

کوانتوم در چند دقیقه

توصیف فشرده‌ی گیتی از دریچه‌ی کوانتومی

نویسنده:

جما لَوندر

سرپرست مجله‌ی همه‌چیز درباره‌ی فضا

مترجمان:

کریمه بهاری

مؤسسه آموزش عالی ادیب مازندران

حسن فتاحی



انتشارات گوتنبرگ

سرشناسه	: لاوندِر، جما Lavender, Gemma
عنوان و نام پدیدآور	: کوانتوم در چند دقیقه: توصیف فشرده‌ی گیتی از دریچه‌ی کوانتومی / نویسنده جما لوندِر؛ مترجمان کریمه بهاری، حسن فتاحی.
مشخصات نشر	: تهران: انتشارات گوتنبرگ، ۱۴۰۰.
مشخصات ظاهری	: ۴۲۶ ص.: مصور، جدول، نمودار.
شابک	: ۹۷۸-۶۲۲-۹۸۴۹۵-۴-۵
وضعیت فهرست‌نویسی	: فیبا
یادداشت	: عنوان اصلی: Quantum physics in minutes, 2017.
یادداشت	: کتاب حاضر با عناوین مختلف توسط مترجمان متفاوت در سال‌های مختلف ترجمه و منتشر شده است.
یادداشت	: واژه‌نامه.
یادداشت	: نمایه.
عنوان دیگر	: توصیف فشرده‌ی گیتی از دریچه‌ی کوانتوم.
موضوع	: کوانتوم -- به زبان ساده
موضوع	: Quantum theory -- Popular works
شناسه افزوده	: بهاری اردشیری، کریمه ، ۱۳۶۳-، مترجم
شناسه افزوده	: فتاحی، حسن، ۱۳۶۱-، مترجم
رده بندی کنگره	: QC۱۷۴/۱۲
رده بندی دیویی	: ۵۳۰/۱۲
شماره کتابشناسی ملی	: ۸۴۶۰۲۶۸
اطلاعات رکورد کتابشناسی	: فیبا



انتشارات کوتانبرگ

کوانتوم در چند دقیقه (توصیف فشرده‌ی گیتی از دریچه‌ی کوانتومی)

نویسنده: جما لوندیر

مترجمان: کریمه بهاری، حسن فتاحی

صفحه آرایی: لیلا زارعی

چاپ دوم: ۱۴۰۲

تیراژ: ۵۰۰ نسخه

قیمت: ۲۵۹ هزار تومان

شابک: ۹۷۸-۶۹۴-۹۸۴۹۵-۴-۵

حق چاپ برای ناشر محفوظ می‌باشد و هرگونه استفاده به هر شکل بدون اجازه کتبی ناشر پیگرد قانونی دارد.

آدرس: تهران، خیابان انقلاب، مقابل دانشگاه تهران، پلاک ۱۲۱۲، انتشارات گوتنبرگ



www.myketab.com



gutenbergpublication

تلفن: ۰۲۱-۶۶۴۱۳۹۹۸

مشهد. خیابان احمد آباد، مقابل محتشمی، انتشارات جاودان خرد

تلفن: ۰۵۱-۳۸۴۳۴۵۲۷

فهرست

مقدمه‌ی مترجمان ۹

پیش‌گفتار ۱۶

تولد فیزیک کوانتومی فیزیک کوانتومی چیست؟ ۱۸ • آیا نور موج است؟ ۲۰ • آیا نور ذره است؟ ۲۲ • آزمایش دوشکاف ۲۴ • آزمایش مایکلسون-مورلی ۲۶ • الکترومغناطیس ۲۸ • معادلات مکسول ۳۰ • ترمودینامیک و انتروپی ۳۲ • اجسام سیاه ۳۴ • فاجعه [یا نگویند] فرابنفش ۳۶ • کوانتا ۳۸ • کشف الکترون‌ها ۴۰ • اثر فوتوالکتریک ۴۲ • نظریه‌ی فوتون اینشتین ۴۴ • پراکندگی کامپتون ۴۶ • دوگانگی موج-ذره ۴۸ • پراش الکترون ۵۰ • ساختار اتمی رادرفورد ۵۲ • ساختار اتمی بور ۵۴ • اتم مکانیک کوانتومی ۵۶ • نسبیت ۵۸ • هم‌پوشانی موج-انرژی ۶۰ • کنفرانس سلوی ۶۲ • تفسیر کپنهاگی ۶۴

ترازهای انرژی و خطوط طیفی (بینایی) طیف‌سنجی (بیناب‌نمایی) ۶۶ • ساختار اتمی ۶۸ • لایه‌های الکترونی ۷۰ • اعداد کوانتومی ۷۲ • ترازهای انرژی الکترون ۷۴ • محاسبه‌ی ترازهای انرژی ۷۶ • حالت پایه ۷۸ • زیرلایه‌های الکترونی ۸۰ • تهیگنی کوانتومی ۸۲ • قاعده‌های هوند ۸۴ • اصل طرد پائولی ۸۶ • خطوط فرانوفر ۸۸ • خطوط نشری (طیف گسیلی) ۹۰ • پایستگی انرژی و تکانه ۹۲ • گذارهای ممنوع ۹۴ • اثر زیمنان ۹۶

فیزیک ذرات باغ‌وحش ذرات ۹۸ • مدل استاندارد ۱۰۰ • کوارک‌ها ۱۰۲ • هادرون‌ها ۱۰۴ • لپتون‌ها ۱۰۶ • ماده‌ی تاریک ۱۰۸ • بار الکتریکی ۱۱۰ • تکانه‌ی زاویه‌ای یک ذره‌ی بنیادی ۱۱۲ • دستاورگی و پاریته ۱۱۴ • گشتاور مغناطیسی ۱۱۶ • برهم‌کنش‌های اسپین-مدار ۱۱۸ • فرمیون‌ها ۱۲۰ • بوزون‌ها ۱۲۲ • چگالش بوز-اینشتین ۱۲۴ • برخورددهنده‌ی بزرگ هادرونی ۱۲۶ • اکتشافات LHC ۱۲۸ • بوزون هیگز ۱۳۰ • نیروی الکترومغناطیسی ۱۳۲ • نیروی قوی ۱۳۴ • نیروی ضعیف ۱۳۶

پرتوزایی ۱۳۸ • واپاشی آلفا ۱۴۰ • واپاشی بتا ۱۴۲ • واپاشی گاما ۱۴۴ • ذرات مجازی ۱۴۶ • انتقال لمب ۱۴۸ • انرژی خلأ ۱۵۰ • دنیای موج-ذره ۱۵۲

تابع موج تابع موج احتمال ۱۵۴ • به‌کارگیری تفسیر کوانتومی ۱۵۶ • احتمالات کوانتومی ۱۵۸ • قاعده‌ی بورن ۱۶۰ • حالت‌های کوانتومی ۱۶۲ • برهم‌نهی کوانتومی ۱۶۴ • معادله‌ی موج شرودینگر ۱۶۶ • نوسانگر همساز کوانتومی ۱۶۸ • نسبت خاص ۱۷۰ • معادله‌ی کلاین-گوردون ۱۷۲ • معادله‌ی دیراک ۱۷۴ • پادماده ۱۷۶ • سد کولنی ۱۷۸ • تونل‌زنی کوانتومی ۱۸۰ • اصل عدم قطعیت هایزنبرگ ۱۸۲ • عدم قطعیت در عمل ۱۸۴ • ناهمدوسی کوانتومی ۱۸۶ • گریه‌ی شرودینگر ۱۸۸ • آزمون گریه‌ی شرودینگر ۱۹۰ • [اصل] مکملیت ۱۹۲

زبان فیزیک کوانتومی مبانیات کوانتومی ۱۹۴ • ماتریس چیست؟ ۱۹۶ • مکانیک ماتریسی ۱۹۸ • مکانیک موجی ۲۰۰ • قضای هیلبرت ۲۰۲ • نظریه‌ی تبدیل ۲۰۴ • عملگرهای کوانتومی ۲۰۶ • عملگر همیلتونی ۲۰۸ • فرمول‌های انتقال مسیر ۲۱۰ • نمودارهای فاینمن ۲۱۲ • ویژه‌تابع‌ها ۲۱۴ • اصل همخوانی (اصل تطابق) ۲۱۶ • معادله‌های قلمرو کوانتومی ۲۱۸ • نظریه‌ی اختلال ۲۲۰

فیزیک کوانتومی و گیتی گیتی (عالم) ۲۲۲ • مه‌بانگ ۲۲۴ • افت‌وخیزهای کوانتومی ۲۲۶ • تابش زمینه‌ی کیهانی ۲۲۸ • خاستگاه کهکشان‌ها ۲۳۰ • مسئله‌ی افق (مشکل افق) ۲۳۲ • تورم ۲۳۴ • تورم ابدی ۲۳۶ • گیتی در حال انبساط ۲۳۸ • [انبساط] تندشونده‌ی گیتی ۲۴۰ • انرژی تاریک ۲۴۲ • مرگ ستارگان ۲۴۴ • ستارگان نوترونی ۲۴۶ • ستارگان کوارکی ۲۴۸ • سیاهچاله‌ها ۲۵۰ • تابش هُکینگ ۲۵۲ • واپاشی پروتون ۲۵۴ • واپاشی خلأ ۲۵۶ • سرنوشت ۲۵۸ • قبل از مه‌بانگ ۲۶۰

نظریه‌ی همه‌چیز نظریه‌ی همه‌چیز ۲۶۲ • نظریه‌ی میدان کوانتومی ۲۶۴ • تقارن ۲۶۶ • الکترودینامیک کوانتومی ۲۶۸ • کرومودینامیک کوانتومی ۲۷۰ • گرانش کوانتومی ۲۷۲ • نظریه‌ی الکتروضعیف ۲۷۴ • گرانش کوانتومی حلقوی ۲۷۶ • نظریه‌ی ریسمان ۲۷۸ • دوره‌ی پلانک ۲۸۰ • شکست تقارن ۲۸۲ • آبرتقارن ۲۸۴ • ابعاد بالاتر ۲۸۶ • فضای کَلبی-یائو ۲۸۸ • نظریه‌ی شامه ۲۹۰ • تناظر Ads/CFT ۲۹۲ • بهترین نظریه ۲۹۴

چند جهانی تفسیر بَس-جهانی [یا بَس-گیتی] ۲۹۶ • انواع چند جهانی ۲۹۸ • چند جهانیِ تورمی ۳۰۰

تابع موج رمبش ناپذیر ۳۰۲ • چند جهانی بس-جهانی ها ۳۰۴ • خودکشی کوانتومی ۳۰۶ • یک نظریه‌ی آزمون‌پذیر ۳۰۸ • گیتی‌های چرخه‌ای ۳۱۰ • اصل انسان محوری ۳۱۲

گیتی اسرارآمیز تاس ریختن ۳۱۴ • درهم‌تنیدگی کوانتومی و متناقض‌نمای EPR ۳۱۶ • متغیرهای پنهان و قضیه‌ی بل ۳۱۸ • نفی علیت ۳۲۰ • جبرگرایی ۳۲۲ • سریع‌تر از نور ۳۲۴ • دورنوردی [دورترارسانی] کوانتومی ۳۲۶ • آزمایش‌های دورنوردی ۳۲۸ • زمان کوانتومی ۳۳۰ • زمان به عقب بازمی‌گردد؟ ۳۳۲ • مغزهای بولتزمن ۳۳۴

کاربردهای کوانتومی کاربردهای مکانیکی کوانتومی ۳۳۶ • لیزرها ۳۳۸ • میکروسکوپ تونل‌زنی روبشی ۳۴۰ • تصویربرداری تشدید مغناطیسی ۳۴۲ • الکترونیک ۳۴۴ • حافظه‌های خارجی ۳۴۶ • LEDها (دیودهای نورگسیل یا نورافشان) ۳۴۸ • ساعت‌های اتمی ۳۵۰ • رمزنگاری کوانتومی ۳۵۲ • ارتباط از راه دور (مخابرات) ۳۵۴ • سن‌یابی رادیومتری ۳۵۶ • نقاط کوانتومی ۳۵۸ • آبشارها ۳۶۰ • آب‌رسانایی ۳۶۲ • شیمی کوانتومی ۳۶۴

زیست کوانتومی زیست‌شناسی کوانتومی ۳۶۶ • قطب‌نماهای زیستی ۳۶۸ • فنوستز کوانتومی (نورساخت نورآمایی کوانتومی) ۳۷۰ • بینایی کوانتومی ۳۷۲ • آگاهی (خودآگاهی/هوشیاری) کوانتومی ۳۷۴ • تقابل با آگاهی انسان ۳۷۶ • بدون اراده‌ی آگاهی ۳۷۸

محاسبه‌ی کوانتومی محاسبات کوانتومی ۳۸۰ • کیوبیت‌ها ۳۸۲ • انواع کامپیوترهای کوانتومی ۳۸۴ • مشکلات ناهمدوسی ۳۸۶ • مهار کیوبیت‌ها ۳۸۸ • درجه‌های منطقی کوانتومی ۳۹۰ • الگوریتم‌های کوانتومی ۳۹۲ • تصحیح خطای کوانتومی ۳۹۴ • شبیه‌سازی کوانتومی ۳۹۶ • ساخت رایانه‌های کوانتومی ۳۹۸

آینده‌ی فیزیک کوانتومی چالش‌های آینده ۴۰۰ • نقش مشاهده‌گر ۴۰۲ • رُمبش عینی ۴۰۴ • گیتی نخستین (اولیه) ۴۰۶ • آیا اطلاعات از بین می‌روند؟ ۴۰۸ • سرعت نور متغیر است؟ ۴۱۰ • ماده‌ی فرین ۴۱۲ • جایگزین‌هایی برای ریسمان‌ها ۴۱۴ • آیا تفسیر کپنهاگی درست است؟ ۴۱۶

مقدمه‌ی مترجمان

ستاره، آنگاه که می‌میرد، از محصولات پرورده‌ی درون خود فضا را بارور می‌سازد.

اوبر ریوز

اختر فیزیک‌دان هسته‌ای نامور کانادایی

امروز که در حال نوشتن مقدمه برای کتاب «فیزیک کوانتومی در چند دقیقه» هستیم، بیست و نهمین سال (مهرماه سال ۱۳۹۹ هجری خورشیدی است. صد سال پیش در چنین روزهایی، دو سال بعد از پایان جنگ جهانی و آغاز عصر اتم بود. در جهان علم نظریه‌ی کوانتومی آرام آرام در حال زایش بود و آلبرت اینشتین نظریه‌ی نسبیت خاص و عام خود را ارائه کرده بود. ما در ایران، سلسله‌ی قاجار آخرین نفس‌هایش را می‌کشید و عقب‌ماندگی در سراسر ایران به چشم می‌خورد. زخم‌هایی عمیق بر پیکره‌ی ایران، در جایگاه تمدنی قدیمی و پرآوازه وارد آمده بود. به‌رغم رشادت‌های اندک دلیرمردان (و انگشت‌شمار شیرزنانی) همچون عباس میرزا نایب‌السلطنه، ایران، آن کشوری که زمانی فخر اقتدار جهان بود، از کشور همسایه و خصم دیرین، روسیه تزاری، زخم خورده بود و در جنگ‌های موسوم به «جنگ‌های ایران و روسیه» شکست سنگینی را چشیده و بخشی از خاک ایران از دست رفته بود. اگرچه در شکست‌های قشون ایران دلایل و عوامل گوناگونی نقش داشتند؛ اما عقب‌ماندگی علمی و به دنبال آن عقب‌ماندگی صنعتی

و نظامی، در کنار تاریک‌اندیشی و تاریک‌ورزی عده‌ای، از برجسته‌ترین علت‌ها بود. در حالی که در جهان خارج جنگ جهانی اول پایان یافته بود، در ایران نفس‌های آخر سلسله قاجار می‌رفت تا تجدیدی آمرانه را بزاید. در حالی که در آن سوی جهان چند قرن پس از رخداد باززایش یا رنسانس، خردورزی و عقلانیت راه خود را یافته بود و زنان در پی تثبیت جایگاه خود در نهادها و محفل‌های دانشگاهی بودند، در ایران عزیز ما هنوز دانشگاه تهران تأسیس نشده بود. آری، دانشگاه تهران به سال ۱۳۱۳ هجری خورشیدی به همت و اراده‌ی ترقی‌خواهان تأسیس شد و تا به همین امروز دوره‌های افول و صعود بسیاری به خود دیده است. از استادان نامور صاحب‌قلم تا استادانمهای سفارشی. به تاریخ بیست و نهم اسفندماه بازگردیم. این روز در گاهشمار ایران نوین یکی از روزهای مهم است. روز ملی شدن صنعت نفت. به یادگان جوان این کتاب که سرمایه‌های واقعی آینده‌ی ایران هستند، خواندن تاریخ پرده‌برداری و فرود صنعت نفت را توصیه می‌کنیم. مطلوب یا نامطلوب هر سه مرحله‌ی رشد، پیشرفت و توسعه‌ی ایران به نفت گره‌خورده است. چندین دهه از ملی شدن صنعت نفت سپری می‌شود. رویدادی که چهره‌ی نمادین آن زنده‌یاد دکتر محمد مصدق است؛ اما در واقع رده‌ای از ایرانیان میهن‌دوست برای دستیابی به آن آستین همت بالا زدند. امروز که ما دو نفر در جایگاه مترجمان این اثر در حال نوشتن این مقدمه هستیم، سال ۱۳۹۹ هجری خورشیدی است. تحولات سیاسی بسیاری، پرشتاب آمده‌اند و رفته‌اند. اگر صد سال پیش هنوز در ایران دانشگاه مدرن به معنای واقعی نداشتیم و آنچه بود دارالفنون بود، آن‌هم به حسن تدبیر امیرکبیر، امروزه در پی تحولات و دگرگونی‌های جامعه‌ی ایرانی تنوعی از ساختارهای علمی در کشور شکل گرفته

است. در این میان زنان حضوری انکارناپذیر و پررنگ در تاروپود اجتماع دارند، آنچنان که توسعه‌ی ایران به زنان گره‌خورده است و زنان ایرانی عامل توسعه هستند. اگر در ایران آن زمان هنوز کسی نمی‌دانست ماکس پلانک آلمانی چگونه زایش نظریه‌ی کوانتومی را رقم زد، امروز یکی از مترجمان این کتاب بانویی دانش‌آموخته در بالاترین رتبه‌ی علمی است که برای نسل جوان‌تر از خودش همپای مترجم و پژوهشگری مرد، در جایگاهی عالی، کتابی درباره‌ی کوانتوم و آخرین تحولات آن ترجمه می‌کند. از آخرین روزهای اسفند ۱۳۹۹ ه.خ تا آخرین روز ۱۳۹۹ ه.خ که در حال نوشتن این مقدمه هستیم، جامعه‌ی ایرانی شاهد تحول و دگرگونی پرشتابی بوده است. به گونه‌ای که آهنگ تحولات جامعه‌شناسی علمی آن از اروپا طی چهار دهه‌ی نوزایی بیشتر است. اجازه دهید در عالم خیال به صد سال آینده برویم؛ به سال ۱۴۹۹ ه.خ مترجمان این اثر روی در نقاب خاک کشیده‌اند؛ اما باور داریم صد سال آینده‌ی این تحولات چشمگیر بسیاری را به‌رغم چند دهه خمودی علمی تجربه خواهد کرد. باور داریم صد سال آینده در چنین روزهایی، پژوهشگران زن و مرد جوان ایرانی در دانش‌های کوانتوم-پایه در حال نوشتن کتاب برای مخاطبان جهانی خواهند بود. باری، ما این کتاب را به این امید ترجمه کرده‌ایم. همانطور که پیشینیان ما همچون عباس میرزا نایب‌السلطنه، محمدعلی فروغی، محمود حسابی، محمود هشترودی و بسیاری بزرگان دیگر به امید ایرانی روشن و درخشان بذری را کاشتند و ما برداشت کردیم، ما نیز بر این باوریم آنچه امروز با کمک واژگان در این اثر می‌کاریم، درخت تنومندی خواهد شد که به سال ۱۴۹۹ ه.خ میوه‌اش را دختران و پسران جوان و جویای دانش ایران خواهند چید.

در عصر حاضر آموختن مبانی نظریه‌ی کوانتومی برای همه‌ی مردم و به‌ویژه دانش‌آموزان و دانشجویان تمام رشته‌ها ضروری است. نظریه‌ی کوانتومی در تاروپود زندگی ما در چهارگوشه‌ی جهان نفوذ کرده است. از کامپیوترهای خانگی تا انواع گوناگون تلویزیون‌های نوین، از وسایل آشپزخانه همچون دستگاه مایکروویو گرفته تا دستگاه ام.آر.آی و روبشگرهای خانگی و پزشکی و صنعتی. نظریه‌ی کوانتومی در حال حاضر در انواع فناوری‌های پیشرو به چشم می‌خورد. از دستگاه‌های پیشرفته‌ی پزشکی تا تجهیزات نظامی مدرن. جنگ‌های امروزی به شدت به کاربردهای کوانتوم گره‌خورده‌اند. به زبان ساده دانستن و آموختن مبانی نظری و کاربردی نظریه‌ی کوانتومی از مقاطع دبستان تا تخصص‌های دانشگاهی به منافع ملی و اقتصادی کشور در هم تنیده است؛ بنابراین گنجاندن آن در کتاب‌های درسی اجتناب‌ناپذیر است.

در بازار نشر دنیا و نیز بازار کتاب ایران کتاب درباره‌ی کوانتوم بسیار است. شاید بتوان گفت دو موضوع نظریه‌ی کوانتومی و هستی‌شناسی از پرتعدادترین موضوع‌های علمی باشند. همین امروز، در آخرین روز سال که در حال نوشتن این مقدمه هستیم، در بازار نشر ایران در همین یک سال که بیماری جهانگیر کرونا، رمق جان نحیف چاپ کتاب‌های علمی را بیش از پیش گرفت، باز هم تعدادی کتاب با موضوع کوانتوم چاپ شد و حتی چندین کتاب با رویکرد شبه‌علمی و خرافات که شوربختانه فروش خوبی هم داشت روانه‌ی بازار شد؛ بنابراین مردم به دانستن و خواندن درباره‌ی کوانتوم علاقه‌منداند. در این بازار رنگارنگ کتاب، انتخاب کتابی مناسب برای ترجمه به زبان پارسی کاری مهم است؛ زیرا دانش‌آموزان عزیز ایرانی آنچنان که باید در زبان انگلیسی توانا

نیستند تا از منابع چاپی و برخط به زبان‌های دیگر استفاده کنند و از سوی دیگر کتاب‌های درسی هم پربار نیستند؛ بنابراین انتخاب کتاب مناسب کاری ظریف است.

کتابی که پیش روی شما خواننده عزیز ما قرار دارد «کوانتوم در چند دقیقه» نام دارد. یکی از ده‌ها کتاب مجموعه‌ی بزرگ «در چند دقیقه» که چندین سال است منتشر می‌شود. رویکرد این مجموعه به گونه‌ای است که سه ویژگی بسیار پروپیمانی را پوشش می‌دهد، چیزی که به شدت لازمه‌ی مخاطب ایرانی است. نخست درستی و دقت علمی است، دیگری گزیدگی و گستردگی موضوعات است و سومین ویژگی آن طبقه‌بندی بسیار خوب است. آنچنان که خواننده پس از مطالعه‌ی با دقت و با حوصله، آماده‌ی خواندن کتاب‌هایی با سطح بالاتر است یا اینکه توان خواندن مقالات علمی بالاتر از سطح علمی متوسط جامعه دارد.

نخستین تجربه‌ی موفق ما در کتاب‌های علمی سری در چند دقیقه با کتاب «فیزیک در چند دقیقه» رقم خورد. آن کتاب را یکی از ترجمان این اثر (حسن فتاحی) و دوست پژوهشگرمان صفورا تنباکویی ترجمه کرده‌اند و با استقبال خوبی روبرو شد. این استقبال هم از سوی دانش‌آموزان بود و هم از سوی معلمان فیزیک سراسر کشور. مهم‌ترین نکته‌ای که هر دو دسته از مخاطبان و خوانندگان تأکید داشتند، طبقه‌بندی دقیق مطالب بود. کم نبودند دانش‌آموزانی که نمی‌دانستند یک مفهوم فیزیکی زیرشاخه‌ی کدام بخش از درخت فیزیک است. این چارچوب در این کتاب هم وجود دارد. بی‌شک دانش‌آموزان عزیزمان برای نخستین بار با بسیاری از مفاهیم و کاربردهای گسترده‌ی نظریه‌ی کوانتومی

روبرو می‌شوند؛ بنابراین طبقه‌بندی درست رَوَند تاریخی این بخش از فیزیک در ذهن‌شان از اهمیتی شایان برخوردار است. کتاب اگرچه بیش از دویست موضوع فیزیک را به زبان ساده روایت می‌کند؛ داستان تعریف نمی‌کند. خواننده‌ی این کتاب به اندیشیدن وادار می‌شود، به چند بار خواندن یک پاراگراف و اندیشیدن درباره‌اش وادار می‌شود. این همان چیزی است که مترجمان در پی‌اش هستند. پیشنهاد ما برای خواندن این کتاب از این قرار است: تصویری کلی از موضوعات کتاب داشته باشید و در دور نخست به همان ترتیبی که نوشته‌شده بخوانید. به هنگام خواندن مداد در دست بگیرید و هرآنچه برایتان مهم یا مبهم است، مشخص کنید. درباره‌اش فکر کنید. همان‌طور که پیش می‌روید ارتباط میان موضوعات مختلف را کشف کنید. ذهن‌تان را به پرواز درآورید و خودتان مثال‌ها یا مسائل متنوع‌تری را کشف کنید. خودتان را جهانگرد سرزمین کوانتوم تصور کنید که همه‌چیز برایتان تاریک است. درنگ کنید و خوب ببینید. در برابر هر صفحه که مطلب علمی نوشته شده، یک عکس هم وجود دارد. تصاویر را جدی بگیرید زیرا بخش مهمی از مفهوم‌ها (یا بکارها) در دل تصاویر و نوشته‌ها و نمودارهای آن نهفته است. تک‌تک تصاویر به شما کمک خواهند کرد تا در ذهن شما آلبوم عکسی از ساختمان کوانتوم شکل بگیرد. هر نمودار یا هر ستونی از اعداد یا حتی یک تک عدد در دل خود به‌اندازه‌ی یک صفحه حرف برای گفتن دارد؛ بنابراین تمام بیش از دویست تصویر را موشکافانه یاد بگیرید. دور اول کتاب را با دقت و حوصله بخوانید. دور بعدی را با سرعت بیشتر و آموختن واژگان انگلیسی پانویس شده و نیز جست‌وجوی عمیق‌تر موضوعات مورد علاقه‌تان در اینترنت، مقاله‌ها و کتاب‌های سطح بالاتر ادامه

دهید. پس از این مرحله هر بار که واژه‌ای یا مفهومی درباره‌ی نظریه یا کاربرد کوانتوم دیدید و بریتان غریب بود، می‌توانید به این کتاب مراجعه کنید. در پایان از تمام استادان عزیزمان و نیز نویسندگان کتاب‌های کوانتومی دانشگاهی که این افتخار را نصیب ما کردند تا از آن‌ها مبنای فیزیکی و ریاضیاتی نظریه‌ی کوانتومی را بیاموزیم، نهایت قدردانی را داریم؛ به‌طور خاص از استادان عزیزمان سمیه خادم‌لو و کارل لودیگ کراتس. مشتاق شنیدن دیدگاه‌های شما با پل ارتباطی رایانامه‌ی k.bahari89@gmail.com هستیم.

کریمه بهاری - حسن فتاحی

بیست و نهم اسفندماه ۱۳۹۹-ایران

www.ketab.ir

پیش گفتار

فیزیک کوانتومی، دنیایی پر رمز و راز است که در آن، ذرات زیراتمی ظاهراً می‌توانند جادو کنند. آن‌ها می‌توانند در یک مکان ناپدید شوند و خود به خود در جایی دیگر ظاهر شوند، یا با وجود اینکه در دو سوی مخالف گیتی قرار دارند، فوراً با یکدیگر ارتباط برقرار کنند. ذرات حقیقی می‌توانند با ذرات مجازی که از گیتی انرژی گرفته‌اند، ترکیب شوند. این برهم‌کنش‌ها، بر نیروهای بنیادینی حاکم است که اتم‌ها و مولکول‌ها را به هم پیوند می‌دهند و خود ساختار ماده را ایجاد می‌کنند. و نگاه غیرحرفه‌ای‌ها، دنیای کوانتومی، دنیایی جادویی به نظر می‌رسد.

فیزیک کوانتومی ما را به مرزهای هر آنچه در فیزیک می‌دانیم، می‌برد. دانشمندان در تفسیر اینکه همه‌ی این‌ها چه معنایی می‌دهد، اختلاف نظر دارند. تنها چیزی که به نظر می‌رسد همه بر سر آن توافق دارند این است که در کوچک‌ترین مقیاس‌ها، طبیعت احتمال‌گون است - خدا به‌راستی تاس می‌ریزد. برای مثال محتمل‌ترین مکان یک ذره، محتمل‌ترین انرژی، تکانه یا بسیاری دیگر از ویژگی‌های اساسی ذره با احتمالات تعیین می‌شود. برای برخی از دانشمندان، این ویژگی، تمام معنای پشت پرده‌ی فیزیک کوانتومی است. برای دیگر دانشمندان، نشان‌دهنده‌ی وجود یک چندجهانی از هستی‌های موازی است که همه‌ی امکان‌ها در آن‌ها رخ می‌دهند. تاکنون هیچ‌گونه مدرک مستقیمی مبنی

بر درست بودن تفسیر بس-جهانی ارائه نشده است؛ اما ریاضیات با اطمینان می‌گویند که چنین امکانی وجود دارد.

شاید معنای واقعی فیزیک کوانتومی، همچنان محل بحث باشد؛ اما کاربردهای بی‌شمار آن انکارناپذیر است. همه‌ی اجزای الکترونیکی در کامپیوترها، تلفن‌ها، تلویزیون‌ها و تبلت‌های ما به لطف اصول کوانتومی کار می‌کنند. لیزر نمی‌تواند بدون ترازهای کوانتیده‌ی انرژی در اتم‌ها، وجود داشته باشد. تصویربرداری (اسکن) پزشکی MRI در عمل، با به‌کار بردن سازوکارهای کوانتومی، بدن شما را روبش می‌کند. کامپیوترهایی که بر مبنای اصول فیزیک کوانتومی ساخته می‌شوند، به زودی مسائل را بسیار سریع‌تر از هر کامپیوتر دیگری که تاکنون وجود داشته است، حل خواهند کرد. فیزیک کوانتومی همچنین گامی است برای رسیدن به مرحله‌ی «همه‌چیز^۱». این تاسریزی خاستگاه مهبانگ و ساختار بزرگ-مقیاس گیتی را روشن می‌کند و برخی دانشمندان این نظر جنجالی را اظهار کردند که حتی ماهیت آگاهی همان نیز، مکانیک کوانتومی است.

فیزیک کوانتومی علم است، نه جادو. با این وجود، آنچه می‌تواند انجام دهد واقعاً جادویی است و ما در تقلای فهمیدن آن، خودمان را در عمق طبیعت و واقعیت بسیار بکر می‌یابیم.

۱. نظریه‌ای در فیزیک نظری که در تلاش برای یکپارچه‌سازی چهار نیروی اصلی شناخته‌شده‌ی طبیعت، یعنی نیروی گرانش، نیروی هسته‌ای ضعیف، نیروی هسته‌ای قوی و نیروی الکترومغناطیس و نیز رفع ناسازگاری‌های نظریه‌ی نسبیت عام اینشتین و مکانیک کوانتومی است - مترجمان.