

نظریہ کو انتومی

جان پاکینگ ہرن

ترجمہ

حسین محصومی ہمدانی



فرہنگ معاصر

تہران ۱۳۸۷

دانش معاصر ۸
زیر نظر: محمدرضا خواجه‌پور
حسین معصومی همدانی

فرهنگ معاصر
شماره ۴۵، خیابان دانشگاه، تهران ۱۳۱۲۷
تلفن: ۶۶۹۵۲۶۳۲-۶۶۹۵۲۶۳۲
فکس: ۶۶۴۱۷۰۱۸



E-mail: info@farhangmoaser.com
Website: www.farhangmoaser.com

نظریه کوانتومی
نویسنده: جان پاکینگ هرن
مترجم: حسین معصومی همدانی
حروف‌نگاری، طراحی و چاپ:
واحد کامپیوتر و چاپ فرهنگ معاصر
چاپ اول: ۱۳۸۷
تیراژ: ۳۰۰۰ نسخه

دانش معاصر

زیر نظر: محمدرضا خواجه پور

حسین معصومی همدانی

در یک قرن اخیر، از یک سو فاصله زمانی میان پژوهش علمی و کاربردهای عملی آن در زندگی پیوسته کاهش یافته است و از سوی دیگر مرز میان شاخه‌های گوناگون علوم محوتر و دانش‌های میان‌رشته‌ای در حوزه‌های علوم فیزیکی، علوم زیستی و علوم انسانی جانشین شاخه‌های مجزای کلاسیک شده است. از این رو آگاهی شهروند قرن بیست و یکم از این مجموعه دانش‌های به هم پیوسته ضرورت تام دارد و بدون این دانش‌ها زندگی در جامعه امروز و شناخت خود، جامعه و جهان دشوار خواهد بود. شهروند امروزی باید با گستره وسیعی از این دانش‌ها آشنا باشد. مجموعه دانش معاصر قصد آن دارد که خواننده فارسی‌زبان را با این گستره آشنا کند.

فهرست نویسی پیش از انتشار

- سرشناسه: پولینگ‌هورن، ج. سی.، ۱۹۳۰ - م.
Polkinghorn, J. C.
- عنوان و پدیدآور: نظریه کوانتومی / پاکینگ‌هرن؛ ترجمه حسین معصومی همدانی.
مشخصات نشر: تهران: فرهنگ معاصر، ۱۳۸۷
مشخصات ظاهری: ۱۶۰ ص؛ ۲۰×۱۲ س. م.
فروست: دانش معاصر؛ ۸ / زیر نظر محمدرضا خواجه‌پور، حسین معصومی همدانی
- یادداشت: عنوان اصلی: Quantum theory: a very short introduction, 2002.
یادداشت: کتاب حاضر در سال ۱۳۸۷ با عنوان "نظریه کوانتوم" با ترجمه ابوالفضل حقیری توسط انتشارات بصیرت نیز فیفا گرفته است.
- عنوان دیگر: نظریه کوانتوم.
موضوع: کوانتوم
- شناسه افزوده: معصومی همدانی، حسین، ۱۳۲۷ - ، مترجم.
شناسه افزوده: خواجه‌پور، محمدرضا، ۱۳۲۰ -
رده‌بندی کنگره: الف ۱۳۸۷ ۶ن ۸۶ پ ۱۷۴/۱۲ QC
رده‌بندی دیویی: ۵۳۰/۱۲
شماره کتابخانه ملی: ۱۳۱۲۲۰۸

فهرست مطالب

یک	یادداشت مترجم
۱	پیش‌گفتار
۳	فصل ۱: رخنه‌هایی در بنای فیزیک کلاسیک
۴	سرشت نور
۷	طیف‌ها
۹	فاجعهٔ فرابنفش
۱۲	اثر فوتوالکتریکی
۱۴	اتم هسته‌ای
۱۶	اتم بور
۱۸	تفرق کامپتون
۲۱	فصل ۲: خورشید می‌دمد
۲۲	مکانیک ماتریسی
۲۳	مکانیک موجی
۲۷	مکانیک کوانتومی
۲۹	دو شکاف و برهم‌نهی
۳۳	احتمالات
۳۵	مشاهده‌پذیرها
۴۱	اصل عدم قطعیت
۴۴	دامنه‌های احتمال
۴۶	مکملیت
۴۸	منطق کوانتومی

۴۹	فصل ۳: ابرهای تیره سردرگمی
۵۰	احتمالات
۵۴	همدوسی زدایی
۵۶	مسئله اندازه گیری
۵۸	(۱) بی موردی
۶۰	(۲) سامانه های بزرگ
۶۳	(۳) فیزیک جدید
۶۴	(۴) آگاهی
۶۵	(۵) جهان های بسیار
۶۷	(۶) موجبیت
۷۱	آیا حالت های مرتجع وجود دارند؟
۷۳	فصل ۴: تحولات دیگر
۷۳	تقبضنی
۷۵	آمارها
۷۹	ساختار نواری
۸۱	آزمایش های گزینش با تأخیر
۸۳	جمع بندی روی تاریخ ها
۸۵	باز هم درباره همدوسی زدایی
۸۸	نظریه کوانتومی نسبیتی
۹۱	نظریه میدان کوانتومی
۹۵	محاسبه کوانتومی
۹۷	فصل ۵: با هم بودن
۱۰۳	فصل ۶: درس ها و معنی ها
۱۰۳	پوزیتیویسم و واقع گرایی
۱۰۹	خرد پذیری
۱۱۰	معیارهای مابعدالطبیعی
۱۱۱	(۱) گستره
۱۱۲	(۲) اقتصاد

۱۱۲	 (۳) زیبایی
۱۱۳	 کل‌گرایی
۱۱۴	 نقش ناظر
۱۱۶	 هوچی‌گری کوانتومی

پیوست ریاضی:

۱۱۹	 ۱. فرمول بالمر
۱۲۰	 ۲. اثر فوتوالکتریکی
۱۲۰	 ۳. اتم بور
۱۲۲	 ۴. عملگرهای جابجایی ناپذیر
۱۲۴	 ۵. امواج دوبروی
۱۲۴	 ۶. معادله شرودینگر
۱۲۶	 ۷. فضاهاى خطی
۱۲۷	 ۸. ویژه‌بردارها و ویژه‌مقدارها
۱۲۹	 ۹. روابط عدم قطعیت
۱۲۹	 ۱۰. شرودینگر و هایزنبرگ
۱۳۰	 ۱۱. آمارها
۱۳۱	 ۱۲. معادله دیراک

۱۳۳	 برای مطالعه بیشتر
-----	-------------------------

۱۳۵	 فرهنگ
-----	-------------

۱۴۱	 واژه‌نامه فارسی - انگلیسی
-----	---------------------------------

۱۴۹	 نمایه
-----	-------------

به یاد

پل ادرین موریس دیراک

۱۹۸۴-۱۹۰۲

گمان می‌کنم با اطمینان بتوان گفت که هیچ‌کس

مکانیک کوانتومی را نمی‌فهمد.

ریچارد فاینمن

یادداشت مترجم

این کتاب برای عموم نوشته شده و تا جایی که موضوع آن اجازه می‌دهد کتابی روشن و خوشخوان است. نویسنده، با همهٔ پروایی که از آوردن مطالب ریاضی داشته، سعی کرده است هیچ نکتهٔ مفهومی مهمی را در این نظریه ناکفته نگذارد و با زبانی موجز مطالب بسیاری را در حجمی اندک جای دهد. اما ماهیت موضوع، یعنی نظریهٔ کوانتومی، طوری است که آن را از حدی ساده‌تر بیان نمی‌توان کرد. بنابراین فهم مطالب این کتاب نیازمند کوشش جدی خواننده است. من در ترجمه کوشش کرده‌ام که در عین پابندی به شیوهٔ بیان نویسنده چیزی بر مشکلات خواننده نیفزایم. اما از توضیح مطالب او، حتی در جایی که نیازمند به توضیح می‌نمود، خودداری کرده‌ام. تنها افزودهٔ من بر این کتاب توضیح چند اصطلاح است که در «فرهنگ» آخر کتاب وجود نداشت. این اصطلاحها در این فرهنگ با علامت ستاره از توضیحات نویسنده متمایز شده‌اند. سعی کرده‌ام که توضیح این واژه‌ها به همان سبک و سیاق نویسنده و با همان اختصار باشد.

با این حال، خواننده‌ای که تا اندازه‌ای با مبانی مکانیک کوانتومی آشنا باشد در این کتاب چیزهایی خواهد دید که معمولاً در کتابهای درسی نمی‌آورند و در سر کلاس درس نمی‌گویند. خواننده‌ای که تنها مقدماتی از ریاضی و فیزیک و اندکی فلسفه بداند و دل به مطلب بدهد، چیزهای بسیاری از این کتاب خواهد آموخت و به‌ویژه با مشکلات مفهومی نظریهٔ کوانتومی و تعبیرهای گوناگون آن آشنا خواهد شد. خواننده‌ای هم که نتواند مطلب را درست دنبال کند، دست کم از این کتاب می‌آموزد که سخن گفتن از نظریه

کوانتومی آسان نیست، نظریه کوانتومی مترادف با جادو نیست، و هر چیزی را که به نام این نظریه گفته یا نوشته می شود نباید پذیرفت.

از دوستان عزیزم دکتر محمدرضا خواجه پور و دکتر امیراحسان کرباسی زاده که این ترجمه را پیش از چاپ خواندند و اصلاحات و توصیه هایی کردند، از خانم نسرین خلیلی که حروفچینی این کتاب را با نرم افزاری که برای این کار ساخته نشده با دقت و ظرافت انجام داد، و بالاخره از مدیران فرهنگ معاصر که ضرورت وجود چنین مجموعه ای را دریافته اند و از هیچ گونه یاری با دبیران آن دریغ نمی ورزند، تشکر می کنم.

شهریور ۱۳۸۷

پیش‌گفتار

کشف نظریه کوانتومی جدید در اواسط دهه ۱۹۲۰ باعث بزرگترین تجدیدنظری شد که از زمان آیزاک نیوتن تاکنون در شیوه تفکر ما درباره جهان فیزیکی رخ داده است، زیرا این کشف نشان داد که چیزی که تا آن زمان عرصه فرایندهای روشن و متعین تصور می‌شد، در ریشه‌های زیراتمی خود رفتاری مبهم و دمدمی دارد. در مقایسه با این دگرگونی انقلابی، دو کشف بزرگی که نسبت خاص و عام نام دارند، تنها دستکاری‌های جالب توجهی در مفاهیم کلاسیک به نظر می‌آیند. در حقیقت نظریه کوانتومی جدید چنان از لحاظ مابعدالطبیعی به مذاق آلبرت اینشتین، پدر نظریه نسبیت، ناخوشایند بود که تا پایان عمر سرسختانه با آن مخالفت می‌کرد. پس اگر نظریه کوانتومی را یکی از بزرگترین دستاوردهای قرن بیستم و کشف آن را انقلابی راستین در درک ما از فرایندهای فیزیکی بدانیم گزافه‌گویی نکرده‌ایم.

بنابراین انصاف نیست که بهره بردن از مفاهیم کوانتومی منحصر به فیزیکدانان نظری بماند. هرچند برای بیان کامل این نظریه باید از زبان طبیعی آن که ریاضیات است استفاده کرد، اما بسیاری از مفاهیم بنیادی آن را می‌توان در دسترس عموم خوانندگانی قرار داد که می‌توانند اندکی زحمت را بر خود هموار و داستان این کشف‌های مهم را دنبال کنند. این کتاب کوچک برای چنین خوانندگانی نوشته شده است. در متن اصلی آن هیچ معادله ریاضی وجود ندارد اما پیوست کوتاه کتاب

شامل چند نکته ساده ریاضی است که ذهن کسانی را که می‌توانند مطالب سنگین‌تر را هضم کنند روشن‌تر خواهد کرد. (در متن به بخش‌های مربوط در این پیوست با حروف سیاه ارجاع داده‌ایم).

نظریه کوانتومی، در این بیش از هفتادوپنج سالی که از کشف و بهره‌برداری از آن می‌گذرد، ثمرات حیرت‌آوری به بار آورده است. در حال حاضر، از این نظریه با موفقیت و اطمینان در بحث درباره کوارک‌ها و گلوئون‌ها (که امروز نامزد مقام اجزای سازنده اصلی ماده هسته‌ای‌اند) استفاده می‌شود، هرچند این موجودات دست‌کم ۱۰۰ میلیون بار از اتم‌ها، که رفتارشان مشغله خاطر پیشگامان این نظریه بود، کوچک‌ترند. با این حال معمای عمیقی همچنان به قوت خود باقی است. عبارتی که در سرلوحه این کتاب آمده، مثل بسیاری دیگر از سخنان ریچارد فاینمن، یکی از بزرگان نسل دوم فیزیکدانان کوانتومی، تا اندازه‌ای از اغراق خالی نیست، اما حقیقت انکارناپذیر این است که هرچند در ضرب و تقسیم چیزی کم نمی‌آوریم، این نظریه را چنان که باید نمی‌فهمیم. در این کتاب خواهیم دید که در تعبیر این نظریه هنوز مشکلات بزرگی حل نشده مانده است و فیصله دادن به این مشکلات گذشته از بینش فیزیکی به داوری متافیزیکی نیز نیاز دارد.

در جوانی بخت با من یار بود و نظریه کوانتومی را در محضر پل دیراک، در درس مشهورش در کمبریج، آموختم. درس‌های او بسیار نزدیک بود به مطالب کتاب دورانسازش اصول مکانیک کوانتومی، که یکی از آثار کلاسیک علمی قرن بیستم است. دیراک نه فقط بزرگترین فیزیکدان نظری‌ای است که من شخصاً شناختم، بلکه خلوص روحی و فروتنی او در رفتار (او هیچ‌گاه بر سهم عظیم خود در مبانی این موضوع تأکید نمی‌کرد) باعث شده بود که به شخصیتی الهام‌بخش و نوعی قدیس عالم علم بدل شود. من این کتاب را با فروتنی به خاطره او تقدیم می‌کنم.