده است. در واقع، برای تهیه این کتاب اصلاحات قابل ملاحظه‌ای به عمل آمده است. تجارب لایتون در تدریس و نگارش، در تلاش برای اینکه این بخش اصلی فیزیک به طیف وسیعی از مخاطبان عرضه شود، از اهمیت زیادی برخوردار بوده است.

در بسیاری از متون علمی «مردم پسند» نویسنده برای سادگی ظاهری، به شرح چیزی متفاوت، چیزی کاملاً تحریف شده از آنچه مدعی تشریح آن بوده، اقدام کرده است. اهمیت موضوع مورد بحث ما، اجازه نداد که ما هم این کار را بکنیم. ما ساعات زیادی را به بحث پرداختیم و کوشش کردیم که بدون آن که از حقیقت منحرف شویم، به بالاترین سطح سادگی و روشنی دست یابیم.

1. Ralph Leighton

سخنی از مترجم

در میان فیزیکدانان مشهور قرن بیستم، ریچارد فاینمن به توانایی انتقال دانش به دانشجویان و دانش‌پژوهان معروف است. کتابهای درسی او به عنوان یکی از بهترین متون فیزیک در دانشگاههای سراسر جهان تدریس می‌شود. فاینمن همچنین نویسنده یک سری از کتابها برای افراد غیرمتخصص است که کتاب حاضر یکی از آنهاست. در این کتاب، مجموعه‌ای از سخنرانیهای او در مورد الکترودینامیک کوانتومی یا مبحث نور و الکتریسیته به زبان کوانتومی جمع‌آوری شده و به چاپ رسیده است. با وجود اینکه موضوع کتاب، مبحث پیچیده‌ای از علم فیزیک است، او توانسته است با شیوه‌ای رسا و شیرین با حداقل استفاده از روابط ریاضی، مطالب را با حفظ امانت از مبانی فیزیکی آنها بیان کند. طرز تشریح موضوعات به‌گونه‌ای است که خواننده می‌تواند با استفاده از این مبانی و مراجعه به کتابهای تخصصی، اطلاعات خود را در این زمینه به دلخواه توسعه دهد. برای افراد غیرمتخصص، این کتاب، راه نسبتاً آسانی برای درک مبانی نور و الکتریسیته براساس فیزیک کوانتومی است که توسط شماری از فیزیکدانهای مشهور قرن بیستم، از جمله فاینمن، در نیمه دوم قرن بیستم توسعه یافته است.

فاینمن شخص شوخ و بذله‌گویی بود. این طبع او مخصوصاً در سخنرانیهای وی تجلی

می‌یافت و همواره شنونده را محو‌گفتار و شیفته حرکاتش می‌کرد. در این کتاب نیز شیوه خاص طرز صحبت او، خواننده را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

از آقای دکتر اکبر حریری، استاد دانشگاه و همکار ارجمندم در سازمان انرژی اتمی ایران که متن کتاب را با دقت بازخوانی و نکاتی را تذکر دادند، استاد فرزانه آقای احمد خواجه‌نصیر طوسی که ویرایش این کتاب را بر عهده گرفتند و از همکاران دیگر ایشان در مؤسسه فرهنگی فاطمی برای تهیه نسخه نهایی این کتاب سپاسگزارم.

اردیبهشت ۱۳۸۵

رضا خزانه