کوانتوم

حکایت تولد و حیاتی شگفت

بنش هوفمان

و

مراجع اینترنتی (ویکیپدیا)

ترجمه‌ی **بهرام معلمی**

انتشارات مازیار

فهرست مطالب

پیشگفتار ۷
آشنایی ابتدایی ۱۰

فصل ۱. درآمد ۲۱
فصل ۲. پرده‌ی یکم ــ کوانتوم به تصور می‌آید ۳۵
فصل ۳. پرده بالا می‌رود ۴۳
فصل ۴. چه علی خواجه، چه خواجه علی ۵۳
فصل ۵. اتم نیلز بور ۶۳
فصل ۶. اتم بور به زانو در می‌آید ۷۹
فصل ۷. میان پرده ــ هشدار نویسنده به خواننده ۸۹
فصل ۸. صحنهٔ II ــ شاهکارهای پرنس انقلابی ۹۱
فصل ۹. لیست‌های رختشویخانه به دور انداخته می‌شوند ۱۰۳
فصل ۱۰. ریاضت‌جویی پُل ۱۲۵
فصل ۱۱. الکترون‌ها پرداخت می‌شوند ۱۲۹
فصل ۱۲. موجودی به نام عملگر ۱۴۵
فصل ۱۳. اخطار شگفت‌انگیز ۱۶۱
فصل ۱۴. چشم‌انداز نوین علم ۱۹۵
فصل ۱۵. پسگفتار ۲۲۱
بعدالتحریر ۲۵۳
گفتار پایانی جمع‌بندی از ابتدا تا اول هزاره‌ی سوم ۲۹۵
گاه‌شماری جامع تکوین مکانیک کوانتومی ۲۹۹
نمایه ۳۲۱

فصل ۱

درآمد

در گوشه‌ی آزمایشگاهی کاملاً تاریک، ماشینی الکتریکی قرار گرفته است و روی آن دو کره‌ی فلزی کوچک و براق سوار شده که در نزدیکی هم عبوسانه به یکدیگر می‌نگرند. این همان ماشین متعارف ایجاد جرقه‌های الکتریکی است که زائده‌ای کوچک هم بر آن اضافه شده است. دو صفحه‌ی فلزی با میله‌های رسانای باریکی به این کره‌ها متصل شده‌اند، چنان که گویی برای این غول دو چشم گوش‌های بزرگی گذاشته باشند.

در روی میز دیگر، حلقه‌ی ساده‌ی تقریباً بسته‌ای از سیمی سخت و محکم بر پایه‌ای عایق سوار شده است. از نظر آزمایشگر شکاف کوچکی که در این حلقه است جزء اصلی دستگاه به شمار می‌آید. اگر درست حدس زده باشد، در همین جاست که راز از پرده بیرون خواهد افتاد.

همه چیز آماده است، آزمایشگر کلیدی را وصل می‌کند تا جرقه‌ها با سروصدا بین دو کره رد و بدل شوند. او از جرقه‌ها روی بر می‌گرداند و مدتی منتظر می‌ماند تا چشمش به تاریکی عادت کند. آیا این‌که او می‌بیند شکاف حلقه از فروغ ضعیفی پر شده است حقیقت دارد یا تصوری بیش نیست؟ پاسخ دادن به این پرسش آسان نیست. ممکن است فقط بازتاب نوری باشد. به آرامی پیچی را که دو سر حلقه را به هم نزدیک می‌کند می‌چرخاند. با باریک‌تر شدن شکاف، فروغ درخشان‌تر می‌شود. باز هم دو سر حلقه را به هم نزدیک‌تر می‌کند تا سرانجام تقریباً با هم تماس پیدا می‌کنند. حال دیگر جای تردید نیست. آزمایشگر نفس راحتی می‌کشد. جرقه‌های الکتریکی بسیار خردی عرض شکاف را می‌پیمایند.

به همین سادگی بود که آدمی برای نخستین بار زیرکانه به وجود سیگنال

رادیویی پی برد.

این واقعه در سال ۱۸۸۷ روی داد، و آزمایشگر، یک فیزیکدان برجسته‌ی جوان آلمانی بود به نام هاینریش هرتز.

ارزش اقتصادی این کشف بی‌اندازه بود. پس چرا انسان قابلی چون هرتز امتیازهای بهره‌برداری از آن را برای مارکونی واگذاشت؟

چیزی که هرتز را به انجام آزمایش‌های دوران‌سازش واداشت، به هیچ روی فکر ابداع چیزی عملی چون تلگراف رادیویی (تلگراف بی‌سیم) نبود. شاید تلگراف رادیویی هم مهم‌ترین حاصل این آزمایش‌ها به شمار نمی‌رفت. هرتز سدی را می‌شکست که مدتی مدید دانشمندان را از پیشرفت بازداشته بود: آزمون درستی نظریه‌ای ریاضی که به نور، الکتریسیته و مغناطیس مربوط می‌شد و سه سال پیش‌تر از سوی جیمز کلرک مکسول، فیزیکدان اسکاتلندی، مطرح شده بود. ظاهراً ارزش تجاری این کار جایی در ذهن هرتز نداشت، و این شور پژوهش به خاطر نفس پژوهش بود که حاصلش، به یک معنی، موقعیتی چنین طنزآلود بود. زیرا بدون این شور، هرتز هرگز به خود زحمت تحقیق در پدیده‌ای ظاهراً جزئی را نمی‌داد که در جریان آزمایش‌هایش دیده بود. این آزمایش‌ها را همه به این منوال ستودند که نظریهٔ مکسول را به طرزی درخشان بر شالوده‌ی صخره مانند واقعیت تجربی قرار می‌داد. اما مقدر بود که این پدیده‌ی ظاهراً پیش پا افتاده و بی‌اهمیت، در دست اینشتین نقش خطیری در انقلاب نظریه‌ی کوانتومی بازی کند و از این راه ضربه‌ای ویرانگر به نظریه‌ی مکسول وارد آورد، ضربه‌ای که این نظریه هرگز نتوانسته است از آثار آن کاملاً کمر راست کند.

برای آن‌که ارزش کار مکسول و هرتز، و تمامی سرگذشت کوانتوم را بفهمیم، باید نخست نگاهی کوتاه به بعضی از نظریه‌هایی بیندازیم که آدمی درباره‌ی نور پرداخته است. گرچه در دوران معاصر، دانشمندان یهودی برجسته‌ای وجود داشته‌اند، ولی حکمای عبرانی باستان مایه چندانی در پژوهش علمی از خود نشان نداند. ایشان با ادای این گفته که و خدا گفت نور باشد؛ و نور شد، از کنار مسئله‌ی نور به سرعت گذشتند تا به مسائل مهم‌تری

بپردازند. نور در نزد آن‌ها، چیزی بیش از ضدتاریکی، و شرطی برای توانایی دیدن نبود.

اما، یونانیان با شمّ علمی قوی‌تری، ایده‌ی نوینی را با اهمیت بسیار ارائه دادند. آنان درک کردند که باید چیزی وجود داشته باشد که در فاصله‌ی میان چشمان ما، چیزهایی که می‌بینیم، و چراغ‌هایی که آن‌ها را می‌افروزند، پلی ارتباطی برقرار کند. لذا به نور واقعیتی عینی بخشیدند و به مطالعه‌اش برخاستند و نظریه‌هایی پیرامون آن پرداختند. هنگامی که دانشمند امروزی از نور سخن می‌گوید یک چنین چیزی در ذهن خود دارد. تمایز میان صرف قدرت دیدن، و نور عینی، تمایزی مهم است، درست مانند تمایز میان احساسی که از اصابت سنگ به آدمی دست می‌دهد و خود سنگ که فضا را می‌پیماید تا به هدف اصابت کند.

متأسفانه، یونانیان پس از آغازی چنین درخشان، درگیر نظریه‌های متضاد شدند. یکی از این نظریه‌ها می‌گفت نور چیزی است که مانند آبی که از مجرایی تنگ بیرون می‌آید، از چشم‌ها جریان پیدا می‌کند. بر پایه‌ی این ایده، وقتی یک شیء را می‌بینیم که این جریان نور را به سویش متوجه کنیم تا با آن برخورد کند؛ همان طور که مثلاً یک نابینا با پیش بردن دست‌ها و لمس کردن چیزی، آن چیز را «می‌بیند». این نظریه این نکته را توضیح می‌دهد که هر چیز را تنها هنگامی می‌بینیم که روبرویمان باشد، و نیز این‌که با چشمان بسته نمی‌توانیم ببینیم؛ اما نمی‌تواند توضیح دهد که مثلاً چرا در تاریکی نمی‌توانیم ببینیم؛ در گیرودار پاسخگویی به این ایرادها، افلاطون فیلسوف نظریه‌ای پرداخت که بی‌گمان، در فراوانی سازوکارهای زائد، بی‌همتاست. او برهم کنشی سه‌گانه میان سه جریان مختلف قائل بود، یکی از چشمان، یکی از آن‌چه دیده می‌شود، و یکی از چراغی که آن را روشن می‌کند!. مشکل افلاتون درکج نهادن خشت اول بود. بر مبنای ایده‌های جدید، هر شیء به این علت دیده می‌شود که نور از آن به چشم ما می‌رسد نه این‌که از چشمان خارج شود؛ و جالب این‌جاست که این نکته، یکصد سال پیش از افلاتون، از جانب فیثاغورث بزرگ، با قوت تمام مطرح شده بود. نظریه‌ی فیثاغورثی ساده