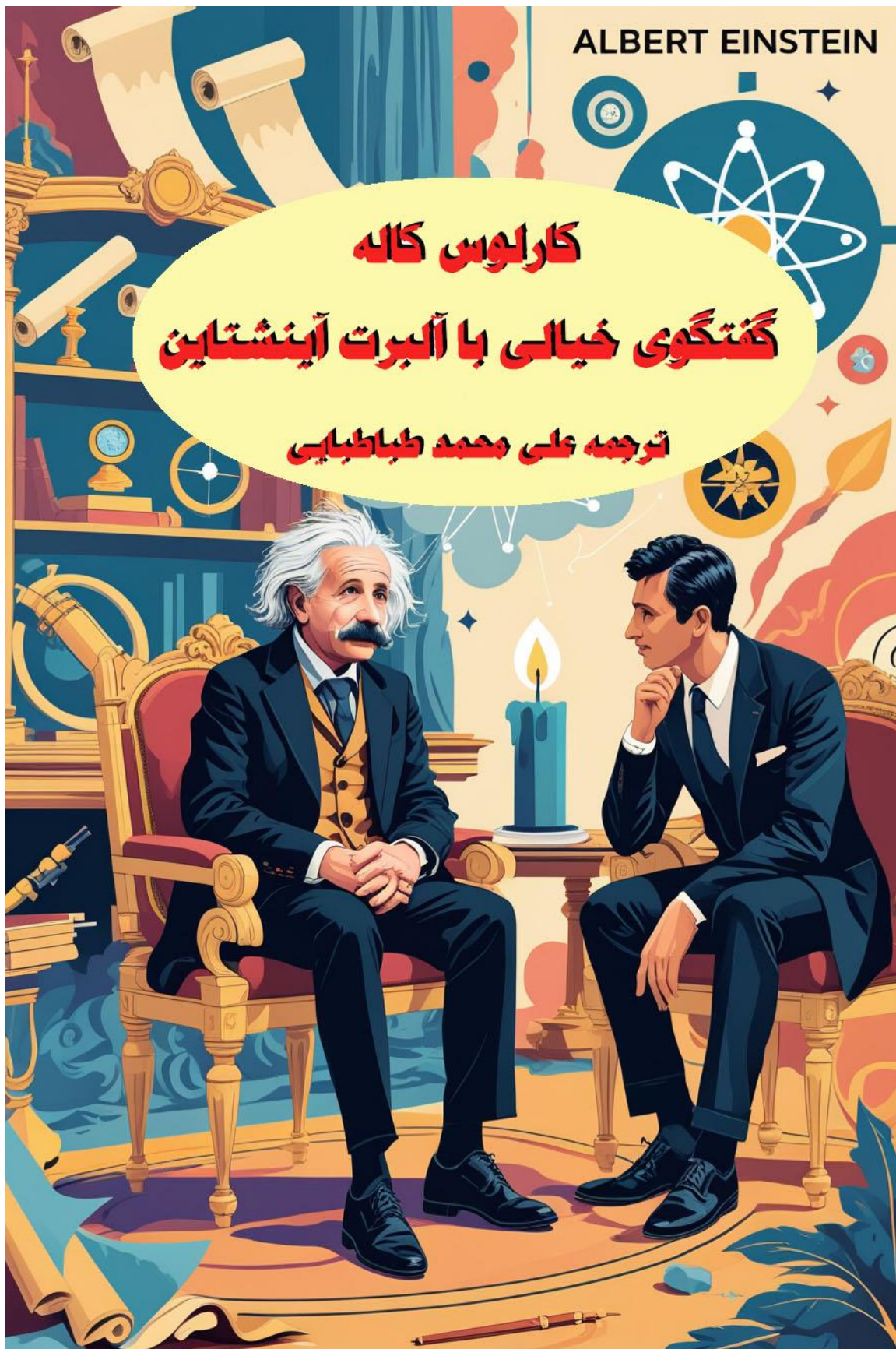


ALBERT EINSTEIN

کارلوس کاله
گفتگوی خیالی با آلبرت اینشتاین
ترجمه علی محمد طباطبائی



گفتگوی خیالی با آلبرت اینشتاین

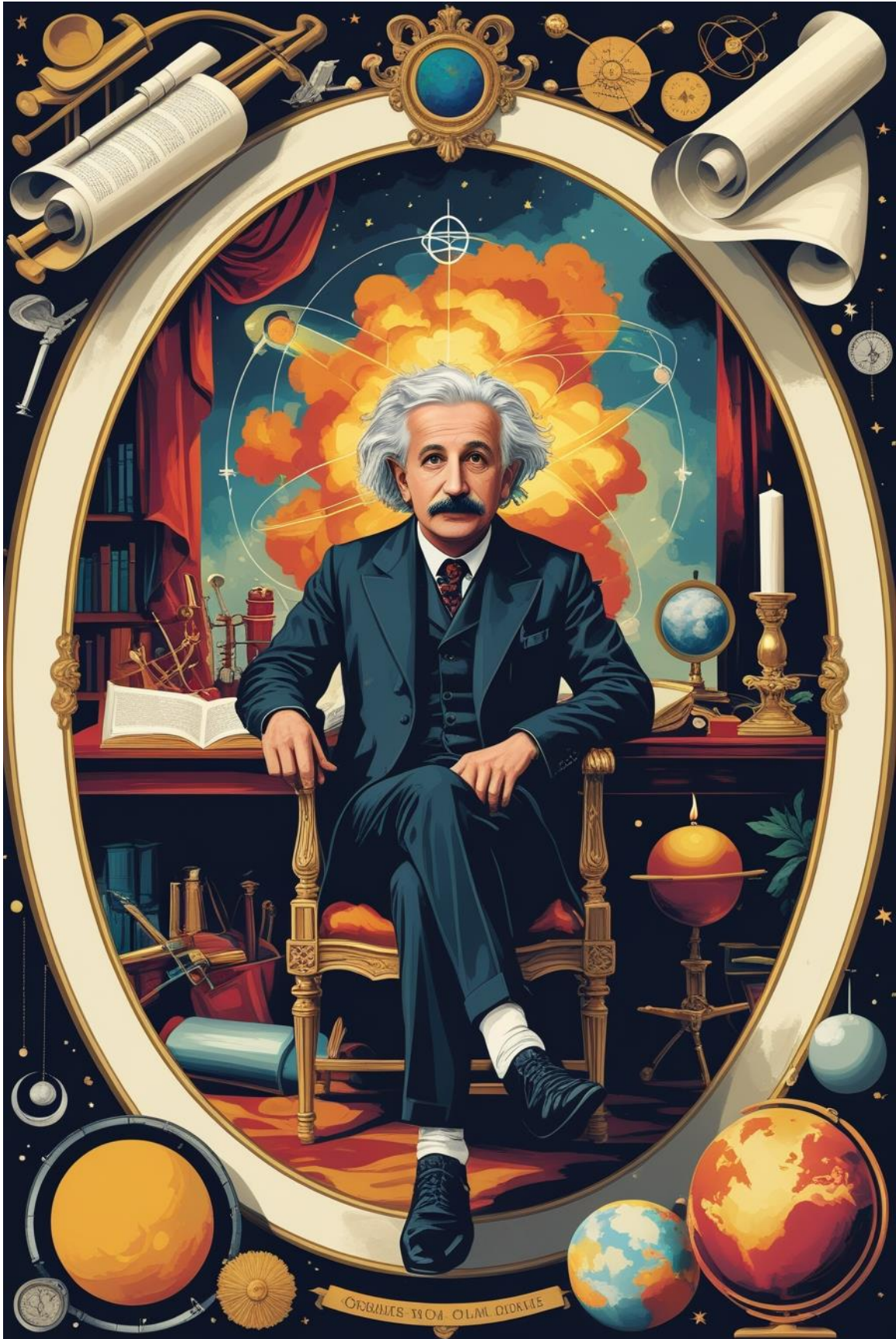
کارلوس کاله

ترجمه علی محمد طباطبایی

پست الکترونیک مترجم:
Iraneaziz@gmail.com

تصاویر این کتاب با هوش مصنوعی و برای همین کتاب توسط مترجم
ساخته شده است

انتشار نسخه چاپی از این کتاب به هیچ وجه مجاز نمی باشد



CONVERSATIONS WITH EINSTEIN

A FICTIONAL DIALOGUE BASED
ON BIOGRAPHICAL FACTS

Carlos I. Calle

Foreword by Sir Roger Penrose

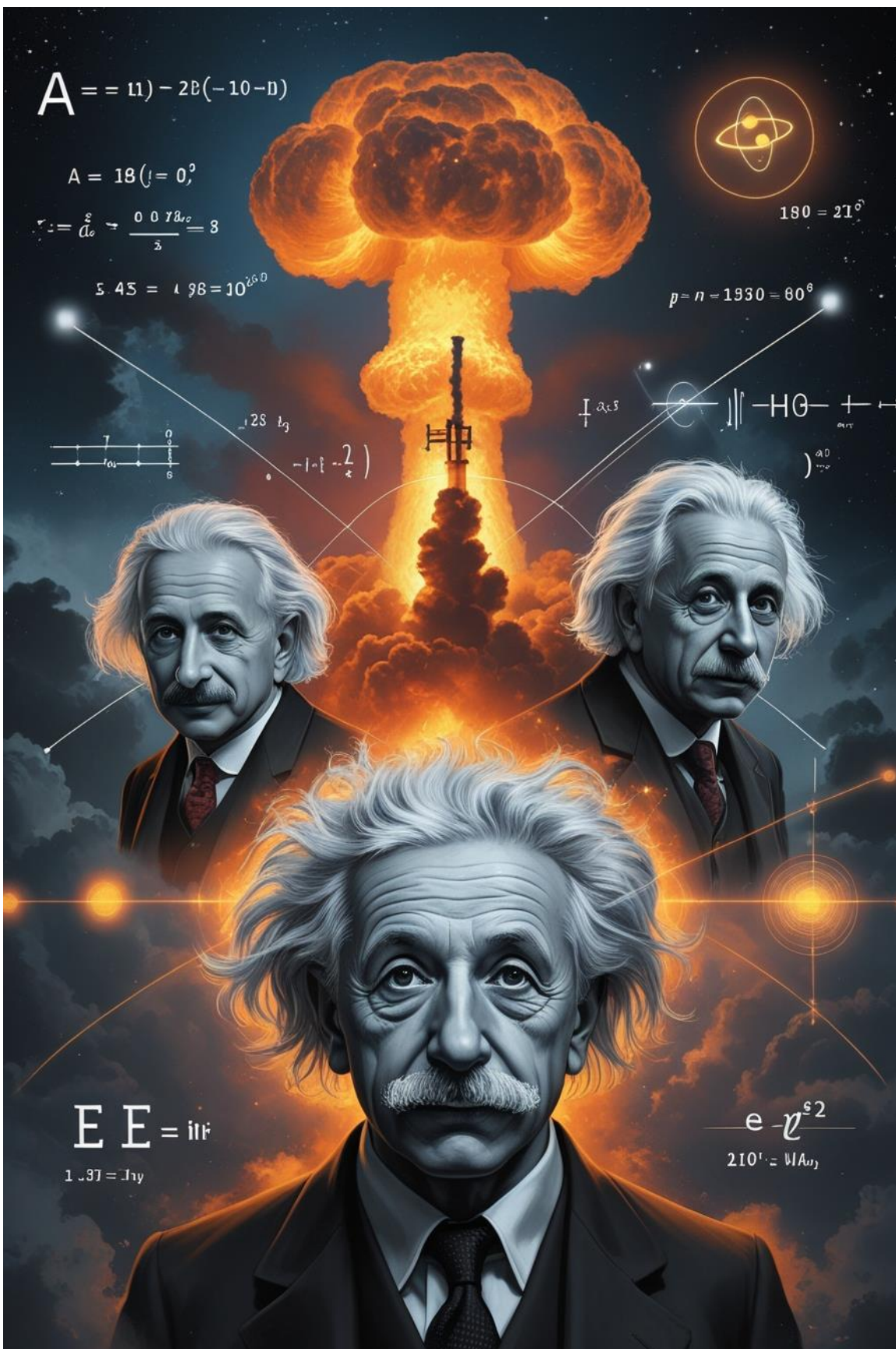


WATKINS
Sharing Wisdom Since 1893

فهرست مطالب:

۸	پیشگفتار توسط سر راجر پنروز
۱۴	مقدمه
۱۷	زندگی او به اختصار
۲۹	بیاید شروع به گفتگو کنیم...
۳۰	شمردن اتم‌ها
۳۹	سال شگفتی‌ها
۴۶	از زمان و فضا: نظریه نسبیت
۵۳	درباره زمان
۵۸	شاهکار

۶۴	نظریه کوانتومی و واقعیت
۶۹	معادله
۷۳	بمب اتمی
۷۸	کار ناتمام
۸۲	اندیشیدن با تصویر
۸۶	باورهای مذهبی
۹۰	پدر و پسران
۹۴	زنان در زندگی آینشتاین
۹۸	بر دوش غول ها
۱۰۳	موسیقیدان و دریانورد



پیشگفتار توسط سر راجر پنروز (۱)

یک سوم آغازین قرن بیستم بسیار خارق العاده بود، چرا که در همین مدت کوتاه تصویر ما از ماهیت بنیادی واقعیت فیزیکی دو انقلاب را پشت سر گذاشت – و آلبرت اینشتاین در هر دو، نقشی کلیدی به عهده داشت.

یکی از این انقلاب‌ها به ماهیت بسیار عجیب کوچکترین اجزای طبیعت مربوط می‌شد. در آغاز قرن، ماکس پلانک برای توضیح حالت‌های تعادلی (equilibrium states) ماده و نور پیشنهاد کرد که انرژی تنها می‌تواند به صورت بسته‌های گسسته از یکی به دیگری منتقل شود. به نظر می‌رسید هیچ‌کس اهمیت این ایده را درک نکرده بود تا اینکه اینشتاین پنج سال بعد در سال ۱۹۰۵ متوجه شد نور، که تا آن زمان توسط نظریه ماکسول در اواسط قرن نوزدهم به عنوان امواج در هم تنیده الکتریسیته و مغناطیس به خوبی توضیح داده شده بود، باید

همزمان در کوچکترین مقیاس‌ها به‌عنوان ذرات کوچک نیز درک شود! تصور آینشتاین از نور، که توسط بیشتر هم‌عصرانش صرفاً یک خیال‌پردازی تلقی می‌شد، در سال ۱۹۱۶ توسط فیزیکدان آمریکایی رابرت میلیکان (Robert Millikan) که ابتدا شکاک بود به‌صورتی چشمگیر تأیید شد. این پارادوکس بنیادی موج/ذره در نهایت به انقلاب کوانتومی انجامید که حدود یک دهه بعد به‌صورت نهایی فرمول‌بندی گردید.

با این حال، آینشتاین بیشتر به خاطر نظریه نسبیتش شناخته می‌شود که دیدگاه ما را نسبت به فضا و زمان و سپس گرانش به‌کلی دگرگون کرد. در واقع، این انقلاب در دو مرحله متمایز رخ داد. در سال ۱۹۰۵، آینشتاین نظریه خاص خود را مطرح کرد که بین دو شرط به‌ظاهر غیرممکن آشتی برقرار می‌کرد: سرعت محدود نور، که توسط نظریه ماکسول (که به‌خوبی توسط مشاهدات تأیید شده بود) الزامی شده بود، و این شرط که حرکت یکنواخت نباید از طریق اندازه‌گیری‌های محلی قابل تشخیص باشد. پیش از آینشتاین، دیگران نیز برای حل این معما تلاش کرده بودند و بسیاری از عناصر اساسی را یافته بودند، اما دیدگاه آینشتاین بسیار فراتر رفت و یک نتیجه به‌ویژه قابل‌توجه داشت: هم ارزی جرم و انرژی، که در معادله مشهور $E=mc^2$ تجلی یافت. در سال ۱۹۰۸، هرمان مینکوفسکی (Hermann Minkowski) (۲) روسی این ایده‌ها را در قالب فضا-زمان چهاربعدی بازسازی کرد.

هرچند نسبیت خاص شگفت‌انگیز بود، اما نتیجه طبیعی بسیاری از تحقیقات مستقل، هم نظری و هم تجربی بود. با این حال، نظریه نسبیت عام آینشتاین در سال ۱۹۱۵ مانند یک رعد و برق ناگهانی بود. آینشتاین بینشی خارق‌العاده داشت که با وارد کردن گرانش، اصل نسبیت می‌توانست از حرکت یکنواخت به شتاب دلخواه گسترش یابد، و او دریافت که این به تصویری منجر می‌شود که در آن فضا-زمان مینکوفسکی باید خمیده باشد! بیشتر فیزیکدانان و اخترشناسان پذیرش این نظریه را دشوار یافتند، و مشاهدات تأییدکننده در طول عمر آینشتاین محدود باقی ماند. امروزه نسبیت عام آینشتاین به‌خوبی آزمایش شده و حتی به‌عنوان ابزاری ارزشمند برای تعیین توزیع جرم در نقاط دور دست جهان مورد استفاده قرار می‌گیرد.

از جنبه شخصی، اینشتاین فردی پراحساس بود و از شوخی لذت می‌برد. او عاشق موسیقی بود، ویولن می‌نواخت و همچنین به قایق‌سواری علاقه داشت. او دیدگاه‌های سیاسی قوی داشت و از اندیشه‌های صلح‌طلبانه حمایت می‌کرد. در سال‌های پایانی عمرش، ظاهر خود را چندان جدی نمی‌گرفت، هرچند عکس‌های او در سال‌های جوانی داستان دیگری را روایت می‌کنند. جهان به‌طرز غیرقابل‌وصفی غنی‌تر شده است، چون او اینجا بود. حالا بیایید با او آشنا شویم.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Roger', with a long horizontal flourish extending to the right.

یادداشت های مترجم برای این بخش:

۱: سر راجر پنروز (Sir Roger Penrose) متولد ۸ اوت ۱۹۳۱ در انگلستان است. او ریاضیدان، فیزیکدان و فیلسوف بریتانیایی است که به عنوان یکی از برجسته ترین دانشمندان معاصر در زمینه های فیزیک نظری، کیهان شناسی و ریاضیات شناخته می شود. وی تحصیلات خود را در دانشگاه کمبریج و دانشگاه لندن گذراند. او استاد دانشگاه آکسفورد و عضو انجمن سلطنتی بریتانیا می باشد.

دستاوردهای علمی او شامل نظریه تکینگی های فضا زمان (به همراه استیون هاوکنگ) و مکانیک کوانتومی و نظریه هوشیاری است: این نظریه ادعا می کند پدیده های کوانتومی ممکن است در فرآیندهای مغزی و هوشیاری نقش داشته باشند. وی معتقد است که هوشیاری را نمی توان تنها با محاسبات کلاسیک توضیح داد. مورد دیگر کاشیکاری پنروز (Penrose Tiling) است: یک الگوی هندسی غیر تکرار شونده ساخت که در ریاضیات و علم مواد کاربرد دارد. همچنین نظریه چرخه های کیهانی (CCC): وی پیشنهاد کرد که جهان ممکن است در چرخه های بی پایان مهبانگ ها و مهرمب ها قرار داشته باشد.

جوایز و افتخارات :

- جایزه نوبل فیزیک ۲۰۲۰ برای کشف تشکیل سیاهچاله ها و پیشبینی های نظری درباره آنها .

- مدال کاپلی (۲۰۰۸) و مدال دیراک (۱۹۸۹) .**

- لقب شوالیه از ملکه بریتانیا (۱۹۹۴).

پنروز علاوه بر کار علمی، کتاب‌های تأثیرگذاری مانند «ذهن جدید امپراتور» (در مورد هوش مصنوعی و فیزیک کوانتومی) نوشته است. او همچنان به تحقیقات نظری در فیزیک و فلسفه ادامه می‌دهد.

۲: هرمان مینکوفسکی (Hermann Minkowski) (۱۸۶۴-۱۹۰۹)، ریاضیدان و فیزیکدان آلمانی-روسی، نقش کلیدی در توسعه نظریه نسبیت خاص اینشتین داشت. او با معرفی مفهوم فضا-زمان چهاربعدی (Space-Time)، چارچوبی ریاضیاتی برای درک عمیق‌تر نسبیت ارائه داد.

نقش مینکوفسکی در نسبیت :

- تبدیل نسبیت خاص به زبان هندسی :

مینکوفسکی نشان داد که فضا و زمان را می‌توان به صورت یک هندسه چهاربعدی (۳ بعد فضا + ۱ بعد زمان) توصیف کرد که در آن رویدادها به جای مختصات جداگانه، با "چهاربردارها" (۴-vectors) نمایش داده می‌شوند.

- فضای مینکوفسکی :

این فضا-زمان دارای متریک خاصی است $ds^2 = -c^2 dt^2 + dx^2 + dy^2 + dz^2$ که مفاهیم مانند همزمانی و انقباض طول را به صورت هندسی توضیح می‌دهد.

- تأثیر بر اینشتین :

اگرچه اینشتین ابتدا این ایده را انتزاعی می‌دانست، بعدها از آن برای توسعه نسبیت عام (که فضا-زمان را منحنی توصیف می‌کند) استفاده کرد.



مقدمه

آلبرت آاینشتاین ادعا می‌کرد که از مصاحبه‌ها بیزار است. او در مقاله‌ای کوتاه نوشت: «اینکه به‌خاطر حرف‌هایی که دیگران به نام تو زده‌اند، در ملأ عام بازخواست شوی، در حالی که نمی‌توانی از خودت دفاع کنی، واقعاً وضعیت غم‌انگیزی است.» به‌طرزی متناقض، فرمول موفقیت او در زندگی این بود: «اگر A موفقیت باشد، باید بگویم فرمول آن $A=X+Y+Z$ است، که X کار است و Y بازی.»

«پس Z چیست؟»

«بستن دهان.»

با این حال، آاینشتاین خودش به این فرمول عمل نکرد. او مصاحبه‌های بی‌شماری در موضوعات مختلف انجام داد — به‌عنوان یک چهره عمومی، نمی‌توانست از این کار اجتناب کند. اما هرگز برای یک مصاحبه جامع و سر و سامان یافته که تمام دوران علمی‌اش را پوشش دهد و به جذاب‌ترین جنبه‌های زندگی خصوصی‌اش بپردازد، حاضر نشد. این همان هدفی است که من در مصاحبه پس از مرگ با او دنبال کرده‌ام.

چه چیزی بهتر از این که خود آاینشتاین نظریه‌هایش را برای ما توضیح دهد؟ اما آیا می‌توانیم نسبیت را با خواندن یک مصاحبه بفهمیم؟ نسبیت به‌عنوان یکی از انتزاعی‌ترین نظریه‌ها شناخته می‌شود که فقط توسط متخصصان درک می‌شود. در واقع، ایده‌های اصلی

نسبیت چندان دشوار نیستند. آینشتاین یک بار گفت که به‌جز ریاضیات، تمام نظریه‌های فیزیکی باید به گونه‌ای قابل توصیف باشند که حتی یک کودک هم بتواند آن‌ها را بفهمد.

آیا پاسخ‌های داده‌شده در این مصاحبه واقعاً وفادار به جوهره نظریه‌ها و ذات خود آینشتاین هستند؟ در بیشتر موارد، بله. من از دیدگاه‌هایی که او در مقالاتش، کتاب‌های عمومی، مصاحبه‌های مطبوعاتی و نامه‌های خصوصی به خانواده و دوستانش بیان کرده، استفاده کرده‌ام. در برخی موارد، نقل‌قول‌های مستقیم از این منابع آورده شده‌اند که در بخش یادداشت‌های انتهای کتاب مشخص شده‌اند.

زندگی شخصی آینشتاین نیز بخش مهمی از این گفت‌وگوهای خیالی است. آیا او یک نابغه حواس‌پرت بود که ساعات بی‌پایانی را در اتاق مطالعه‌اش کار می‌کرد و فقط پس از یک کشف بزرگ بیرون می‌آمد؟ گاهی اوقات، وقتی در تلاش‌های علمی‌اش غرق می‌شد، به این کلیشه نزدیک می‌شد. یک بار در مراسمی به افتخار او، در حالی که سخنران از دستاوردهایش تمجید می‌کرد، آینشتاین مشغول نوشتن معادلات روی پشت برنامه آن مراسم بود. در واقع، او واقعاً حواس‌پرت نبود: فقط کار را به تشریفات ترجیح می‌داد.

اما تنها کار نبود که به او انگیزه می‌داد. در این مصاحبه می‌خوانیم که آینشتاین درباره خانواده‌اش، زنان نزدیک به او، باورهای مذهبی‌اش و دیگر جنبه‌های زندگی پربار و پیچیده‌اش چه گفته است. من این موضوعات را انتخاب کرده‌ام تا تصویری تا حد امکان کامل از زندگی و دانش او در محدوده این کتاب ارائه دهم.



آلبرت اینشتاین (۱۸۷۹-۱۹۵۵)

زندگی او به اختصار

او چهره‌ای جذاب و چشمانی تیزبین و تیره رنگ داشت و معجزه می‌کرد. او فضای ثابت و معمولی را به فضایی پیچ‌خورده و خمیده تبدیل کرد که با حرکت شما منقبض یا منبسط می‌شود، و زمان معمولی را به زمانی کشسان و متغیر تبدیل کرد که بسته به حرکت شما سریع‌تر یا آهسته‌تر می‌شد. او جهانی را با معادلاتی خلق کرد که از ذهنش بر روی کاغذ جاری می‌شدند، و جهان واقعی دقیقاً همان‌طور بود که معادلاتش پیش‌بینی کرده بودند. تنها با قدرت ذهنش، تصور ما از جهان را برای همیشه تغییر داد.

نبوغی که آلبرت اینشتاین قرار بود داشته باشد، هنوز در دوره پرورش او آشکار نبود. او در ۱۴ مارس ۱۸۷۹ (۱) در شهر اولم (Ulm) در جنوب آلمان از والدین یهودی متولد شد. یک سال پس از تولدش، خانواده‌اش به مونیخ نقل مکان کردند، جایی که تا ۱۵ سالگی در آنجا زندگی کرد. وقتی دو ساله بود، خواهرش مایا (Maja) به دنیا آمد و این خانواده چهارنفره زندگی متوسط و خوشایندی داشتند.

والدین اینشتاین فکر می‌کردند که او دیر رشد می‌کند، و قبل از سه سالگی او را نزد پزشک بردند چون هنوز حرف زدن یاد نگرفته بود. ما نمی‌دانیم پزشک چه گفت، اما اینشتاین در نهایت مانند هر کودک دیگری حرف زدن را آموخت. خود او بعدها گفت که این تأخیر به این دلیل بود که تصمیم گرفته بود فقط با جملات کامل صحبت کند. او ابتدا جمله‌ای را در ذهنش می‌ساخت و وقتی فکر می‌کرد قابل قبول است، آن را بیان می‌کرد: به این ترتیب، هیچ‌کس فکر نمی‌کرد که او نمی‌تواند درست صحبت کند.

مادر آینشتاین، پائولین (Pauline)، عشق به موسیقی را در فرزندانش نهادینه کرد و اطمینان حاصل کرد که هر دو نواختن یک ساز را یاد بگیرند. وقتی آینشتاین شش ساله بود، آموزش ویولن را شروع کرد، و هرچند این درس‌ها در ۱۴ سالگی متوقف شدند، عشق به ویولن تا پایان عمر با او ماند.

سوابق مدرسه آینشتاین پر از فراز و نشیب است. او در تحصیلات ابتدایی عالی عمل کرد و در یک مدرسه خوب همیشه نمرات بالایی می‌گرفت، حتی با وجود این که کلاس اول و دوم را دو سال یکی کرده بود. اما وقتی به دبیرستان رسید، در انتخاب درس‌هایی که مطالعه می‌کرد سخت‌گیر شد و در نتیجه در ریاضیات و لاتین — درس‌هایی که دوست داشت — عالی عمل کرد، اما در یونانی — که از آن متنفر بود — ضعیف بود. معلم یونانی‌اش به او گفت که هرگز به جایی نخواهد رسید!

آینشتاین از سیستم مدرسه خشک و نظامی‌گونه بیزار بود اما عاشق یادگیری توسط خودش بود. حدود ۱۲ سالگی شروع به حل مسائل یک کتاب هندسه کرد. در چند ماه، نه تنها همه آن‌ها را حل کرد، بلکه حتی برای برخی قضیه‌ها اثبات‌های خودش را ارائه داد. آینشتاین گفت که این «کتاب مقدس هندسه» بود که علاقه او به علم را برانگیخت. حدود همان زمان، با حل حتی دشوارترین مسائل یک کتاب جبر که عموی مهندسش به او داده بود، او را شگفت‌زده کرد.

آینشتاین این برنامه خودآموزی را ادامه داد و تا ۱۶ سالگی حساب دیفرانسیل و انتگرال و هندسه تحلیلی را خودش یاد گرفت. در همین حال، بیزاری او از مدرسه معمولی ادامه یافت، و وقتی والدینش به دلایل مالی مجبور به نقل مکان به ایتالیا شدند، او مدرسه را رها کرد و چند ماه بعد به آن‌ها پیوست. ناامیدی والدینش وقتی فروکش کرد که او قول داد خودش برای امتحان ورودی دانشگاه آماده شود.

وقتی آینشتاین فکر کرد که دیگر آماده است، برای امتحان ورودی دانشگاه فنی پلی‌تکنیک زوریخ اقدام کرد، اما متوجه شد که سنش کم است. پس از این که مادرش مدیران

دانشگاه را متقاعد کرد که پسرش نابغه است، به او اجازه دادند در آزمون شرکت کند. او مردود شد. هرچند در ریاضیات و علوم عالی عمل کرد، در تقریباً همه درس‌های دیگر ضعیف بود. به پیشنهاد مدیر مؤسسه، آينشتاين برای یک سال در یک دبیرستان سوئیسی ثبت‌نام کرد: دیپلم این مدرسه ورود به پلی‌تکنیک را تضمین می‌کرد.

مدرسه سوئیسی محیط یادگیری آرام‌بخشی داشت که دانش‌آموزان را به تفکر مستقل تشویق می‌کرد — برخلاف مدرسه‌های آلمانی که آينشتاين از آن‌ها بیزار بود. مدیر مدرسه معلم و محقق محترمی بود. او سه دختر داشت، و یکی از آن‌ها، ماری وینتلر (Marie Winteler)، اولین عشق آينشتاين شد. او در آسمان‌ها سیر می‌کرد. در پایان آن سال فوق‌العاده، آينشتاين دیپلم لازم را با بالاترین نمرات کلاس به دست آورد.

آينشتاين در پاییز ۱۸۹۶ وارد دانشگاه پلی‌تکنیک زوریخ شد تا فیزیک بخواند، هرچند هنوز حداقل سن لازم برای پذیرش را نداشت. آنجا با استادان تراز اول در آزمایشگاه‌های پیشرفته درس خواند. مانند دبیرستان، آينشتاين با اشتیاق در کلاس‌هایی که دوست داشت حاضر می‌شد و آن‌هایی را که دوست نداشت، ترک می‌کرد و ترجیح می‌داد خودش یاد بگیرد. او در امتحانات میان‌ترم پایان سال دوم عالی عمل کرد و شاگرد اول کلاس شد.

آينشتاين خیلی زود پس از شروع دانشگاه علاقه‌اش به ماری را از دست داد. در سال دوم، با میلوا ماریچ (Mileva Maric)، دانشجوی فیزیک از صربستان آشنا شد. آن‌ها خیلی زود عاشق هم شدند و بیشتر وقت آزادشان را با هم سپری می‌کردند، اغلب کتاب‌های فیزیک را می‌خواندند و درباره آن‌ها بحث می‌کردند.

هیجان‌انگیزترین کشف فیزیک در آن زمان، نظریه الکترومغناطیس جیمز کلرک ماکسول (James Clerk Maxwell) بود — اتحاد موفقیت‌آمیز الکتریسیته و مغناطیس که نحوه حرکت نور در فضا را توضیح می‌داد. آينشتاين به‌شدت ناامید شد که استاد درس الکتریسیته و مغناطیس این موضوع را در کلاسش مورد بررسی قرار نمی‌داد. او نه تنها

بهوضوح نشان داد که از روش تدریس این درس بیزار است، بلکه در این کلاس و دیگر کلاس‌ها رفتار او بحث‌انگیز و بی‌ادبانه شده بود.

پس از فارغ‌التحصیلی از پلی‌تکنیک در سال ۱۹۰۰، آینشتاین می‌خواست برای دکترای فیزیک ادامه تحصیل دهد، اما استادانی که با آن‌ها دشمنی کرده بود، مانع شدند. در عوض، او به‌عنوان ممیز در دفتر ثبت اختراعات سوئیس در برن مشغول به کار شد.

شغل جدید آینشتاین او را از فعالیت‌های علمی دانشگاه‌ها جدا کرد و بنابراین می‌توانست بدون تأثیر هم‌تایان یا مدهای روز، به علایق علمی خود بپردازد. مانند قبل، به‌صورت خودآموز کار می‌کرد، این بار برای اخذ دکترا.

در این دوره، رابطه عاشقانه آینشتاین با میلوا جدی شد و در نهایت در سال ۱۹۰۳ ازدواج کردند. یک سال قبل از ازدواج، میلوا دخترشان لیزرل را به دنیا آورده بود. این زوج این بارداری خارج از ازدواج را مخفی نگه داشتند و به نظر می‌رسد که دخترشان را به فرزندخواندگی سپردند. وجود این دختر تنها در سال ۱۹۸۷ از طریق نامه‌های آینشتاین و میلوا به یکدیگر کشف گردید.

در سال ۱۹۰۴، زمانی که آینشتاین در آستانه غافلگیر کردن دنیای علم با کشفیاتش بود، اولین پسرش، هانس آلبرت (Hans Albert)، به دنیا آمد. با توجه این که ذهن او عمیقاً درگیر تحقیقاتش در فیزیک بود، توجه چندانی به همسر و پسرش نداشت و آینده ازدواجشان به تدریج رو به تیرگی می‌رفت.

دومین پسر این زوج، ادوارد (Eduard)، در سال ۱۹۰۸ به دنیا آمد و برای چند سال رابطه زناشویی بهبود یافت. با این حال، آینشتاین با رفتارهای عاشقانه با زنان در سفرهای مکررش به کنفرانس‌ها و سخنرانی‌ها، مشکل خانوادگی را شدید‌تر کرد. یکی از این زنان، به ویژه، دخترخاله‌اش السا لوونتال (Elsa Löwenthal)، رابطه بسیار نزدیکی با او داشت. وقتی آینشتاین خانواده‌اش را به برلین — جایی که السا زندگی می‌کرد — منتقل کرد تا پیشنهاد کاری جذابی از دانشگاه را بپذیرد، میلوا حسادت ورزید و مشکلات زناشویی شدت

یافت. این زوج در نهایت در سال ۱۹۱۴ از هم جدا شدند و در سال ۱۹۱۹ طلاق گرفتند. اگرچه آینشتاین هنوز موفق به دریافت جایزه نوبل نشده بود، به میلوا قول داد در صورت بردن جایزه، مبلغ آن را به او بدهد (۲). او در سال ۱۹۲۱ به خاطر کارهای پیشگامانه‌اش در توسعه نظریه کوانتومی، جایزه نوبل فیزیک را دریافت کرد.

در سال ۱۹۰۵، آینشتاین ۲۶ ساله پنج مقاله علمی منتشر کرد که دنیای علم را برای همیشه تغییر داد. سه مقاله از این میان، به‌ویژه، دو انقلابی را رقم زدند که فیزیک مدرن را به شکل امروزی آن درآوردند. یکی از این مقالات، آغازگر نظریه کوانتوم بود — فیزیک اتم‌ها و مولکول‌ها. دو مقاله دیگر درباره نظریه نسبیت بودند — نظریه‌ای که درک ما از فضا و زمان را دگرگون کرد. دومین مقاله از این دو، مقاله معروف $E=mc^2$ بود، معادله‌ای که در نهایت توضیح داد چگونه خورشید سوخت خود را می‌سوزاند و راه را برای انرژی هسته‌ای و بمب اتم هموار کرد. با این حال، در سال ۱۹۰۵، فیزیک هسته‌ای وجود نداشت، چه برسد به مفاهیم واکنش زنجیره‌ای و شکافت هسته‌ای که هر دو برای ساخت بمب ضروری هستند. آینشتاین این معادله را در تلاش برای کشف سازوکار جهان به دست آورد: او در سال ۱۹۵۵ نوشت: «حتی اشاره‌ای به کاربردهای فناورانه احتمالی آن در آن زمان وجود نداشت.»

هدف دو مقاله باقی‌مانده از آن سال معجزه‌آسا، همان‌طور که آینشتاین بیان کرد، «یافتن حقایقی بود که تا حد امکان وجود اتم‌هایی با اندازه معین و محدود را تضمین کند.» اولین مقاله از این دو، با عنوان «تعیین جدید ابعاد مولکولی»، پایان‌نامه دکترای آینشتاین بود که در سال ۱۹۰۶ توسط دانشگاه زوریخ پذیرفته شد.

پس از انتشار موفقیت‌آمیز نظریه نسبیت، آینشتاین به تدریج محدودیت‌های آن را مشاهده کرد و به فکر گسترش آن افتاد. این تلاش حتی برای آینشتاین نیز بسیار دشوار بود، اما پس از یک دهه تحقیق، او در سال ۱۹۱۵ نظریه جدید را منتشر کرد. نظریه نسبیت عام، همان‌گونه که آینشتاین آن را نام‌گذاری کرد، فیزیکی را توصیف می‌کند که بر مکانیک جهان

فرمانروایی می کند و باعث می گردد که شاهکار نیوتن — نظریه گرانش او — گسترش و اصلاح گردد.

مانند نظریه نسبیت خاص، نسبیت عام نیز پیش‌بینی‌های عجیبی داشت. شاید عجیب‌ترین آن‌ها این بود که فضا تخت (flat) نیست: سیارات، ستاره‌ها، کهکشان‌ها و در واقع همه اجسام، فضای اطراف خود را خم می‌کنند، هرچند این خمش تنها در نزدیکی اجسام پرجرم مانند یک ستاره یا خورشید قابل اندازه‌گیری است. وقتی اخترشناسان بریتانیایی این پدیده را در سال ۱۹۱۹ تأیید کردند، آینشتاین به شهرت جهانی رسید. روزنامه تایمز لندن با تیتراژ «انقلاب در علم. نظریه جدید جهان. ایده‌های نیوتنی سرنگون شدند» این خبر را منتشر کرد. دیگر روزنامه‌های بزرگ جهان نیز از این موضوع استقبال کردند. آینشتاین به یک چهره مشهور تبدیل شد.

آینشتاین این سال پیروزمندانه را با ازدواج با دخترخاله‌اش السا لوونتال، پنج سال پس از جدایی از میلوا، به اوج رساند. آینشتاین و السا در دوران کودکی یکدیگر را دیده بودند، اما تا زمان ورود آینشتاین به دانشگاه ارتباطشان قطع شده بود. آن‌ها در سال ۱۹۱۲، زمانی که آینشتاین ۳۳ سال داشت و برای دیدار مادرش به برلین رفته بود، دوباره با هم آشنا شدند. این دیدار به رابطه‌ای فراتر از علاقه خانوادگی منجر شد. اشتیاق آینشتاین به السا تنها دو سال دوام آورد، اما السا هرگز دست از تلاش برنداشت و در سال ۱۹۱۷، وقتی آینشتاین به یک بیماری مزمن معده مبتلا شد، با مراقبت از او فرصتی برای بازپس‌گیری قلب پسرخاله‌اش یافت. اگرچه در این زمان شور و اشتیاق آینشتاین نسبت به السا کمرنگ شده بود، اما در کنار او احساس آرامش می‌کرد و از آشپزی‌اش لذت می‌برد. همچنین احساس می‌کرد وظیفه دارد که به فداکاری‌های السا پاسخ دهد. السا نیز در مقابل پذیرفت که زندگی با آینشتاین آسان نخواهد بود. جایزه او نقش همسر آینشتاین بودن و سهمی شدن در شهرت پسرخاله مشهورش بود. این ازدواج برای هر دوی آن‌ها یک ازدواج مصلحتی بود.

در سال ۱۹۱۹، زمانی که پیش‌بینی خمش نور (bending-of-light) در نسبیت عام تأیید شد، جنگ جهانی اول به تازگی پایان یافته بود. آینشتاین در میان شور و شوق عمومی پیروزی‌های اولیه جنگ، یک صلح‌طلب تنها بود که مخالف جنگ بود. او اعلام کرد: «در چنین زمانی است که انسان متوجه می‌شود به چه گونه حیوانی تأسف‌باری تعلق دارد. من در سکوت به تفکراتم فرو می‌روم و تنها ترکیبی از ترحم و انزجار را تجربه می‌کنم.» آینشتاین در دهه ۱۹۲۰، پس از به رسمیت شناخته شدن جهانی، به نقاط مختلف جهان سفر کرد و به سخنرانی و دیدار با دانشمندان و مقامات پرداخت. او از شهرت تازه‌یافته‌اش برای دفاع از صلح استفاده کرد. او در یک مصاحبه گفت: «من تحت هر شرایطی از انجام خدمت جنگی، مستقیم یا غیرمستقیم، خودداری می‌کنم و سعی می‌کنم دوستانم را نیز متقاعد کنم که همین موضع را اتخاذ کنند، بدون توجه به علت جنگ.»

به قدرت رسیدن هیتلر در سال ۱۹۳۳ این دیدگاه‌ها را تغییر داد. آینشتاین نگران و ناامید شد که قدرت‌های بزرگ جهان هیچ اقدامی برای جلوگیری از خطر تهدید نازی‌ها انجام نمی‌دهند. او تصمیم گرفت علیه نازی‌ها سخن بگوید و به این ترتیب به یکی از اهداف اصلی آن‌ها تبدیل شد. آینشتاین از ترس جانش به ایالات متحده مهاجرت کرد و پیشنهاد تدریس در مؤسسه مطالعات پیشرفته پرینستون را پذیرفت، جایی که تا پایان عمرش در آنجا ماند.

در سال ۱۹۳۹، او موافقت کرد که نامه‌ای به رئیس‌جمهور روزولت بنویسد و از او درخواست کند که اطمینان حاصل کند ایالات متحده قبل از نازی‌ها به بمب اتمی دست یابد. پس از جنگ، آینشتاین به دیدگاه‌های صلح‌طلبانه قوی خود بازگشت و علیه گسترش سلاح‌های هسته‌ای سخن گفت، موضعی که برای او یک پرونده ۱۴۲۷ صفحه‌ای در اف‌بی‌ای به ارمغان آورد.

بلافاصله پس از تکمیل نظریه نسبیت عام، آینشتاین تصمیم گرفت معادلات آن را برای ساختن مدلی از جهان به کار ببرد تا دریابد جهان چگونه ساخته شده و چگونه کار می‌کند. معادلات این مدل به او جهانی پویا نشان داد - جهانی که در حال انبساط یا انقباض بود. از

آنجا که مشاهدات اخترشناسان نشان می‌داد جهان ظاهراً هیچ یک از این دو حالت را ندارد، او یک عامل - که آن را ثابت کیهانی نامید (cosmological constant) - معرفی کرد تا مدلس را ایستا نگه دارد.

چند سال بعد، اخترشناسی به نام ادوین هابل (Edwin Hubble) کشف کرد که جهان اصلاً ایستا نیست، بلکه در حال انبساط است. آینشتاین متوجه شد که اگر به آنچه معادلاتش به او می‌گفتند پایبند می‌ماند، می‌توانست انبساط جهان را پیش‌بینی کند. او معرفی ثابت کیهانی را «بزرگترین اشتباه» خود نامید. (البته مشاهدات سال‌های اخیر نشان می‌دهد که ثابت کیهانی که آینشتاین در معادلاتش معرفی کرد، ممکن است در واقع درست باشد. این ثابت که امروزه انرژی تاریک (dark energy) نامیده می‌شود، یک نیروی گرانشی دافع است که توضیح می‌دهد چرا انبساط جهان در حال شتاب گرفتن است، با وجود اینکه جهان به اندازه کافی ماده دارد که این انبساط را کند کند.)

آینشتاین با قاطعیت تمام معتقد بود که طبیعت را می‌توان "از طریق چیزی اساساً ساده و یکپارچه" درک کرد. پس از تکمیل نظریه نسبیت عام، او بقیه عمرش را به جستجوی ناتمام برای یک نظریه میدان واحد (unified field theory) اختصاص داد - نظریه‌ای واحد که شامل تمام برهمکنش‌ها (interactions) و میدان‌های جهان باشد.

راهنمای آینشتاین در کشفیاتش همیشه ساده‌سازی از طریق یکپارچه‌سازی بود - یافتن رشته مشترک، یعنی تقارن، در مفاهیم به ظاهر بسیار متفاوت، مانند فضا و زمان، انرژی و جرم، یا شتاب و گرانش. کشف این تقارن‌ها او را به نظریه‌های نسبیت خاص و عام رساند. او همچنین در تلاش‌هایش برای یکپارچه کردن تمام فیزیک، توسط جستجوی تقارن هدایت می‌شد. امروز، بیش از نیم قرن بعد، جستجوی تقارن، تلاش‌های جدیدی را برای یکپارچه‌سازی هدایت می‌کند که ممکن است روزی رویای آینشتاین را محقق کند.

آینشتاین از کار و زندگی در پرینستون لذت می‌برد: «تقدیر به من این امتیاز را داده که اینجا در پرینستون مثل یک جزیره زندگی کنم»، او در مارس ۱۹۳۶ به دوستش ملکه

الیزابت بلژیک (Queen Elizabeth of Belgium) نوشت. «به این شهر کوچک دانشگاهی... صدای آشفته نزاع انسان‌ها به سختی راه می‌یابد.» متأسفانه، آرامش پناهگاه او چند ماه بعد با مرگ همسر دومش السا، فرشته نگهبانش به مدت دو دهه، به لرزه افتاد.

با این حال، او خیلی زود به زندگی بدون السا عادت کرد. خواهر عزیزش مایا، منشی مورد اعتمادش هلن دوکاس (Helen Dukas) و دخترخوانده اش مارگوت (Margot) مسئولیت خانه آینشتاین را به عهده گرفتند و آن را تقریباً به کمال مدیریت کردند. البته ظاهر او را نه. پام هارلو (Pam Harlow)، همسایه‌اش، به یاد می‌آورد که این دانشمند مشهور را دیده که با لباس‌های چروک قدیمی و موهای ژولیده از خانه بیرون می‌آید و در مسیر رفتن به مؤسسه، اصلاً نگران این نیست که از گودالی پر از آب که به علت بارش باران در سنگفرش خیابان ایجاد شده دوری کند. هارلو که در آن زمان هشت سال داشت، با والدینش در آن سوی خیابان مقابل خانه آینشتاین زندگی می‌کرد: «او هرگز جوراب نمی‌پوشید، حتی در زمستان و "مستقیم به داخل گودال آب می‌رفت و آب به داخل کفش‌هایش نفوذ می‌کرد.»

آینشتاین هرگز نگرانی زیادی نسبت به راحتی یا دارایی‌های مادی نداشت. خواهرش مایا گفت که حتی در جوانی معتقد بود: «تمام چیزی که در اتاق غذاخوری‌ام می‌خواهم یک میز از جنس چوب درخت کاج، یک نیمکت و چند صندلی است.» ذهن او همیشه مشغول چیزهای بنیادی بود، نه مادی. او می‌خواست بداند جهان چگونه ساخته شده و چگونه کار می‌کند، آیا جهان باید به این شکلی که هست ساخته می‌شد، و آیا اصلاً باید وجود می‌داشت. او تا ساعات پایانی عمرش به شدت به دنبال پاسخ این سوالات بود.

یادداشت های مترجم برای این بخش:

۱: جالب است بدانیم که سال ۱۸۷۹ میلادی (۱۲۵۸ هجری شمسی / ۱۲۹۶ هجری قمری)، سال تولد آلبرت اینشتاین، مصادف با دوران پادشاهی ناصرالدین شاه قاجار در ایران است. در آن زمان، ایران درگیر تحولات داخلی، آغاز مدرن سازی تدریجی، و نخستین برخوردهای جدی با تمدن غربی بود. پس به طور خلاصه: وقتی آلبرت اینشتاین در ۱۸۷۹ به دنیا آمد، ایران تحت سلطنت ناصرالدین شاه قاجار بود و کشور هنوز سنتی و استبدادی و عقب مانده و علم در ایران کمترین جایگاهی نداشت، اما نشانه هایی از آغاز برخورد با مدرنیته، اصلاحات نیم بند، و بیداری فکری در آن دیده می شد.

۳: آلبرت اینشتاین به وعده اش وفا کرد و مبلغ جایزه نوبل را طبق توافق قبلی به همسر اولش، میلوا ماریچ (Mileva Marić) داد، هرچند نه لزوماً به صورت مستقیم و بی کم و کاست، بلکه در قالب یک توافق مالی هنگام طلاق.

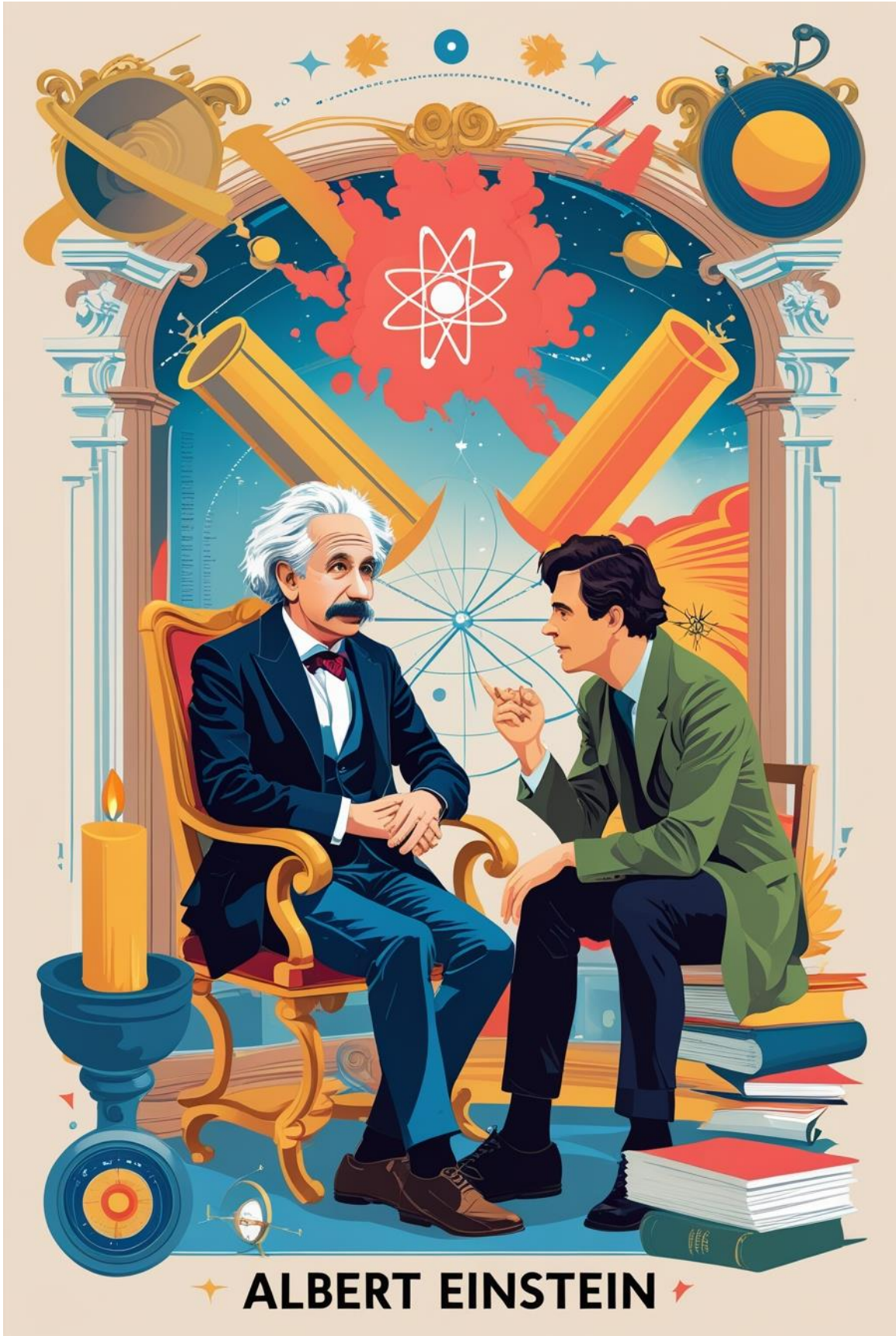
جزئیات ماجرا از این قرار است:

• در سال ۱۹۱۹، وقتی اینشتاین و میلوا تصمیم به طلاق گرفتند، آن ها توافقی کردند که بخشی از آن مربوط به جایزه نوبل آینده ی اینشتاین بود.

• طبق توافق نامه طلاق، اینشتاین پذیرفت که:

«اگر در آینده جایزه نوبل را دریافت کند، تمام مبلغ جایزه به حساب بانکی میلوا ماریچ منتقل شود، و او بتواند از سود آن برای نگهداری خود و فرزندانشان استفاده کند».

- اینشتاین در آن زمان هنوز جایزه نوبل را نبرده بود، اما دو سال بعد در ۱۹۲۱، جایزه نوبل فیزیک را دریافت کرد (البته برای توضیح اثر فوتوالکتریک، نه برای نظریه نسبیت).
- او مطابق توافق، مبلغ جایزه را به میلوا واگذار کرد، که بخشی از آن صرف خرید یک خانه در زوریخ برای خود و فرزندانشان شد.



بیا بید شروع به گفتگو کنیم...

در صفحات بعد، آلبرت اینشتاین در یک گفتگوی خیالی درباره ۱۵ موضوع مختلف شرکت می‌کند و به پرسش‌های عمیق پاسخ می‌دهد.

پرسش‌ها به صورت پررنگ

پاسخ‌های اینشتاین به صورت معمولی نشان داده شده‌اند.

شمردن اتم‌ها

اولین مشارکت‌های اصیل آینشتاین در علم بلافاصله پس از فارغ‌التحصیلی از دانشگاه آغاز شد. در آن زمان، عمدتاً به لطف کارهای جان دالتون (۱۷۶۶-۱۸۴۴) (John Dalton) شیمیدان و فیزیکدان انگلیسی، وجود اتم‌ها به طور کلی پذیرفته شده بود، اگرچه برخی دانشمندان هنوز در واقعی بودن آنها تردید داشتند. همه دانشمندان توافق داشتند که اتم‌ها، اگر وجود داشته باشند، آنقدر کوچک هستند که با چشم غیرمسلح دیده نمی‌شوند. تا دهه ۱۹۵۰ و اختراع میکروسکوپ یونی میدانی (field ion microscope) (۱)، اتم‌ها قابل مشاهده نبودند. در مقالات اولیه آینشتاین بین سال‌های ۱۹۰۲ تا ۱۹۰۴، او پایه‌هایی را بنا نهاد که منجر به کشف حقایقی شد و در نهایت اثبات قطعی وجود اتم‌ها را ممکن ساخت.

پروفسور، می‌خواهم درباره اولین کشفیات شما صحبت کنم. موضوع اولین مقالات علمی منتشرشده شما چه بود؟

دو مقاله اول من ارزش بحث کردن ندارند. اولین مقالات باارزش، هرچند کوچک، سه مقاله‌ای بودند که بین سال‌های ۱۹۰۲ تا ۱۹۰۴ منتشر شدند و به من امکان دادند ایده‌هایی را توسعه دهم که وجود اتم‌ها را بدون هیچ تردیدی اثبات می‌کرد. این ایده‌ها در سال ۱۹۰۵ به بلوغ رسیدند.

در مدرسه یاد می‌گیریم که جان دالتون نظریه اتمی خود را در حدود آغاز قرن نوزدهم مطرح کرد. آیا وجود اتم‌ها تا سال ۱۹۰۵ هنوز مورد تردید بود؟

تعداد کمی از دانشمندان برجسته هنوز ضرورت وجود آنها را نمی‌پذیرفتند. نه تنها دالتون نظریه اتمی خود را مطرح کرده بود، بلکه دانشمندان دیگر نیز نشان داده بودند که چگونه تعامل بین مولکول‌ها (که از ترکیب اتم‌ها تشکیل شده‌اند) می‌تواند تغییر مواد را به خوبی توضیح دهد. با این حال، دانشمندان مشهوری مانند ارنست ماخ (Ernst Mach) و دیگران وجود اتم‌ها را انکار می‌کردند. این مثال جالبی است که نشان می‌دهد حتی دانشمندان درخشان با هوش فوق‌العاده نیز ممکن است با تمسک به پیش‌فرض‌های خود از پذیرش حقایق جلوگیری کنند.

چگونه وجود اتم‌ها را اثبات کردید؟

من از یک روش غیرمستقیم استفاده کردم. اتم‌ها آنقدر کوچک هستند که با چشم غیرمسلح دیده نمی‌شوند و حتی بهترین میکروسکوپ‌های الکترونی فقط اجسامی به کوچکی یک میلیونیم میلیمتر (حدود ۳۰۰۰ اتم) را نشان می‌دهند. اگرچه در آن زمان کسی این ابعاد را نمی‌دانست، من می‌دانستم که اتم‌ها باید به طور غیرمستقیم تشخیص داده شوند. یک روز در حالی که در خانه دوستی چای می‌نوشیدم، به حرکت مولکول‌های شکر حل‌شده در آب فکر کردم و روشی برای محاسبه اندازه آن مولکول‌ها یافتم.

می‌توانید روش خود را توضیح دهید؟

این روش بر این واقعیت استوار است که وقتی شکر به آب اضافه می‌شود، چسبندگی (viscosity) آن افزایش می‌یابد - یعنی آب غلیظ‌تر و سنگین‌تر می‌شود. این چسبندگی کمیتی است که می‌توانید اندازه‌گیری کنید. من می‌خواستم ببینم آیا می‌توانم یک رابطه ریاضی بین اندازه مولکول‌ها و این ویسکوزیته قابل اندازه‌گیری پیدا کنم، که از آن بتوانم اندازه مولکول‌ها را استنباط کنم. برای رسیدن به این رابطه، مجبور بودم برخی فرضیات درباره مولکول‌ها داشته باشم.

منظورتان از فرضیات این است که سعی می‌کردید حدس بزنید این مولکول‌ها چگونه هستند؟

نه، من نمی‌توانستم آن را حدس بزنم. فرضیات من درباره شکل و رفتار مولکول‌ها بود. در واقع سعی می‌کردم مسئله را ساده‌تر کنم تا قابل مدیریت باشد و بتوانم محاسبات را انجام دهم. مولکول‌های شکر در محاسبات من کره‌های کاملی بودند که در آب حرکت می‌کردند و تحت تأثیر حضور دیگر مولکول‌ها نبودند. می‌دانستم که مولکول‌های واقعی نمی‌توانند کره‌های کامل باشند، اما برای محاسبات من، این جزئیات مهم نبود. این موضوع بر نتایج تأثیر نمی‌گذاشت.

آیا رابطه‌ای که به دست آوردید بسیار پیچیده بود؟

محاسبه یک فرآیند دو مرحله‌ای بود که شامل دو معادله نسبتاً ساده می‌شد. روش نوآورانه بود: ابتدا عبارتی بر اساس اندازه مولکول‌های شکر و عدد آووگادرو (Avogadro's number) به دست آوردم. عدد آووگادرو یک کمیت حیاتی است، زیرا با آن می‌توانید تعداد مولکول‌ها را در یک جرم مشخص از هر ماده محاسبه کنید.

استاد، برای درک عدد آووگادرو به کمک نیاز دارم.

عدد آووگادرو یک عدد ثابت است که به ویژگی‌های اتم‌ها مرتبط است. این عدد بسیار مفید است زیرا به شما امکان می‌دهد با وزن کردن بشمارید. به عنوان مثال، اگر بدانید یک دوجین پرتقال دو کیلوگرم وزن دارد، می‌توانید تعداد پرتقال‌ها در یک جعبه بزرگ حمل و نقل را با وزن کردن جعبه تعیین کنید. اگر متوجه شوید که پرتقال‌های داخل جعبه ۲۰۰۰ کیلوگرم وزن دارند، می‌دانید که ۱۰۰۰ دوجین پرتقال دارید. این روش سریع‌تر و آسان‌تر از شمردن ۱۲۰۰۰ پرتقال است. اگر نیاز به شمارش ذرات گرد و غبار داشتید، با وزن کردن یک

دوجین ذره ریز شروع نمی‌کردید. شاید باید با یک میلیون ذره شروع می‌کردید. عدد آوگادرو بسیار بزرگتر از یک میلیون است، زیرا برای شمارش مولکول‌هایی که ۱۰۰۰۰ برابر کوچکتر از ذرات گرد و غبار هستند، لازم است. به جای وزن کردن یک دوجین یا یک میلیون مولکول، شما عدد آوگادرو از مولکول‌ها را وزن می‌کنید. اما قبل از اینکه بتوانید این کار را انجام دهید، باید عدد آوگادرو را به خوبی بشناسید، و تعیین عددی با ۲۴ رقم کار آسانی نیست. در نتیجه، تلاش‌های قبلی چندان دقیق نبودند.

پس با روش شما، نه تنها اندازه مولکول آب، بلکه مقدار دقیق‌تری از عدد آوگادرو نیز به دست آمد.

درست است.

و اندازه‌گیری اندازه مولکول‌ها و عدد آوگادرو اثبات کرد که اتم‌ها وجود دارند.

این اندازه‌گیری‌ها منجر به اثبات شد. من چندین روش دیگر نیز برای محاسبه اندازه مولکول‌ها و عدد آوگادرو پیدا کردم. توافق فوق‌العاده بین تمام روش‌های مستقل برای اندازه‌گیری این کمیت‌ها بود که آخرین مخالفان سرسخت را به وجود اتم‌ها و مولکول‌ها متقاعد کرد.

برخی دیگر از روش‌هایی که پیدا کردید چه بودند؟

مهم‌ترین روش‌ها احتمالاً آنهایی بودند که در مقالات من درباره حرکت براونی (Brownian motion) توضیح داده شدند. در سال ۱۸۲۸، رابرت براون، گیاه‌شناس، با میکروسکوپ مشاهده کرد که دانه‌های گرده شناور در آب حرکتی لرزان دارند. من تا زمانی که آماده نوشتن مقاله‌ام نبودم، از کار براون اطلاع نداشتm، بنابراین از دیدگاه دیگری به آن نزدیک شدم. می‌دانستم که مولکول‌ها در دمای اتاق انرژی قابل توجهی دارند و از خودم پرسیدم آیا این انرژی‌ها به اندازه‌ای بزرگ هستند که بتوانند ذرات کوچک ماده را که تحت

میکروسکوپ قابل مشاهده هستند، حرکت دهند. این می‌تواند به عنوان نوعی میکروسکوپ مولکولی عمل کند، روشی برای تجسم حرکت نامرئی مولکولی با مشاهده حرکت دانه‌های گرده (pollen) بسیار بزرگ‌تر. حرکت یک دانه ناشی از برخورد یک مولکول منفرد قابل اندازه‌گیری نیست، اما در طی بسیاری از برخوردهای تصادفی، گاهی اوقات یک دانه چندین بار از یک طرف ضربه می‌خورد و حرکت حاصل قابل مشاهده است.

اگر درست متوجه شده باشم، مولکول‌ها با ذرات گرده برخورد می‌کنند و آنها را در همه جهات حرکت می‌دهند. حرکت لرزان ذرات، حرکت مولکولی را بزرگنمایی می‌کند.

دقیقاً. برای نشان دادن اینکه این ذرات میکروسکوپی قابل مشاهده به دلیل برخوردهای مولکولی حرکت می‌کنند، فرضیات مشابهی را مانند مقاله قبلی‌ام مطرح کردم. معادله‌ای برای زمان بین برخوردها، مسافت طی‌شده توسط ذرات، ویسکوزیته و شعاع ذره به دست آوردم. برای یک آزمایشگر، استفاده از کرومومتر و میکروسکوپ برای اندازه‌گیری این کمیت‌ها و یافتن عدد آوگادرو آسان بود. به نوعی، اکنون می‌توانستید اتم‌ها را بشمارید.

آیا مدت زمانی به طول انجامید تا کسی نتایج شما را تأیید کند؟

نه. ظرف سه سال پس از انتشار مقالات اصلی من درباره حرکت براونی در سال ۱۹۰۵، پرفسور ژان پیرین (Jean Perrin) در پاریس تمام جنبه‌های نظریه من را تأیید کرد.

یادداشت های مترجم برای این بخش:

۱: میکروسکوپیونی میدانی (FIM - Field Ion Microscope)

کاربرد اصلی: مشاهده اتمهای سطح مواد در مقیاس تک اتمی با وضوح فوق العاده بالا (~۰/۲ نانومتر).

نحوه عملکرد:

۱. نمونه: یک سوزن بسیار تیز (شعاع ~۱۰-۱۰۰ نانومتر) از ماده مورد نظر.

۲. محیط: خلأ بالا و دمای بسیار پایین (معمولاً ~۲۰-۱۰۰ کلوین).

۳. گاز یونیزه: گاز نجیب (مثل هلیوم یا نئون) با ولتاژ بالا (~۱۰-۲۰ کیلوولت) یونیزه می شود.

۴. تصویربرداری: یونهای گاز از سطح نمونه پرتاب شده و روی صفحه فلورسنت الگویی از اتمهای سطح را نشان می دهند.

مزایا: اولین میکروسکوپی که امکان دیدن اتمهای منفرد را فراهم کرد (اختراع شده در ۱۹۵۱ توسط اروین مولر).

کاربردی در مطالعات ساختار بلوری، نقصهای شبکه و مرز دانه ها.

معایب

- محدود به مواد رسانای الکتریکی و مقاوم در میدان بالا (مانند تنگستن).

- نیاز به شرایط آزمایشگاهی بسیار خاص (دما و خلأ شدید).

جایگزین مدرن :

- میکروسکوپ تونلی روبشی (STM) و میکروسکوپ نیروی اتمی (AFM) امروزه بیشتر استفاده می‌شوند.

این میکروسکوپ پایه‌ای برای توسعه میکروسکوپ‌های پروب روبشی شد.



سال شگفتی‌ها

در نامه‌ای که اکنون مشهور شده، آلبرت آاینشتاین به دوستش کنراد هابیتچ (Conrad Habicht) پیش‌نمایشی از آنچه به عنوان «سال شگفتی‌های» او در ۱۹۰۵ شناخته می‌شود ارائه داد - سالی که از نظر اهمیت تنها با سال شگفتی‌های بزرگ نیوتن در ۱۶۶۶ قابل مقایسه است: «به تو قول چهار مقاله می‌دهم... اولین‌شان را به زودی برایت می‌فرستم. این مقاله به تابش و ویژگی‌های انرژی نور می‌پردازد و همانطور که خواهی دید، بسیار انقلابی است.» در واقع آاینشتاین در آن سال پنج مقاله منتشر کرد که دنیای علمی را زیر و رو کرد و دو انقلاب بزرگ در فیزیک به راه انداخت. در میان آنها دو مقاله زیبایش درباره نظریه نسبیت بود و مقاله سومی که باعث زاده شدن فیزیک کوانتوم گردید.

پروفسور آاینشتاین، اکثر مردم نام شما را با نظریه نسبیت و معادله معروف $E=mc^2$ مرتبط می‌دانند. این کشفیات چه زمانی رخ دادند؟

در سال ۱۹۰۵، زمانی که به عنوان کارمند اداره ثبت اختراعات برن کار می‌کردم. البته این کشفیات ناگهانی نبودند. من گام به گام و بر اساس قوانین فیزیک که خود از مشاهدات نشأت می‌گرفتند، به سمت آنها هدایت شدم.

اما خود کشفیات در همان سال اتفاق افتادند، درست است پروفیسور؟

بله. آن سال برای من بسیار پربار بود چون توانستم راحل‌هایی برای بسیاری از مسائلی که با آنها دست و پنجه نرم می‌کردم پیدا کنم. در آن سال پنج مقاله مهم اول خود را نوشتم که به مهم‌ترین مسائل حل‌نشده فیزیک آن زمان می‌پرداختند. اولین مقاله به تابش و ویژگی‌های

انرژی نور مربوط می‌شد و دومی به روشی برای اندازه‌گیری اندازه اتم‌ها، همانطور که قبلاً بحث کردیم. با مقاله سوم نشان دادم که حرکت اتمی را می‌توان با مطالعه حرکت ذرات کوچک حدود یک هزارم میلیمتر شناور در مایع کشف کرد. چهارمین مقاله نظریه خاص نسبیت من بود. مقاله پایانی آن سال در واقع نتیجه‌گیری مقاله نسبیت من بود - مقاله کوتاهی که نشان می‌داد انرژی و جرم معادل هستند.

آخرین مقاله همان مقاله $E=mc^2$ است؟

بله، دقیقاً.

آیا منصفانه است که بگوییم بیشتر کشفیات عمده شما در این سال منتشر شدند؟
می‌توانم بگویم کشفیات عمده من در آن زمان به ثمر رسیدند. البته این شامل نظریه نسبیت عام من که بسیار دیرتر در سال ۱۹۱۵ ارائه شد نمی‌گردد.

آیا مقاله شما درباره ویژگی‌های انرژی نور به نظریه جدیدی درباره نور منجر شد؟
به نوعی بله. این مقاله پایه‌های فیزیک کوانتوم را فراهم آورد که نظریه ماده و تابش است. من به معادله جالبی که ماکس پلانک برای اولین بار برای حل مسئله پیچیده تابش اجسام داغ توسعه داده بود نگاه می‌کردم. کار پلانک هیجان‌انگیز بود چون آن مسئله خاص را حل می‌کرد، اما به روشی غیرمتعارف. این کار نشان می‌داد که این تابش فقط به صورت بسته‌ها یا بسته‌های گسسته - که بعدها کوانتای تابش (quanta of radiation) نام گرفت - گسیل یا جذب می‌شود.

و این همان «کوانتا» در فیزیک کوانتوم است؟

بله. اما پلانک فکر نمی‌کرد کوانتاهایش واقعی باشند: او معتقد بود آنها فقط ابزارهای ریاضی هستند که برای کارکرد معادله استفاده می‌شوند. من نشان دادم که نه فقط تابش اجسام داغ، بلکه تمام تابش‌ها و نور در واقع از این کوانتاهای منفرد تشکیل شده‌اند. پانزده سال بعد، فیزیکدانان دیگر از این ایده‌ها فیزیک کوانتوم را توسعه دادند.

پروفسور، شما به یکی از مقالات ۱۹۰۵ خود به عنوان نظریه خاص نسبیت اشاره کردید. آیا این همان مقاله مشهوری است که برای اولین بار کشف بزرگ خود را در آن منتشر کردید؟

بله. من آن را کمی پس از اینکه بالاخره ارتباط بین فضا، زمان و سرعت نور را فهمیدم نوشتم.

ادعا نمی‌کنم که بتوانم در این زمان کوتاه نسبیت را درک کنم، اما آیا ممکن است حداقل اشاره‌ای به کاری که در این مقاله انجام دادید داشته باشید؟

به طور خلاصه، نسبیت کارهای نیوتن را گسترش داد و در این مسیر، دیدگاه او درباره زمان و فضا را تغییر داد. برای نیوتن، زمان برای همه ناظران با همان شدت یا اندازه می‌گذرد، صرف‌نظر از نحوه حرکت آنها. فضای نیوتنی صحنه‌ای است که رویدادها در آن اتفاق می‌افتند و هرگز تغییر نمی‌کند. بر اساس نسبیت، فضا و زمان ثابت نیستند، بلکه وقتی ناظران حرکت می‌کنند آنها نیز تغییر می‌کنند، در حالی که سرعت نور ثابت می‌ماند. این ثابت بودن سرعت نور است که باعث تغییر زمان و فضا می‌شود. به این معناست که زمان و فضا نسبی هستند.

شاید بتوانم ببینم که گذر زمان چگونه ممکن است تغییر کند، اما نمی‌فهمم وقتی حرکت می‌کنم فضا چگونه تغییر می‌کند.

ممکن است شما جریان فیزیکی زمان را با گذر روانشناختی زمان که همه ما تجربه می‌کنیم اشتباه بگیرید. نسبیت می‌گوید زمان و فضای فیزیکی واقعی با حرکت ناظر تغییر می‌کنند، اما این حرکت باید با سرعت‌هایی بسیار بیشتر از هر چیزی که انسان تجربه کرده باشد اتفاق بیفتد. به همین دلیل این تغییرات برای ما قابل مشاهده مستقیم به نظر نمی‌رسند.

مقاله پایانی شما به معادله $E=mc^2$ مربوط می‌شد. شما آن را نتیجه‌ای از نسبیت نامیدید. این چگونه یک دنباله آن بود و معادله به چه مناسبت؟

من حرکت نسبی اتمی را که نور گسیل می‌کرد در نظر گرفتم و با استفاده از معادلات نسبیت نشان دادم که جرم اتم پس از گسیل نور کاهش می‌یابد. معادله $E=mc^2$ می‌گوید انرژی و جرم معادل هستند و تحت شرایط خاصی می‌توانند به یکدیگر تبدیل شوند.

پروفسور، شما اشتیاق من را برای توضیحاتتان درباره نظریه‌های خود برانگیخته‌اید. کم‌کم دارم به بینشی از پیامدهای شگفت‌انگیز کشفیات شما که در طول یک سال اتفاق افتادند می‌رسم. دوست دارم بعداً در گفتگویمان به این موضوعات بازگردم. برای من لذت بخش خواهد بود که با شما درباره این مسائل صحبت کنم.

یادداشت های مترجم برای این بخش:

۳: برای مقایسه وضعیت کشور خودمان خوب است توجه کنیم که سال ۱۹۰۵ میلادی، که به عنوان سال شگفتی های آلبرت اینشتین شناخته می شود—سالی که او چهار مقاله انقلابی در فیزیک منتشر کرد—در تاریخ ایران عقب مانده نیز سالی بسیار مهم و پرتلاطم بود. این سال با خیزش مشروطه خواهی، اوج نارضایتی از استبداد قاجار و فعالیت های منتهی به انقلاب مشروطه همزمان است.

مهمترین رویدادهای ایران در سال ۱۹۰۵ میلادی (۱۲۸۴ هجری شمسی / ۱۳۲۳ هجری قمری):

جنبش مشروطه خواهی اوج می گیرد:

- در سال ۱۹۰۵ میلادی، نارضایتی شدید از حکومت مظفرالدین شاه قاجار (پادشاه وقت) در ایران به اوج رسید. مردم، علما، بازرگانان و روشنفکران از فساد، فشار مالیاتی، نفوذ بیگانگان و بی کفایتی دولت به ستوه آمده بودند.
- این نارضایتی در دسامبر ۱۹۰۵ (دی ۱۲۸۴) با تحصن بزرگ علما و مردم در حرم عبدالعظیم (ری) به اوج رسید. آنها خواستار عدالتخانه، یعنی نهادی برای نظارت بر عملکرد حکومت، بودند.

حادثه شلاق زدن بازرگانان قند:

• در آذر ۱۲۸۴، عده‌ای از بازرگانان قند در تهران به دلیل گران‌فروشی به دستور حاکم تهران شلاق خوردند. این رویداد خشم بازاریان، علما و مردم را برانگیخت.

• این واقعه یکی از جرقه‌های مهم انقلاب مشروطه شد و باعث تحسن و اعتصاب بازار شد.

زمینه‌سازی برای صدور فرمان مشروطیت:

• در همین سال، با گسترش تحسن‌ها و ناآرامی‌ها، دولت مظفرالدین‌شاه به شدت تحت فشار قرار گرفت. او مجبور شد وعده‌هایی مبنی بر تشکیل عدالتخانه بدهد که بعدها به مجلس شورای ملی تبدیل شد.

در نتیجه، سال ۱۹۰۵ برای ایران نیز یک سال انقلابی بود — نه در فیزیک، بلکه در سیاست، و زمینه‌ساز یکی از مهم‌ترین تحولات تاریخ معاصر کشور: انقلاب مشروطه.



از زمان و فضا: نظریه نسبیت

کشف مشهور آینشتاین، نظریه نسبیت، برای همیشه درک ما از فضا و زمان را تغییر داد. این نظریه که در سال معجزه‌آسای ۱۹۰۵ منتشر شد، به سرعت توجه برجسته‌ترین فیزیکدانان جهان را به خود جلب کرد. بعدها به عنوان نظریه نسبیت خاص شناخته شد، به نظر می‌رسد با تجربیات روزمره ما در تضاد است و سال‌ها پس از انتشار، مردم آن را غیرقابل درک می‌دانستند. از دانشمند بریتانیایی آرتور ادینگتون (Arthur Eddington) یک بار پرسیده شد که آیا درست است که فقط دو نفر در جهان غیر از آینشتاین این نظریه را می‌فهمند. او با طنز پاسخ داد: «دارم فکر می‌کنم آن یکی دیگر ممکن است کی باشد.»

t.

پروفسور آینشتاین، چگونه به کشف نظریه نسبیت رسیدید؟

سخت است بگویم چطور کسی چیزی را کشف می‌کند – ذهن با پیچیدگی‌های مختلفی با ارزش‌های متفاوت برانگیخته می‌شود. نظریه خاص در حدود پنج هفته در سال ۱۹۰۵ شکل نهایی گرفت، پس از ده سال تلاش برای حل پارادوکسی که در ۱۶ سالگی با آن مواجه شدم: اگر ناظری با همان سرعت نور به دنبال پرتو نور حرکت کند، چه خواهد دید؟ پاسخ قطعی به این سوال نیازمند دو فرض بود که پایه‌های نظریه خاص شدند: اصل نسبیت و اصل ثابت بودن سرعت نور.

احساس می‌کنم برای درک نظریه نسبیت باید این دو اصل را بفهمم. ممکن است لطفاً آن‌ها را توضیح دهید؟

با یک مثال ساده شروع می‌کنم. اگر در داخل کوپه خواب یک قطار که روی ریل‌های بسیار صاف با سرعت ثابت حرکت می‌کند بایستم و سنگی را رها کنم، می‌بینم که سنگ به صورت خط مستقیم پایین می‌افتد. اگر پرده‌های کوپه بسته باشد و نتوانم بیرون را ببینم، حرکت سنگ به من نشان نمی‌دهد که قطار نسبت به زمین در حرکت است یا ساکن. علاوه بر این، هیچ آزمایشی که در این کوپه انجام نمی‌تواند به من اجازه دهد حرکت قطار را تشخیص دهم. همه چیز به یک شکل رفتار می‌کند، چه قطار حرکت کند و چه در حالت سکون باشد. قوانین فیزیک برای همه ناظران در حرکت یکنواخت یا سکون یکسان است. این اصل نسبیت است.

و این برای هر سرعتی از قطار صدق می‌کند؟

بله، اصل نسبیت برای هر حالت حرکتی که با سرعت ثابت و بدون شتاب یا چرخش باشد، اعمال می‌شود. و سرعت ثابت شامل سرعت صفر یا سکون هم می‌شود. سکون و حرکت به نقطه مرجع بستگی دارد. ممکن است فکر کنید که روی صندلی نشسته‌اید و در حال استراحت هستید. یک فضانورد شما را در حال چرخش با زمین با سرعت ۱۵۰۰ کیلومتر در ساعت می‌بیند. سکون و حرکت مفاهیمی نسبی هستند و قوانین فیزیک به طور یکسان برای آن‌ها اعمال می‌شود. وقتی این را فهمیدم، توانستم پارادوکس خود را حل کنم، که ما را به اصل دوم می‌رساند.

فکر می‌کنم حالا آماده فهمیدن آن هستم.

مبنای اصل ثابت بودن سرعت نور آسان نبود. دوباره مثال ناظری را در نظر بگیرید که همراه با پرتو نور حرکت می‌کند. چنین ناظری باید لبه ثابت پرتو نور را ببیند. اما یک موج

نور ساکن بر اساس آزمایش‌های علمی و نظریه‌های تثبیت‌شده غیرممکن به نظر می‌رسد. علاوه بر این، بر اساس اصل نسبیت من، همه ناظران در حرکت ثابت یا سکون باید پدیده‌های یکسانی را تجربه کنند. بنابراین، بر اساس این اصل، همه این ناظران باید سرعت نور را یکسان اندازه بگیرند. این رامحل پارادوکس من بود، زیرا هیچ ناظری نمی‌تواند امید داشته باشد که لبه پرتو نور را ببیند. بدون توجه به اینکه چقدر سریع حرکت می‌کنند، همه ناظران باید نور را با همان سرعتی ببینند که ناظری که نسبت به زمین در حال سکون است اندازه می‌گیرد. این بینش به عنوان اصل ثابت بودن سرعت نور شناخته شد.

این بینش، همانطور که شما به کشف بزرگتان اشاره می‌کنید، شاید یکی از سخت‌ترین مفاهیم برای درک مردم باشد.

به این دلیل که این مفهوم شهودی نیست. آنچه شهودی است این است که اگر مثلاً مسافر قطاری باشید که با سرعت ۴۰ کیلومتر بر ساعت حرکت می‌کند و شما با سرعت ۵ کیلومتر بر ساعت از عقب به جلوی واگن راه بروید، کسی خارج از قطار می‌گوید که شما با سرعت ۴۵ کیلومتر بر ساعت حرکت می‌کنید. اما به نظر می‌رسد در مورد نور موضوع متفاوت است. اگر پرتو نوری از عقب قطار در حال حرکت بتابانید، نور، فوتون‌هایی که چراغ شما می‌فرستد، با سرعتی حدود یک میلیارد کیلومتر بر ساعت حرکت می‌کند، سرعتی که من آن را c می‌نامم. در این حالت، یک عابر پیاده خارج از قطار c به اضافه ۴۰ کیلومتر بر ساعت را اندازه نمی‌گیرد، بلکه فقط c را اندازه می‌گیرد.

چرا با نور متفاوت است؟ چرا عابر پیاده خارج از قطار سرعت نور را c به اضافه ۴۰ کیلومتر بر ساعت اندازه نمی‌گیرد، همانطور که سرعت مسافر را ۴۰ به اضافه ۵ کیلومتر بر ساعت اندازه می‌گیرد؟ من گیج شده‌ام.

باید گیج می‌شدید. من مدت‌ها با این ایده در تضاد بودم، زیرا یک تناقض آشکار وجود دارد. رامحل این معما یک شب در سال ۱۹۰۵ پس از بحثی طولانی با دوستم میشل بسو (Michele Besso) به ذهنم رسید. آن شب با مشکل به خانه رفتم، اما صبح روز بعد رامحل را یافتم و فوراً به بسو گفتم. رامحل من به مفهوم زمان مربوط می‌شد. فهمیدم که زمان مطلق نیست – به سرعت نور مرتبط است. حالا برایم روشن بود – سرعت نور وقتی حرکت می‌کند ثابت است، اما زمان و فضا تغییر می‌کنند. زمان نسبی است و فضا نسبی است. این جوهره نظریه نسبیت خاص است.

زمان و فضا چگونه تغییر می‌کنند؟ این ایده به نظر از تجربه روزمره بسیار دور است.

در تجربه روزمره ما، همه چیز با سرعت‌های نسبتاً کم حرکت می‌کند و ما چیز عجیبی در مورد فضا و زمان متوجه نمی‌شویم. در واقعیت، عابر پیاده که سرعت مسافر را در حالی اندازه می‌گیرد که قطار با سرعت ۴۰ کیلومتر بر ساعت حرکت می‌کند و مسافر با ۵ کیلومتر بر ساعت راه می‌رود، ۴۵ کیلومتر بر ساعت را اندازه نمی‌گیرد. اگر عابر پیاده به ابزارهای بسیار دقیقی دسترسی داشت، سرعتی کمی کمتر از ۴۵ کیلومتر بر ساعت را اندازه می‌گرفت، حدود یک ده‌هزارم میلیارد درصد کمتر. دلیل این تفاوت این است که زمان وقتی حرکت می‌کند می‌شود و این بر مقدار سرعتی که اندازه می‌گیری تأثیر می‌گذارد. از آنجا که ما نمی‌توانیم آن تفاوت ناچیز را درک کنیم، متوجه نمی‌شویم و فکر می‌کنیم که دقیقاً ۴۵ کیلومتر بر ساعت است.

پس، همه چیز نسبی نیست، همانطور که برخی مردم دوست دارند وقتی به نظریه شما اشاره می‌کنند بگویند. زمان و فضا نسبی هستند اما سرعت نور نسبی نیست، ثابت است.

دقیقاً! فضا و زمان وقتی حرکت می‌کند تغییر می‌کنند. هر دو به سرعت نور مرتبط هستند و به گونه‌ای تغییر می‌کنند که این سرعت همیشه ثابت بماند. قبل از نسبیت، نظریه نیوتن را

داشتیم. برای نیوتن، فضا و زمان ثابت بودند، اما همه سرعت‌ها نسبی بودند. نسبیت این را برعکس کرد.

نمی‌توانم بگویم که حالا نظریه را می‌فهمم، اما فکر می‌کنم درک کرده‌ام که چه مفهومی دارد.

فهم ابتدا از درک ما از جهان اطرافمان می‌آید. حواس ما آنقدر تیز نیستند که اثرات نسبیتی را بدون رسیدن به سرعت‌های بسیار بالا که برای درک مستقیم آن‌ها لازم است، تجربه کنیم. قبل از اینکه این موضوع را ترک کنیم، این هم یک کاربرد دیگر از اصل نسبیت برای لذت شما. امروز در آلمان من را به عنوان یک «دانشمند آلمانی» توصیف می‌کنند، و در انگلستان به عنوان یک «یهودی سوئیسی». اگر قرار باشد به عنوان یک شخص منفور معرفی شوم، و برعکس، برای آلمانی‌ها یک «یهودی سوئیسی» و برای انگلیسی‌ها یک «دانشمند آلمانی» خواهم شد.



درباره زمان

بر اساس نظریه نسبیت خاص آینشتاین، زمان دیگر برای همه با سرعت یکسانی نمی‌گذرد: وقتی حرکت می‌کنید، زمان تغییر می‌کند. با این حال، برای اینکه بتوانید این تغییر را متوجه شوید، باید با سرعتی نزدیک به سرعت نور حرکت کنید، و هیچ وسیله‌ای حتی به این حداکثرها نزدیک هم نمی‌شود. اما ذرات زیراتمی این کار را می‌کنند. برخی ذرات که در ارتفاع ۱۰,۰۰۰ متری تشکیل می‌شوند، تنها چند میکروثانیه دوام می‌آورند—عمر کوتاه آن‌ها به آن‌ها اجازه می‌دهد تنها ۶۰۰ متر حرکت کنند قبل از اینکه متلاشی شوند. با این حال، آن‌ها در نزدیکی سطح زمین یافت می‌شوند. نظریه نسبیت این پارادوکس را حل کرد. از نقطه مرجع ما، زمان برای این ذرات کندتر می‌گذرد و در نتیجه، عمر آن‌ها طولانی‌تر می‌شود.

پروفسور آینشتاین، می‌خواهم به این ایده برگردم که زمان و فضا تغییر می‌کنند. به نظر می‌رسد شما گفته‌اید وقتی با سرعت زیاد حرکت می‌کنید، زمان کندتر می‌گذرد. پس اگر به اندازه کافی سریع حرکت کنم، روزهایم طولانی‌تر خواهند شد.

نه بر اساس ساعت شما. اما اگر من به ساعت شما نگاه کنم، می‌بینم که نسبت به ساعتی که در اتاق من است، کندتر کار می‌کند. باید به شما بگویم که این اثر واقعی است، فقط یک تصور در ذهن من یا شما نیست. حالا، همه ما تجربه کرده‌ایم که وقتی خوشحال و راضی هستیم، زمان به نظر کندتر می‌گذرد. این یک پدیده روانشناختی است، نه فیزیکی. تغییر

مبتنی بر نظریه نسبیت در گذر زمان یک پدیده فیزیکی است که می‌توان آن را اندازه گرفت و قبلاً هم اندازه‌گیری شده است.

آیا ممکن است این اثر را بدون ریاضیات پیچیده یا حتی بدون هیچ ریاضیاتی فهمید؟ می‌توانیم یک آزمایش فکری انجام دهیم، آزمایشی که می‌توانیم در ذهن خود اجرا کنیم، اما مطمئن شویم که از قوانین فیزیک پیروی می‌کنیم. و این به هیچ ریاضیاتی نیاز ندارد. تصور کنید که در یک قطار فوق‌العاده سریع هستید که می‌تواند با سرعتی نزدیک به سرعت نور حرکت کند. اگر قطار با سرعت ثابت حرکت کند، همه چیز در داخل آن دقیقاً همان‌طور رفتار می‌کند که وقتی قطار در حال سکون است.

این همان اصل نسبیت شماسست، درست است؟ نمی‌توان سکون را از حرکت یکنواخت تشخیص داد.

درست است. حرکت یکنواخت قابل تشخیص نیست. بیایید با آزمایش فکری خود ادامه دهیم. در نقطه‌ای از شب، وقتی قطار با سرعت مبتنی بر نظریه نسبیت حرکت می‌کند، یک لامپ فلاش که دقیقاً در وسط واگن شما قرار دارد، روشن می‌شود. سپس می‌بینید که نور لامپ به جلو و عقب واگن هم‌زمان می‌رسد.

بله، این واضح است، پروفیسور. چون فلاش در وسط قطار است، نور لامپ در هر دو جهت مسافت یکسانی را طی می‌کند و هم‌زمان به دو انتها می‌رسد.

حالا سعی کنید تصور کنید که من بیرون ایستاده‌ام و با تلسکوپ به قطار نسبیتی شما نگاه می‌کنم. از طریق پنجره واگن شما، حرکت نور را از لامپ فلاش مشاهده می‌کنم. از آنجا که قطار در حال حرکت است، می‌بینم که انتهای عقب واگن به محلی که لامپ فلاش در آن

روشن شده بود، نزدیک‌تر می‌شود. در نتیجه، نور مسافت کمتری را نسبت به نوری که به جلوی واگن می‌رود—که در واقع دورتر شده است—طی می‌کند.

به نظر می‌رسد که ما یک پدیده را متفاوت درک می‌کنیم. آیا اینطور است؟

بله، اما نکته مهم این است که دو رویدادی که برای شما همزمان اتفاق افتادند—رسیدن نور به جلو و عقب واگن شما—از نظر من همزمان رخ ندادند.

وقتی می‌گویید زمان نسبی است، منظورتان دقیقاً همین است؟

بله، اما فراتر از این است. اجازه دهید با یک مثال ساده توضیح دهم. تصور کنید لامپ فلاش در واگن قطار در واقع از سقف آویزان بود و من یک سنسور نور روی کف واگن، دقیقاً زیر فلاش، قرار دادم، به طوری که وقتی نور لامپ به سنسور می‌رسد، باعث می‌شود فلاش دوباره روشن شود. اگر این کار تکرار شود، می‌بینید که می‌توانم از این تنظیمات به عنوان یک ساعت استفاده کنم—تیک‌تیک ساعت شما همان روشن شدن فلاش است.

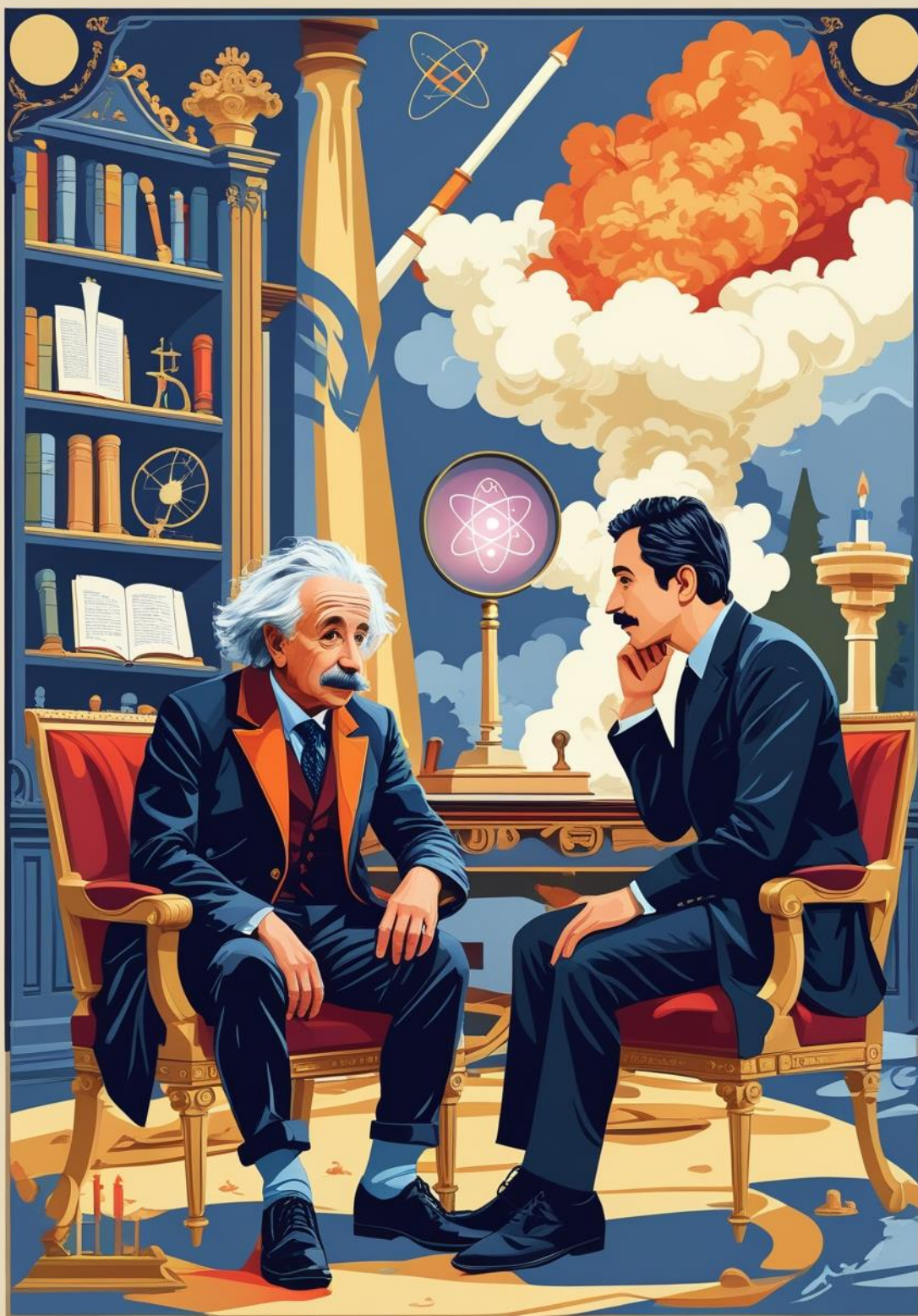
شما می‌خواهید هر دو ناظر زمان خود را با شمارش این چرخه‌ها اندازه‌گیری کنند، درست است؟

درست است. برای شما که در قطار مشاهده می‌کنید، فقط نور لامپ فلاش روی سقف را می‌بینید که مستقیماً به پایین می‌آید تا به سنسور برسد. طول مسیری که نور طی می‌کند، ارتفاع سقف است. اما من می‌بینم تا زمانی که نور به سنسور برسد، سنسور مقداری به جلو حرکت کرده است. مسیر نوری که من می‌بینم طولانی‌تر از مسیری است که شما می‌بینید، بنابراین از نظر من ساعت کندتر کار می‌کند. توجه کنید که ما فقط یک ساعت داریم، اما شما می‌بینید که سریع‌تر تیک می‌زند. زمان برای شما وقتی نسبت به من حرکت می‌کنید، سریع‌تر می‌گذرد.

و شما می‌گویید این یک پدیده واقعی است. فقط مربوط به ساعت خاص شما نیست؟
فقط ساعت هم نیست. ضربان قلب شما کندتر می‌شود، فرآیندهای متابولیک شما زمان
بیشتری می‌برد، و شما با سرعت کمتری پیر می‌شوید.

این یک نوع ماشین زمان است. فقط کافی است مدتی با یک سفینه فضایی سریع سفر کنم و
جوان‌تر بازگردم.

وقتی برگردید، بستگان و دوستان شما سریع‌تر پیر شده‌اند. بله، می‌توانید آن را به عنوان یک
ماشین زمان به آینده تصور کنید.



Al.

ALBERT EINSTEIN

EI

شاهکار

نظریه نسبیت خاص فقط به حرکت با سرعت ثابت در امتداد یک خط مستقیم (آنچه گالیلو آن را حرکت یکنواخت می‌نامید) اعمال می‌شود. اندکی پس از انتشار نظریه خاص، آینشتاین شروع به تلاش برای گسترش آن کرد تا همه انواع حرکت، یکنواخت و شتابدار، را شامل شود. تلاش‌های او در سال ۱۹۱۵ پس از یک دهه کار سخت به ثمر نشست. در این مسیر، او مجبور شد ریاضیات جدیدی بیاموزد و از کمک مارسل گراسمن (Marcel Grossmann)، یکی از دوستان دانشگاهی‌اش که اکنون استاد ریاضیات بود، برای این بخش از تلاش‌هایش استفاده کند. نتیجه، نظریه نسبیت عام بود که دانشمندان آن را بزرگ‌ترین نظریه علمی توسعه‌یافته تاکنون نامیده‌اند. این نظریه به عنوان شاهکار آینشتاین شناخته می‌شود.

پروفسور آینشتاین، چه دستاوردی را بزرگ‌ترین موفقیت خود می‌دانید؟

نظریه نسبیت عام من، تعمیم نظریه خاص برای شامل شدن همه انواع حرکت. این یک نظام جهانی است.

چگونه این نظریه تعمیم نظریه خاص است؟

وقتی نظریه خاص را در نظر می‌گیرید، می‌بینید که هدف آن حوزه‌هایی فراتر از محدوده خود است. چرا قوانین طبیعت فقط در مورد حرکت یکنواخت باید بدون تغییر باقی بمانند؟

قوانین جهان باید کاملاً مستقل از نوع حرکت باشند. پس از توسعه نظریه خاص، من شروع به انجام همین کار کردم—تعمیم آن تا حرکت شتابدار را نیز شامل شود.

چرا حرکت شتابدار در نظریه خاص وجود نداشت؟

نظریه خاص بر این اصل استوار است که حرکت یکنواخت غیرقابل تشخیص است—شما نمی‌توانید از آن آگاه شوید مگر اینکه به یک نقطه مرجع خارجی مراجعه کنید. از طرف دیگر، شما می‌توانید حرکت شتابدار را تشخیص دهید. برای مثال، بلافاصله متوجه می‌شوید وقتی قطار شما شروع به حرکت می‌کند، پیچ می‌خورد یا می‌ایستد، بدون اینکه نیاز به نگاه کردن به بیرون برای یک نقطه مرجع داشته باشید. بنابراین، حرکت شتابدار نسبی نیست و نمی‌تواند در نظریه خاص گنجانده شود. تعمیم نظریه برای شامل شدن آن بسیار دشوار بود. من نمی‌دانستم از کجا شروع کنم.

بله کم کم دارم دشواری را می‌بینم. حرکت شتابدار باید در نسبیت گنجانده شود، اما چون نسبی نیست، نمی‌تواند باشد. در نهایت چگونه این بن‌بست را حل کردید؟

من مجبور بودم به دنبال ویژگی دیگری بگردم که تحت شرایط خاصی غیرقابل تشخیص باقی بماند. انگیزه زیادی برای این کار داشتم، زیرا گسترش نسبیت برای شامل شدن حرکت شتابدار به طور خودکار گرانش را نیز شامل می‌شد، زیرا حرکت تحت گرانش یک حرکت شتابدار است. در سال ۱۹۰۷، هنگام آماده‌کردن یک مقاله جامع درباره نظریه خاص، ناگهان به ذهنم رسید که شخصی که از پشت بام یک خانه سقوط می‌کند، وزن خود را احساس نمی‌کند—یعنی گرانش را احساس نمی‌کند. این خجسته‌ترین فکر زندگی من بود—این باعث شد بفهمم که گرانش نیز نسبی است و به حالت حرکت ناظر بستگی دارد. این فکر مرا به سمت نظریه عام سوق داد.

حالا می‌فهمم که چگونه گرانش می‌تواند نسبی در نظر گرفته شود، زیرا برای کسی که روی زمین است وجود دارد اما برای کسی که به سمت زمین سقوط می‌کند وجود ندارد، همانطور که توضیح دادید. آیا گرانش همان ویژگی است که غیرقابل تشخیص باقی می‌ماند؟

نه فقط گرانش، بلکه شتاب به طور کلی. یک مثال برایتان می‌زنم. گروهی از دانشمندان در یک آزمایشگاه بدون پنجره درون یک فضایی که با شتاب یک g به طور مداوم در حال حرکت است، کار می‌کنند. در این فضایی، دانشمندان بی‌وزن نیستند زیرا با همان نیرویی که گرانش روی زمین به آن‌ها وارد می‌کرد، به کف فضایی فشار داده می‌شوند. اگر یکی از دانشمندان یک یا دو شیء را رها کند، این اشیاء در فضا شناور می‌شوند تا زمانی که با کف آزمایشگاه برخورد کنند، که در جهت آن‌ها شتاب می‌گیرد. از چارچوب مرجع دانشمندان که همراه فضایی حرکت می‌کنند، این اجسام دقیقاً با شتاب یک g به سمت کف آزمایشگاه شتاب می‌گیرند، گویی آزمایشگاه روی زمین است. برای دانشمندان غیرممکن است که به صورت تجربی تشخیص دهند آیا هنوز با شتاب یک g در حال حرکت هستند یا روی زمین هستند. قوانین فیزیک در هر دو حالت یکسان است. شتاب و اثرات گرانش یک پدیده هستند.

آیا نمی‌توانید شتاب را تشخیص دهید اگر فضایی مثلاً با شتاب یک‌سوم g حرکت کند؟ می‌دانید که روی زمین نیستید، درست است؟

بله، اما نمی‌توانید این شتاب را از اثرات گرانش مریخ، که مقدار آن یک‌سوم g است، تشخیص دهید. شتاب ناشی از گرانش به جرم جسم سماوی که نزدیک آن هستید بستگی دارد.

حالا متوجه می‌شوم، پروفیسور. این گرانش زمینی نیست که مهم است، بلکه شتاب ناشی از گرانش نزدیک هر جسم سماوی است.

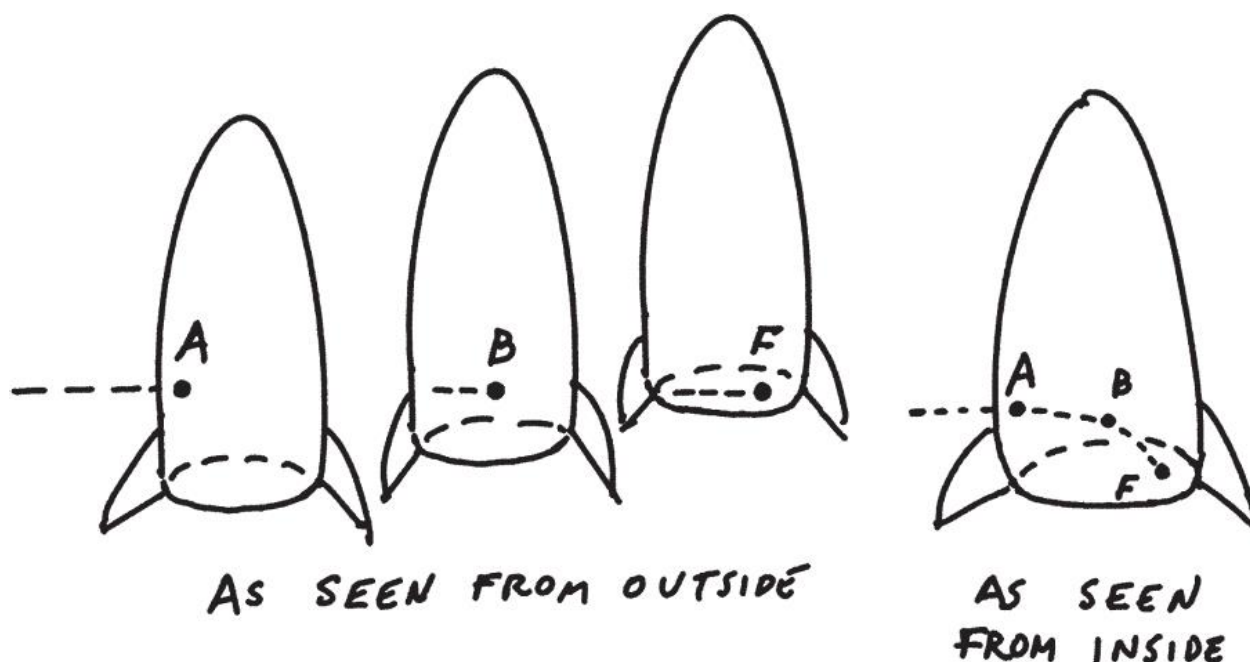
بله، هر مقدار شتاب فضایی از شتاب گرانشی یک جسم خاص غیرقابل تشخیص خواهد بود. این بینش مرا در مسیر نسبیت عام قرار داد. اما این مسیر از آنچه انتظار می‌رفت دشوارتر

بود، زیرا نیازمند دور شدن از هندسه اقلیدسی، که در آن فضا تخت است، به یک هندسه جدید بود که در آن فضا خمیده است. خمیدگی فضا به این معنی است که نور در یک میدان گرانشی به صورت منحنی وار منتشر می‌شود. برای مشاهده این پدیده، به یک میدان گرانشی قوی، مانند میدان تولیدشده توسط خورشید، نیاز است. با این حال، تشخیص آن به ابزارهای بسیار دقیقی نیاز دارد.

خمیدگی فضا چگونه در نظریه مطرح شد؟

معادل بودن گرانش و شتاب می‌تواند شما را به آن برساند. با بازگشت به آزمایشگاه درون فضایی شتابدار، می‌توان دید که اگر دانشمندان مسیر یک پرتو نور را که به صورت افقی از یک سوراخ کوچک در یک طرف فضایی وارد می‌شود بررسی کنند، یک مسیر منحنی را مشاهده می‌کنند. آن را روی پشت این پاکت برایتان ترسیم می‌کنم:

ممکن است برای تجسم آن کمک کند اگر به یک شهاب‌سنگ کوچک فکر کنید که وارد فضایی شتابدار می‌شود. وقتی شهاب‌سنگ ابتدا از سوراخ A وارد می‌شود، فضایی در موقعیت خاصی قرار دارد. لحظه‌ای بعد، وقتی شهاب‌سنگ مسافت کمی به سمت B حرکت کرده است، فضایی از این موقعیت دور شده اما شهاب‌سنگ همچنان در مسیر اصلی خود حرکت می‌کند. از دید شهاب‌سنگ، فضایی به سمت آن شتاب می‌گیرد و کف آزمایشگاه به سمت آن حرکت می‌کند. از دید دانشمندان که روی آن کف ایستاده‌اند، مسیر شهاب‌سنگ خم شده و در نقطه F به کف برخورد می‌کند. همین امر در مورد پرتو نور صادق است: دانشمندان خواهند دید که مسیر پرتو نور خم شده و به کف برخورد می‌کند. از آنجا که شتاب معادل گرانش است، نتیجه می‌گیریم که یک میدان گرانشی نیز مسیر پرتو نور را خم می‌کند. این نتیجه از اهمیت بالایی برخوردار بود زیرا می‌توانست با واقعیت مقایسه شود.

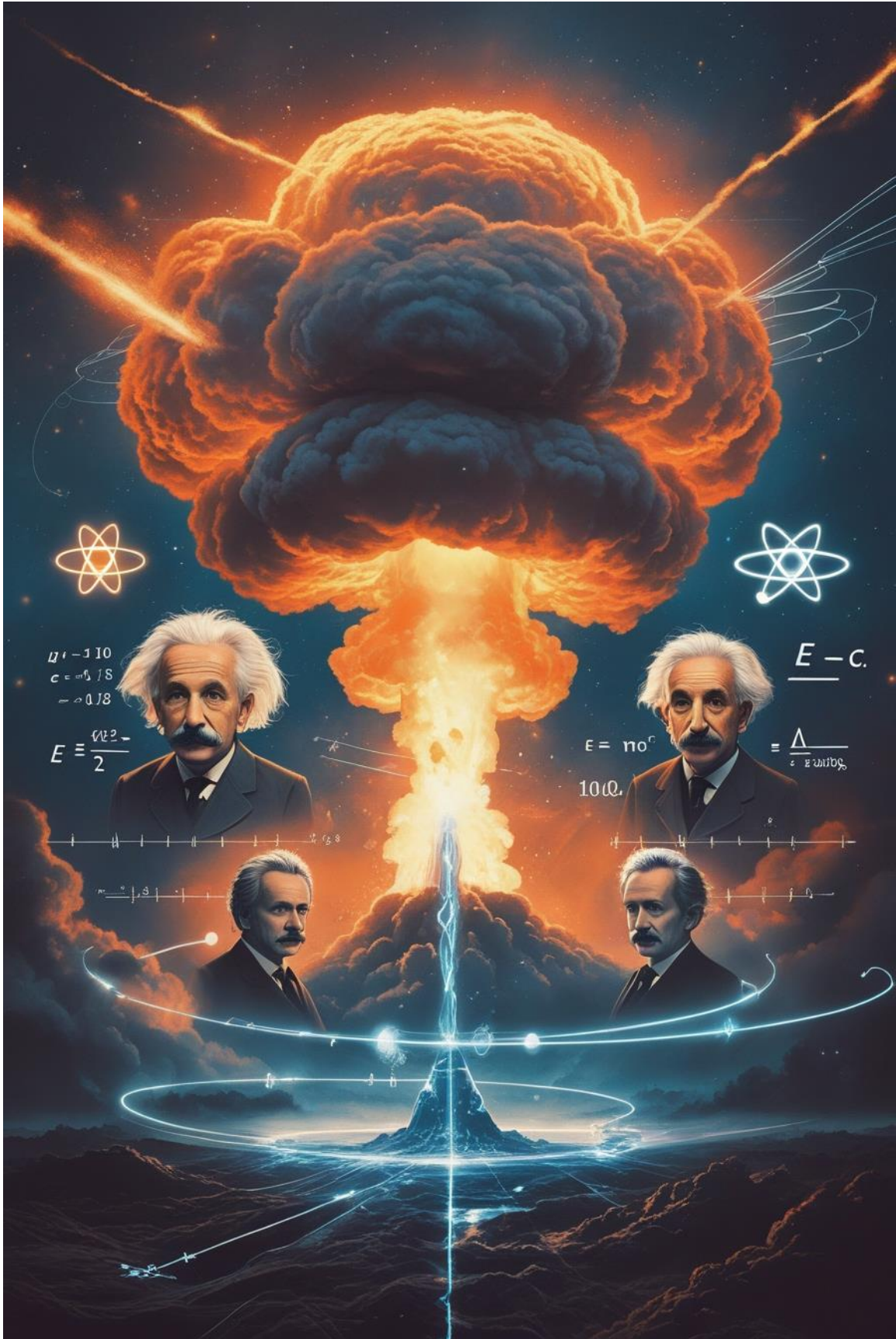


طرح شما واقعاً به درک آن کمک می‌کند. پس پیش‌بینی خمش نور تأیید شد؟

بله، این پیش‌بینی توسط هیئت نجومی بریتانیا در سال ۱۹۱۹ تأیید شد. این اندازه‌گیری آسان نیست، زیرا خمیدگی فضا نزدیک میدان گرانشی زمین بسیار ناچیز است. اما میدان گرانشی خورشید باعث خمیدگی می‌شود که در اصل قابل اندازه‌گیری است. من انحراف کوچک پرتوهای نور از یک ستاره را که از کنار خورشید در یک زاویه کم‌گذر عبور می‌کنند، محاسبه کرده بودم. نور ستاره را می‌توان در طول یک خورشیدگرفتگی مشاهده کرد و به همین دلیل آرتور ادینگتون (Arthur Eddington) در سال ۱۹۱۹ برای اندازه‌گیری آن به غرب آفریقا سفر کرد. او دقیقاً همان مقداری را که محاسبه کرده بودم، به دست آورد.

کشف شما نشان داد که قوانین طبیعت چگونه طراحی شده‌اند. اگر نتایج متفاوت بود و نظریه اشتباه از آب درمی‌آمد، چه می‌گفتید؟

در آن صورت، بسیار متأسف می‌شدم. اما نظریه درست است.



نظریه کوانتومی و واقعیت

اولین مقاله آینشتاین در سال معجزه آسایش، سرآغاز مسیر طولانی توسعه کامل نظریه کوانتومی بود که توسط نیلز بور (۱۸۸۵-۱۹۶۲)، ورنر هایزنبرگ (۱۹۰۱-۱۹۷۶)، اروین شرودینگر (۱۸۸۷-۱۹۶۱) و پل دیراک (۱۹۰۲-۱۹۸۴) در اوایل دهه ۱۹۲۰ به تکامل رسید. آینشتاین هرگز کاملاً فیزیک کوانتومی را نپذیرفت، زیرا این نظریه مبتنی بر احتمالات است، نه قطعیات، و او معتقد بود که روزی با نظریه بهتری جایگزین خواهد شد. امروزه، چندین آزمایش نشان داده‌اند که نظریه کوانتومی به درستی رفتار طبیعت را توصیف می‌کند. با این حال، مشکلاتی در تلفیق فیزیک کوانتومی با نسبیت عام وجود دارد؛ و هر یک از این نظریه‌ها، یا هر دو، ممکن است روزی توسط نظریه جامع‌تری که آن‌ها را یکپارچه می‌کند، جایگزین شوند.

پروفسور آینشتاین، شما قبلاً گفتید که اولین مقاله شما در سال ۱۹۰۵ پایه‌های فیزیک کوانتومی را بنا نهاد. فیزیک کوانتومی چیست؟

فیزیک کوانتومی رفتار اتم‌ها، مولکول‌ها، ذرات زیراتمی و نور را توصیف می‌کند. این فیزیک جهان بسیار کوچک است. در مقابل، نسبیت عام فیزیک جهان بسیار بزرگ، از سنگ‌ها تا سیارات و کهکشان‌هاست. فیزیک کوانتومی از نیاز به توضیح چندین مشاهده مهم درباره رفتار ماده و تابش که با فیزیک نیوتنی قابل توضیح نبودند، توسعه یافت. دلیل اساسی

ناکامی مکانیک نیوتنی در قلمرو اتم این است که جهان به صورت دانه‌دانه (grainy) و گسسته است، نه پیوسته. به عنوان مثال، وقتی تابش را بررسی می‌کنید، متوجه می‌شوید که از بسته‌های بسیار کوچک یا کوانتومی انرژی تشکیل شده است که تقسیم‌ناپذیر هستند. در مورد ماده نیز همین‌طور است: وقتی اتم‌ها یا مولکول‌ها با هم برهم‌کنش می‌کنند و انرژی جذب یا منتشر می‌کنند، این کار را از طریق کوانتوم‌های انرژی انجام می‌دهند. یک اتم نمی‌تواند نیمی از یک کوانتوم انرژی را جذب کند، زیرا چنین چیزی وجود ندارد. فیزیک نیوتنی انتظار دارد جهان پیوسته باشد و به همین دلیل در سطح اتمی با شکست مواجه می‌شود.

پس هم فیزیک کوانتومی و هم نسبیت نشان دادند که فیزیک نیوتنی نادرست است.

نه. فیزیک نیوتنی ناتمام نشان داده شد، نه نادرست. این نظریه هنوز هم برای اجسامی بسیار بزرگ‌تر از اتم‌ها که با سرعت‌های نزدیک به سرعت نور حرکت نمی‌کنند، صحیح است. در واقع، هر دو نظریه کوانتومی و نسبیت در آن اندازه‌ها و سرعت‌ها به فیزیک نیوتنی تبدیل می‌شوند. با این حال، هیچ نظریه‌ای هرگز به طور کامل درست ثابت نشده است. کاملاً ممکن است که روزی نسبیت عام نیز ناقص نشان داده شود – نظریه‌ای که ممکن است جایگزین آن شود، باید آن را دربرگیرد و گسترش دهد، با همان رویکرد. با این حال، من فکر می‌کنم که فیزیک کوانتومی، علیرغم موفقیت‌هایش، رویکرد درستی نیست.

اگر فیزیک کوانتومی رویکرد درستی نیست، آیا نظریه‌ای وجود دارد که بتواند جایگزین آن شود؟

در حال حاضر هیچ نظریه دیگری وجود ندارد که بتواند جایگزین آن شود، و معتقدم توسعه چنین نظریه‌ای زمان زیادی خواهد برد. باید به شما بگویم که من در اقلیت هستم که فیزیک کوانتومی را ناقص می‌دانم. فیزیکدانان بزرگی مانند بور، هایزنبرگ، دیراک، بورن و بسیاری دیگر با من در این مورد مخالف بودند. وقتی بور تحت فشار قرار می‌گرفت، می‌گفت

حتی اگر روزی فیزیک کوانتومی توسط نظریه جامع‌تری جایگزین شود، این نظریه جدید همچنان ویژگی‌های احتمالاتی فیزیک کوانتومی را حفظ خواهد کرد. من با این نظر مخالفم.

اگر حرف شما را درست متوجه شده باشم، شما با ویژگی‌های احتمالاتی فیزیک کوانتومی مخالف هستید. این ویژگی‌ها دقیقاً چه هستند؟

فیزیک کوانتومی یک نمایش ریاضی از اتم یا ساختار آن، یا هر موجودیت فیزیکی دیگری که در فضا و زمان وجود دارد، ارائه نمی‌دهد. کاری که فیزیک کوانتومی انجام می‌دهد، تعیین احتمال یافتن این ذرات در یک مکان خاص، یا در یک حالت خاص از حرکت، هنگام انجام یک اندازه‌گیری است. من هیچ مخالفتی با ساختار منطقی این نظریه ندارم و موفقیت‌های مهم آن را می‌پذیرم. با این حال، این نظریه مانع از آن می‌شود که یک‌باره همه چیزهایی را که می‌خواهیم درباره یک شیء بدانیم، کشف کنیم. نمی‌توان پرسید که یک الکترون کجاست و همزمان با چه سرعتی در یک زمان مشخص حرکت می‌کند. حتی نمی‌توان پرسید که یک الکترون چیست. در فیزیک کوانتومی، این سوالات معنی ندارند. اما می‌توان احتمال یافتن الکترون در یک مکان مشخص را در صورت تلاش برای اندازه‌گیری آن محاسبه کرد. اگر فیزیک کوانتومی درست باشد، هرگز نمی‌توان گذشته یا حال را با قطعیت دانست، چه رسد به محاسبه آینده هر چیزی در جهان. من نمی‌توانم این را بپذیرم. این نظریه چیزهای زیادی به ما می‌دهد، اما فکر نمی‌کنم که واقعاً رازهای خدا را فاش کند. به هر حال، من متقاعد شده‌ام که خدا تاس نمی‌اندازد. معتقدم که فیزیک کوانتومی فقط یک تفسیر موقت از جهان ارائه می‌دهد. فکر می‌کنم روزی مدلی از واقعیت توسعه خواهد یافت که خود اشیا را نمایندگی می‌کند، نه احتمال وجود آن‌ها را.



معادله

انیشتین چند ماه پس از تکمیل مقاله نظریه نسبیت خاص، به معادله معروف $E=mc^2$ دست یافت. در مقاله سه صفحه‌ای شگفت‌انگیز خود - آخرین مقاله از سال پرکارش - نشان داد چگونه معادلات نسبیت دلالت بر این دارند که انرژی دارای جرم است. مدتی بعد نیز توانست ثابت کند که جرم دارای انرژی است. او در آن زمان نوشت: "این نتیجه از اهمیت فوق‌العاده‌ای برخوردار است." اما آیا این معادله درست بود؟ انیشتین تردیدهایی داشت و چند هفته پس از انتشار، در نامه‌ای به دوست صمیمی‌اش کنراد هابیشث نوشت: "خط فکری جالب و مجذوب‌کننده است، اما نمی‌دانم آیا خداوند متعال به این نمی‌خندد و مرا فریب نداده است."

استاد، می‌خواهم به معادله معروف شما $E=mc^2$ بپردازم. پیش‌تر اشاره کردید که این معادله بیان می‌کند انرژی و جرم معادل هستند و می‌توانند به یکدیگر تبدیل شوند. ممکن است مثالی بزنید؟

این معادله می‌گوید جرم یک شیء شکلی از انرژی است و انرژی شکلی از جرم. یک جفت آهنربای معمولی به راحتی این موضوع را نشان می‌دهد. اگر هنگام نگه داشتن آهنرباها، اجازه دهید قطب شمال یکی به سمت قطب جنوب دیگری بیاید، آهنرباها دستان شما را به هم نزدیک می‌کنند. انرژی لازم برای این کار از تبدیل بخشی از جرم دو آهنربا به انرژی حاصل می‌شود. اگر ترازوی بسیار دقیقی داشتید، متوجه می‌شدید وقتی آهنرباها به هم چسبیده‌اند، وزنشان کمی کمتر از زمانی است که جدا هستند. مقدار دقیق این تغییر را می‌توان

با معادله $E=mc^2$ محاسبه کرد. انرژی آزاد شده (E) که در آهنرباها ذخیره شده، برابر است با کاهش جرم (m) ضرب در مجذور سرعت نور (c). از آنجا که سرعت نور عددی بسیار بزرگ است (حدود ۳۰۰,۰۰۰ کیلومتر بر ثانیه)، کاهش ناچیز جرم آهنرباها مقدار قابل توجهی انرژی تولید می‌کند.

اگر ماده حاوی این همه انرژی است، چرا این پدیده تاکنون ناشناخته مانده بود؟

مکانیسم‌های لازم برای آزادسازی انرژی زیاد، مانند آنچه در واکنش‌های هسته‌ای مشاهده می‌شود، کشف نشده بود. تا زمانی که انرژی کافی آزاد نشود، قابل اندازه‌گیری نیست. مانند مرد ثروتمندی که هرگز بخش عمده‌ای از ثروتش را خرج نمی‌کند - کسی نمی‌داند ثروتمند است. این معادله باید به صورت نظری و با استفاده از نظریه نسبیت استنتاج می‌شد.

معادله شما چگونه ساخت بمب اتمی را ممکن کرد؟

این معادله یکی از بسیاری از یافته‌های نظری و تجربی در جستجوی ما برای شناخت ماهیت جهان بود که در ساخت بمب به کار رفت. در واپاشی رادیواکتیو (radioactive disintegration)، وقتی یک اتم به دو اتم تقسیم می‌شود، مقدار نسبتاً زیادی انرژی آزاد می‌شود. خود معادله چیزی درباره چگونگی ایجاد چنین شکافی نمی‌گوید. برای نشان دادن فرآیند واپاشی رادیواکتیو، می‌توانیم دوباره از مثال مرد ثروتمند استفاده کنیم. اتم اولیه که به دو قطعه تقسیم می‌شود، مانند مرد پولداری است که مقدار زیادی پول را مخفی کرده است. وقتی می‌میرد، تمام پولش را به دو فرزندش به شرطی می‌گذارد که بخش کوچکی از ارثیه خود را به جامعه اهدا کنند. در نهایت فرزندان با پول کمتری نسبت به پدرشان باقی می‌مانند، اما مرد آنقدر ثروتمند بود که همان بخش کوچک اهدایی نیز مبلغ قابل توجهی است که اقتصاد محلی را بی‌ثبات می‌کند.

بدون این معادله، ساخت بمب ممکن نبود؟

بله، اما شما به مکانیک کوانتوم و فیزیک هسته‌ای نیز نیاز دارید که پس از این معادله توسعه یافتند.

استاد، آیا این معادله کاربردهای دیگری دارد؟

دستاوردهای پزشکی هسته‌ای کاربرد مستقیم آن هستند. این معادله همچنین توضیح می‌دهد چگونه میلیون‌ها تن هیدروژن که هر ثانیه در هسته خورشید فشرده می‌شوند، بخشی از جرم خود را به انرژی تبدیل می‌کنند که حیات روی زمین را ممکن می‌سازد.



بمب اتمی

"آقای رئیس جمهور، برخی تحقیقات اخیر... من را به این نتیجه رسانده که عنصر اورانیوم می‌تواند در آینده‌ای نزدیک به منبع جدید و مهمی از انرژی تبدیل شود." این جمله آغازین نامه‌ای بود که انیشتین در سال ۱۹۳۹ به رئیس‌جمهور روزولت نوشت و او را ترغیب کرد تا پیش از نازی‌های آلمان، بمب اتمی بسازد. اگرچه در نهایت رویدادهای سیاسی دیگر منجر به آغاز پروژه منهن برای ساخت اولین سلاح اتمی شد، انیشتین عمیقاً از نوشتن این نامه پشیمان بود. او پیش از تهدید نازی‌ها یک صلح‌طلب بود، اما در طول جنگ جهانی دوم به یک "صلح‌طلب مبارز" تبدیل شد و به عنوان مشاور نیروی دریایی آمریکا در مسائل مختلف مربوط به طراحی سلاح و قابلیت‌های انفجاری خدمت کرد. پس از جنگ، او به دیدگاه‌های صلح‌طلبانه قوی‌تر خود بازگشت.

پروفسور انیشتین، اگر می‌دانستید بمب اتمی چگونه استفاده خواهد شد، باز هم آن نامه معروف به رئیس‌جمهور روزولت را می‌نوشتید؟

این سوال برای من دردناک است. اکنون معتقدم که در نوشتن آن نامه اشتباه بزرگی مرتکب شدم. البته دلایلی برای نوشتن آن وجود داشت: ترس از اینکه نازی‌ها زودتر بمب را بسازند. تهدید هیتلر آنقدر وحشتناک بود که من از صلح‌طلبی مطلق خود دست کشیدم.

نامه چگونه و چه زمانی نوشته شد؟

در ژوئیه ۱۹۳۹، فیزیکدان لئو زیلارد (Leo Szilárd) با اخبار نگران‌کننده‌ای درباره حمله قریب‌الوقوع آلمان به بلژیک - کشوری با ذخایر عظیم اورانیوم - به خانه من در پرینستون آمد. ما می‌دانستیم که اورانیوم قابلیت شکافت دارد و با زمان و بودجه کافی می‌توان بمب هسته‌ای قدرتمندی ساخت. در ابتدا زیلارد از من خواست تا به دوستم ملکه الیزابت بلژیک نامه بنویسم. با آگاهی از خطر جدی، بلافاصله موافقت کردم و در عرض چند روز

پیش‌نویسی از این نامه را به زیلارد دادم. او بعداً با فیزیکدان ادوارد تلر (Edward Teller) بازگشت و پیش‌نویس جدیدی که برای رئیس‌جمهور روزولت نوشته بود را به من داد. من از پیش‌نویس زیلارد خوشم نیامد و تصمیم گرفتم پیش‌نویس دیگری را به تلر دیکته کنم. زیلارد بعداً دو نسخه از این نامه را نوشت و برای تأیید به من فرستاد. من هر دو را امضا کردم. نسخه طولانی‌تر در اکتبر به رئیس‌جمهور تحویل داده شد.

شما بخشی از پروژه منهن که بمب را ساخت نبودید. آیا از شما دعوت به همکاری شد؟

مشارکت من در ساخت بمب با آن نامه به رئیس‌جمهور پایان یافت. به جای اقدام فوری، نامه من منجر به تشکیل کمیته‌ای برای مطالعه این موضوع شد. رئیس‌جمهور از من خواست که در آن کمیته خدمت کنم، اما من رد کردم. وقتی پروژه منهن بلافاصله پس از پرل هاربر تأسیس شد، از من برای مشارکت دعوت نشد. اگر چنین دعوتی می‌شد، آن را نیز رد می‌کردم.

شما قبلاً گفتید که به دلیل تهدید نازی‌ها مجبور شدید از دیدگاه‌های صلح‌طلبانه خود دست بکشید. آیا پس از جنگ جهانی دوم به این دیدگاه‌ها بازگشتید؟

بله. احساس صلح‌طلبی من اکتسابی نبود، بلکه غریزی و ذاتی بود. من معتقدم کشتن انسان‌ها در جنگ چیزی بهتر از قتل عادی نیست. قبل از جنگ جهانی دوم، به شدت اعلام کرده بودم که از انجام هرگونه خدمت جنگی خودداری خواهم کرد و گفته بودم که سعی خواهم کرد دوستانم را نیز متقاعد کنم که همین موضع را اتخاذ کنند، صرف نظر از جنگ. آن زمان معتقد بودم که اگر تنها ۲ درصد از کسانی که به جنگ فراخوانده می‌شوند خود را معترض وجدانی اعلام کنند و در عین حال خواستار حل صلح‌آمیز تمام اختلافات باشند، جنگ‌ها پایان خواهند یافت. البته این سال‌ها قبل از ظهور هیتلر بود. اگر می‌دانستم که نازی‌ها در ساخت بمب موفق خواهند شد، هرگز آن نامه به رئیس‌جمهور را امضا نمی‌کردم. پس از جنگ،

خیلی زود به دیدگاه‌های صلح‌طلبانه خود بازگشتم و اغلب علیه گسترش سلاح‌های هسته‌ای سخن گفته‌ام. من یک صلح‌طلب متعهد اما نه مطلق هستم - این بدان معناست که من مخالف استفاده از زور در هر شرایطی هستم، مگر در مواجهه با دشمنی که نابودی زندگی را به عنوان هدف نهایی خود دنبال می‌کند.

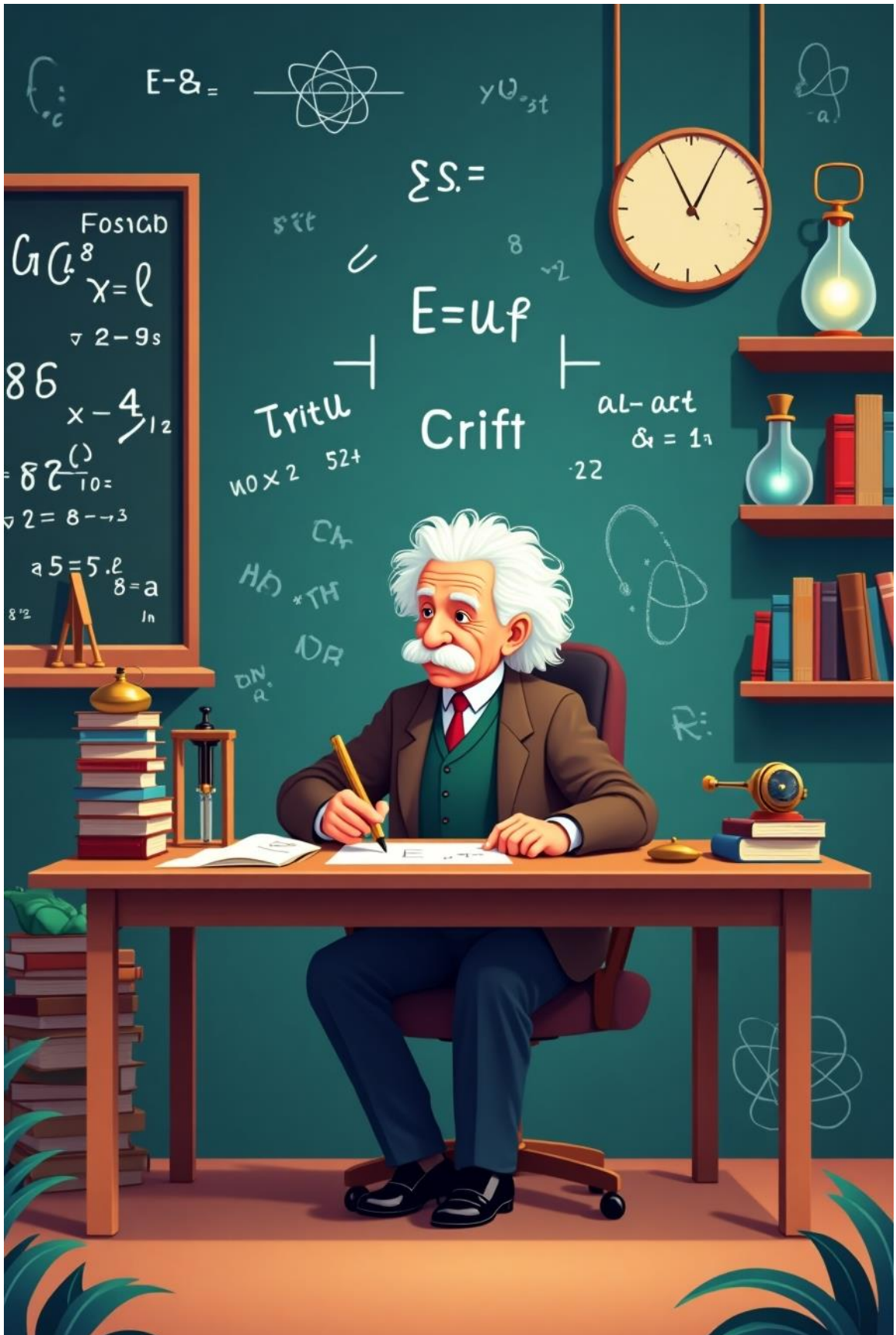
هنگامی که یاد گرفتیم چگونه سلاح‌های هسته‌ای بسازیم، راه بازگشتی وجود نداشت - جن از بطری بیرون آمده بود. چگونه می‌توانیم مانع از دستیابی دیگر کشورها به بمب شویم؟ این احتمالاً غیرممکن است. آنچه باید تغییر کند، سیاست‌های کشورهای قدرتمند است. ما از جنگی جهانی خارج شدیم که در آن مجبور به تحمل روش‌های غیراخلاقی و شرم‌آور دشمن بودیم. نازی‌ها بمباران مراکز غیرنظامی را آغاز کردند و ژاپنی‌ها نیز همین کار را انجام دادند. متفقین سپس مجبور شدند به همین شیوه و حتی مؤثرتر پاسخ دهند. با این حال، پس از جنگ، به جای احیای تقدس زندگی انسان و امنیت غیرنظامیان بی‌گناه، ما همچنان به استانداردهای پایین درگیری‌های فعلی خود تنزل داده‌ایم. این سیاست تنها خصومت ایجاد می‌کند و خطر جنگ را افزایش می‌دهد. من نمی‌دانم در جنگ جهانی سوم چگونه زد و خورد خواهد شد، اما می‌توانم به شما بگویم که در جنگ جهانی چهارم از چه چیزی استفاده خواهند کرد - سنگ! [به عبارت دیگر بازگشت به عصر حجر.م]

آیا برای هر کشوری داشتن سلاح‌های هسته‌ای توجیه‌پذیر است؟

ایالات متحده و سایر کشورهای صنعتی که اکنون بمب را در اختیار دارند، توافق کرده‌اند که تنها به عنوان بازدارنده از آن استفاده کنند. من معتقدم که این سیاست درستی است. در اختیار داشتن بمب بدون تعهد به عدم استفاده یکجانبه، سوءاستفاده از بمب برای اهداف سیاسی است که تنها هدف آن ایجاد ترس در دشمن است.

آیا فکر می‌کنید بشریت قادر به بقا در این عصر اتمی خواهد بود؟

کشف انرژی اتمی لزوماً نباید منجر به نابودی جهان شود، همانطور که کشف آتش این کار را نکرد. اگر همه توان خود را برای جلوگیری از سوءاستفاده و گسترش سلاح‌های اتمی به کار ببریم، بشریت زنده خواهد ماند. اما اگر همه تلاش‌ها شکست بخورد و انسان‌ها خود را نابود کنند، جهان حتی یک قطره اشک برای آنها نخواهد ریخت.



کار ناتمام

"پس از دو سال جستجوی بی‌وقفه، اکنون باور دارم که رامحل واقعی را یافته‌ام." آینشتاین در سال ۱۹۲۵ با اشاره به نظریه جدید میدان واحد خود — نظریه‌ای که همه نیروهای طبیعت را در بر می‌گیرد — این جمله را نوشت. این اظهارنظر مشتاقانه، خوش‌بینانه‌تر از حد واقعیت بود و او بعدها اعتراف کرد که پس از بررسی دقیق‌تر، رامحل واقعی در دسترس نبوده است. آینشتاین ۳۰ سال پایانی عمرش را بی‌وقفه صرف این جستجو برای یافتن نظریه واحد کرد. در روز یکشنبه، ۱۷ آوریل ۱۹۵۵، پس از احساس بهبودی نسبی پس از آنوریسمی (aneurysm) که چهارشنبه قبل به آن مبتلا شده بود، او دفترچه یادداشتش خواست و محاسباتش را ادامه داد. او چند ساعت بعد، در ساعت یک بامداد روز دوشنبه، چشم از جهان فرو بست.

پروفسور آینشتاین، آیا کشفی هست که آرزو می‌کردید به آن دست یابید، جام مقدسی که از چنگتان در رفت؟

جستجوی من برای یافتن نظریه واحد همه میدان‌ها — نظریه‌ای واحد که بتواند ماهیت جهان را توصیف کند — هدف همیشگی زندگی من بوده است. من متقاعد شده‌ام که این وحدت روزی محقق خواهد شد، زیرا نمی‌توانم این ایده را بپذیرم که طبیعت از طریق میدان‌های جداگانه‌ای که هیچ ارتباطی با هم ندارند عمل می‌کند. الکترومغناطیس، گرانش و ماده باید به طور طبیعی از این نظریه میدان واحد نتیجه بگیرند.

می‌ترسم اهمیت این وحدت را به طور کامل درک نکنم. چرا باید میدان‌ها متحد شوند؟ چرا طبیعت نمی‌تواند میدان‌های مختلفی داشته باشد؟

هر نظریه میدان به تنهایی ناقص است. علاوه بر این، نظریه‌های فردی فیزیک دارای ناسازگاری‌های ظریفی هستند. از نظر تاریخی، هر زمان که نظریه‌های جداگانه با هم ترکیب شده‌اند، این ناسازگاری‌ها برطرف شده‌اند. بازنویسی الکترومغناطیس ماکسول در پرتو اصل نسبیت، دیدگاه ناسازگار حرکت مطلق را که با مکانیک نیوتن داشت، از بین برد. فیزیک کوانتومی و نسبیت عام دیدگاه‌های ناسازگاری در مورد واقعیت ارائه می‌دهند. هر دو نمی‌توانند درست باشند، و نظریه‌ای که آن‌ها را متحد کند باید این ناسازگاری را حل کند. من معتقدم که میدان‌های متمایزی که امروز داریم، تجلی یک میدان واحد و سازگار هستند که دوست دارم آن را کشف کنم.

پس در آن صورت می‌فهمیم که همه چیز در طبیعت چگونه کار می‌کند.

نه در هر جزئیات منفردی، اما از نظر گاه بسیار کلی، بله. می‌فهمیم که چرا گرانش این‌گونه است، می‌بینیم که همه ویژگی‌های الکترون و پروتون از کجا می‌آیند و چرا یکدیگر را جذب یا دفع می‌کنند. همه برهمکنش‌ها در طبیعت را درک می‌کنیم و می‌بینیم که چگونه همه آنچه را که در جهان مشاهده می‌کنیم ممکن می‌سازند.

می‌توانید ایده‌ای از روش کار خود به من بدهید؟

ایده کلی من این بود که نسبیت عام را گسترش دهم تا همه میدان‌های دیگر را در بر بگیرد و در نتیجه نظریه‌ای از هندسه محض ایجاد کند که همه ماده را شامل شود. ذرات مادی مانند الکترون‌ها، اعوجاج‌های کوچکی در فضا و زمان خواهند بود، مانند چین‌وچروک‌های یک تکه پارچه. این نظریه مشکل درک این موضوع را حل می‌کند که چگونه یک الکترون می‌تواند یک ذره نقطه‌ای بدون بعد در فضا باشد، همانطور که نظریه کوانتومی می‌گوید.

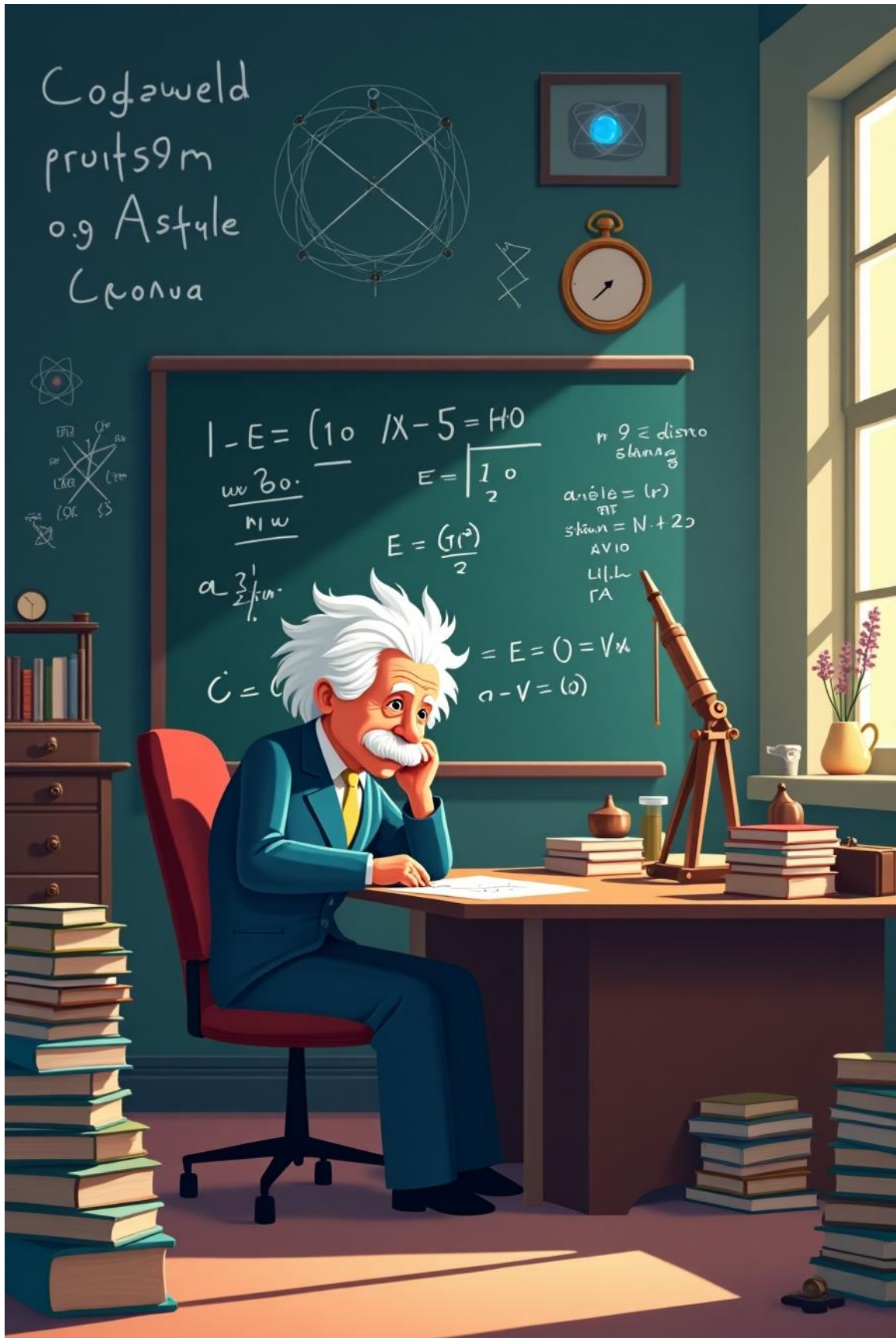
وقتی اولین نظریه واحد خود را با این روش توسعه دادم، متوجه شدم که ویژگی‌ای دارد که در آن زمان درک نکرده بودم: این نظریه وجود ذرات آینه‌ای الکترون و پروتون را پیش‌بینی می‌کرد. دیراک (Dirac) چند سال بعد با روشی متفاوت این ذرات آینه‌ای را پیش‌بینی کرد. این ذرات مدتی بعد کشف شدند و امروزه به عنوان پادماده (antimatter) شناخته می‌شوند. عدم درک این ویژگی در نظریه من یکی از بزرگترین اشتباهاتم بود.

آیا آن روش اول شما درست بود؟

نه. حتی اگر وجود پادماده را به درستی پیش‌بینی کرده بود، جرم و بار الکترون و پروتون را پیش‌بینی نکرد و مجبور شدم آن را کنار بگذارم. سال‌ها بعد، پس از بسیاری از تلاش‌های ناموفق دیگر، به این اولین تلاش بازگشتم و آن را گسترش دادم. از آن زمان به بعد به کار روی آن ادامه دادم. در نتیجه، اولین تلاش من آخرین تلاشم نیز هست، اگرچه هنوز کامل نشده است.

آیا فکر می‌کنید این نظریه جدید، وقتی کامل شود، همان نظریه واحد خواهد بود؟

من چنین اعتقادی دارم، اما همکارانم مخالفند. در مقایسه با تحولات اخیر در فیزیک، تلاش‌های من قدیمی به نظر می‌رسد، زیرا ثابت کوانتومی را شامل نمی‌شود. اما وقتی این مد آماري فعلی در فیزیک بگذرد و به دیدگاه جبری بازگردیم — که من معتقدم درست است — این نظریه نقطه شروع وحدت کامل فیزیک خواهد بود. آنچه واقعاً برایم جالب است این است که آیا خدا می‌توانست جهان را متفاوت بسازد — به عبارت دیگر، آیا نیاز به سادگی منطقی هیچ آزادی باقی می‌گذارد یا خیر. با این حال، ممکن است که من در مسیر اشتباهی باشم. چه کسی می‌داند، شاید او کمی شیطنت‌آمیز رفتار کند.



اندیشیدن با تصاویر

یکی از همکاران آینشتاین، فیزیکدانی بنام بنش هوفمان (Banesh Hoffmann)، تعریف کرده است که همکاری با آینشتاین چگونه بود. او و لئوپولد اینفلد (Leopold Infeld) در سال ۱۹۳۷ با این نابغه بزرگ همکاری می‌کردند، زمانی که او در تلاش بود نظریه نسبیت عام خود را به حوزه الکترومغناطیس گسترش دهد. هوفمان در زندگینامه معتبر خود نوشته است که وقتی در تحقیقاتشان به مانعی برمی‌خوردند، آینشتاین به سادگی بلند می‌شد و اعلام می‌کرد که می‌خواهد کمی فکر کند. سپس چند دقیقه در اتاق قدم می‌زد و رشته‌ای از موهای پرپشتش را دور انگشتش می‌پیچاند. ناگهان چهره‌اش روشن می‌شد و با لبخند رامحل را به آنها نشان می‌داد. چه فرآیندی در اعماق مغز آینشتاین رخ می‌داد؟

پروفسور آینشتاین، به عنوان یک فیزیکدان نظری، تمام دستاوردهای فوق‌العاده شما در علم از طریق تفکر حاصل شده است. آیا از شیوه تفکر خود آگاه هستید؟ آیا چیزی خاص در مغز شما اتفاق می‌افتاد که این کشفیات را ممکن می‌ساخت؟

پاسخ به این سوال غیرممکن است، اما این پرسش مدتهاست که مرا مجذوب خود کرده و به همین دلیل سعی می‌کنم توضیح دهم - با این هشدار واضح که نه من و نه هیچکس دیگر هرگز نخواهیم دانست که آیا پاسخ صحیح است یا خیر. شیوه تفکر من حاصل رشد خاص تمرکز ذهنی‌ام است - از مسائل موقت و شخصی تا درک ذهنی از طبیعت.

در مورد شما، آیا این رشد هدایت شده بود یا تصادفی؟

من حدس می‌زنم ترکیبی از آنچه محیط ارائه می‌داد و نحوه پیشرفتی که من می‌خواستم، بود. فرد با توانایی‌های خاصی متولد می‌شود، محیط ورودی‌هایی فراهم می‌کند و فرد انتخاب‌هایی انجام می‌دهد.

و در مورد شما، این رشد هدایت شده به شیوه منحصر به فردی از تفکر منجر شد؟

این به شیوه تفکر من منجر شد.

اگر ممکن است پیرسم، شیوه تفکر شما چیست؟

من تمایل دارم با تصاویر حافظه فکر کنم: تصاویری که در پاسخ به محرک‌های حسی در ذهن شکل می‌گیرند. با این حال، واقعاً معتقدم که تشکیل چنین تصاویری را هنوز نمی‌توان تفکر نامید - حتی زمانی که تشکیل یک تصویر، تصویر دیگری را فرا می‌خواند و این یکی تصویر سومی را در یک سری به وجود می‌آورد. تفکر واقعی تنها زمانی اتفاق می‌افتد که تکرار این تصاویر در شرایط مختلف به یک مفهوم تبدیل شود - تعمیم تصاویر مختلف به یک ایده انتزاعی. یک کودک مفهوم "مایع" را زمانی شکل می‌دهد که انواع موادی را تجربه می‌کند که می‌توانند ریخته یا نوشیده شوند. باید دوباره احتیاط کرد، زیرا همه مفاهیم را نمی‌توان از طریق تصاویر شکل داد. مثلاً مفهوم حقیقت با توصیف من مطابقت ندارد. چنین مفهومی تنها زمانی در ذهن ما شکل می‌گیرد که ما با توجه به قوانین بازی به توافق برسیم.

به نظر شما نقش زبان در فرمول‌بندی افکار چیست؟

من فکر نمی‌کنم بیان یک مفهوم در قالب کلمات ضروری باشد. واضح است که وقتی این اتفاق می‌افتد، فکر قابل انتقال است. با این حال، برای من روشن است که تفکر بدون استفاده از کلمات اتفاق می‌افتد. اگر اینطور نبود، آن احساس خودجوش شگفتی که گهگاه همه ما تجربه می‌کنیم، رخ نمی‌داد. ما زمانی شگفت‌زده می‌شویم که با چیزی مواجه می‌شویم که با

مجموعه مفاهیم پذیرفته شده ما در تضاد است. اگر این تضاد به اندازه کافی قوی باشد، ممکن است بر جهان مفاهیم ما تأثیر بگذارد و در نهایت بخشی از آن شود. به این ترتیب، جهان فکری ما رشد می‌کند، به عنوان یک فرار بی‌وقفه از شگفتی. من این نوع شگفتی را زمانی که چهار یا پنج ساله بودم تجربه کردم. پدرم یک قطب‌نما به من داد و من مجذوب رفتار سوزن شدم. این رفتار با جهان مفاهیم من سازگار نبود. حل نهایی من از این تعارض به رشد جهان مفاهیم من کمک کرد.

در چه مرحله‌ای از توسعه نظریه‌های شما تصاویر شروع به ایفای نقش مهمی کردند؟

در مراحل اولیه. به عنوان مثال، توسعه نظریه نسبیت خاص با این تلاش من شروع شد که تصور کنم اگر بخواهم یک پرتو نور را با همان سرعت نور دنبال کنم، چه اتفاقی می‌افتد. من باید می‌توانستم نوسانات نور را در حالت سکون در مقابل خودم مشاهده کنم. وقتی الکترومغناطیس ماکسول را که رفتار نور را کنترل می‌کند، مطالعه کردم، یاد گرفتم که فیزیک چنین پرتو ساکنی را نمی‌پذیرد. یک تضاد در ذهن من شکل گرفت. حل این تضاد ده سال بعد با توسعه نظریه [نسبیت] خاص من اتفاق افتاد.

پس در مورد قطب‌نما، این تعارض زمانی به جهان افکار شما اضافه شد که درباره مغناطیس یاد گرفتید. اما در مورد پرتو نور، توضیحی وجود نداشت و شما مجبور بودید آن را توسعه دهید. حل شما از این تعارض به نظریه نسبیت منجر شد. آیا افکار شما را به درستی درک کرده‌ام؟

بله. این خلاصه خوبی است.



باورهای مذهبی

آلبرت آینشتاین گفته است که فردی عمیقاً مذهبی بوده است. با این حال، او یک جهان‌بینی مذهبی غیرمتعارف داشت که در چندین مقاله درباره رابطه بین دین و علم بیان کرده است. او همچنین باورهای مذهبی خود را در نامه‌هایی به دوستانش و به چند نفر از تحسین‌کنندگان که از او در مورد خدا، دعا و مذهب نظرخواهی کرده بودند، مورد بحث قرار داد. پاسخ‌های خاص و گاهی رنگارنگ آینشتاین اغلب خارج از متن نقل شده‌اند. در مورد اشاره‌های مکرر او به خدا، این اظهارات گاهی به اشتباه در حمایت از یک دیدگاه مذهبی یا دیگری تفسیر شده‌اند. با این حال، آینشتاین در مورد آنچه به آن اعتقاد داشت و خدای او چه کسی بود، قاطع و روشن بود.

پروفسور آینشتاین، در چند مورد در طول گفتگوی ما، شما به عنوان خالق جهان به خدا اشاره کرده‌اید. آیا به خدا اعتقاد دارید؟

من به خدایی اعتقاد دارم که خود را در هارمونی منظم آنچه وجود دارد آشکار می‌کند، نه خدایی که به سرنوشت و اعمال انسان‌ها می‌پردازد. من معتقدم که قوانین طبیعت وجود روحی را نشان می‌دهند که به طور گسترده‌ای برتر از انسان است و در مقابل آن، ما با توانایی‌های محدودمان باید احساس فروتنی کنیم. من به خدای شخصی اعتقاد ندارم، خدایی که ما را برای اعمال خوب یا بدمان پاداش یا مجازات می‌کند. فکر می‌کنم این ایده ساده‌لوحانه است.

پس این روح برتر خالق جهان است؟

بله. یک روح به شدت برتر، جهان و قوانین آن را خلق کرده است. من از طریق کارم، از اینکه نگاهی اجمالی به معماری شگفت‌انگیز و مرموز جهان او داشته‌ام، راضی هستم.

اما اگر به خدای شخصی اعتقاد ندارید، فرض می‌کنم که فرد مذهبی نیستید.

برعکس: من عمیقاً مذهبی هستم. اما من به هیچ دین سازمان‌یافته‌ای تعلق ندارم و به آن اعتقاد ندارم و به جاودانگی انسان‌ها اعتقاد ندارم. دین من شامل آگاهی از وجود هماهنگی و زیبایی بسیار باشکوه در طبیعت است. برای من، مذهبی بودن احساس یک هیجان عمیق در کشف اسرار طبیعت و در تحسین عمیق خالق جهان است. این بسیار متفاوت از تعلیماتی است که توسط ادیان سازمان‌یافته جهان انجام می‌شود. تعلیمات برخلاف چیزی است که مذهبی بودن برای من معنی می‌دهد.

چرا مفهوم خدای شخصی را ساده‌لوحانه می‌دانید؟

این یک ایده ابتدایی است. این اولین مرحله در توسعه مذهب در انسان است و برای آرام کردن ترس‌های جوامع ابتدایی ایجاد شده است: ترس از گرسنگی، بیماری، حیوانات وحشی و مرگ. یک مرحله پیشرفته‌تر اما هنوز ابتدایی از تمایل ما به عشق و پرورش با خدایی که پاداش و مجازات می‌کند، ناشی می‌شود. اینجاست که ایده‌های بهشت و جهنم سرچشمه می‌گیرند. خدایی که شرارت را مجازات می‌کند و خوبی را پاداش می‌دهد، خدایی انسان‌گونه با ویژگی‌های انسانی است. من این ایده‌ها را ابتدایی و ساده‌لوحانه می‌دانم.

به کسانی که ادعا می‌کنند شما یک بی‌خدا هستید چون به خدای شخصی اعتقاد ندارید، یا کسانی که می‌گویند شما در واقع یک همه‌خداپرست هستید چون خدای شما در واقع طبیعت است، چه پاسخی می‌دهید؟

من هیچ‌کدام نیستم. من معتقدم که یک خالق واحد برای جهان وجود دارد. اعتقاد من از همان کشفی ناشی می‌شود که یک کودک هنگام مواجهه با یک کتابخانه بزرگ برای اولین بار

انجام می‌دهد. کودک از ثروت اطلاعات موجود در همه آن کتاب‌ها شگفت‌زده می‌شود، و حتی اگر قادر به درک تمام آنچه کتاب‌ها می‌گویند نباشد، می‌داند که کسی باید آن‌ها را نوشته باشد. احساس مشابهی حتی به باسوادترین و باهوش‌ترین افراد زمانی دست می‌دهد که وحدت و نظم قوانین طبیعت را کشف می‌کنند. اگرچه ممکن است این قوانین را درک نکنند، اما می‌دانند که کسی باید آن‌ها را خلق کرده باشد. احترام و تحسین برای خالق این هارمونی شگفت‌انگیز چیزی است که من آن را دین کیهانی می‌نامم، که پیشرفته‌ترین مرحله در توسعه یک احساس مذهبی است.

آیا فکر می‌کنید دین و علم با هم سازگار هستند؟

به نظر من، دین سازمان‌یافته و دگماتیک، با خدایی که در رویدادهای طبیعت دخالت می‌کند، با عقلانیت علم در تضاد است. علم هیچ استفاده‌ای از این دین ابتدایی ترس ندارد. با این حال، دین کیهانی، احساس مذهبی بدون دگم و بدون خدایی با ویژگی‌های انسانی، با علم در تضاد نیست. من معتقدم که دین کیهانی و علم مکمل یکدیگر هستند. علاوه بر این، فکر می‌کنم برای دانشمندان و هنرمندان بسیار مهم است که این احساس مذهبی کیهانی را در خود بیدار کنند و آن را زنده نگه دارند. در واقع، من معتقدم که احساس مذهبی کیهانی قوی‌ترین و والاترین انگیزه برای پژوهش علمی است.



پدر و پسران

آینشتاین و همسر اولش میلوا سه فرزند داشتند: دختری به نام لیزرل که قبل از ازدواجشان به دنیا آمد، و دو پسر به نام‌های هانس آلبرت و ادوارد. هانس آلبرت استاد دانشگاه در برکلی شد. ادوارد، پسری با استعداد، به اسکیزوفرنی مبتلا شد و در ۲۳ سالگی تا پایان عمر در بیمارستان روانی بستری شد. سرنوشت لیزرل نامعلوم است؛ احتمالاً به فرزندی پذیرفته شده بود. آینشتاین پدری مهربان ولی پرمشغله بود که حتی در خانه نیز کار می‌کرد. پس از جدایی آینشتاین و میلوا در سال ۱۹۱۴، رابطه او با پسرانش دوره‌هایی از تنش و محبت را طی کرد.

پروفسور، درباره کارهایتان و دیدگاه‌هایتان در مورد جنگ و بمب اتمی صحبت کردیم. حالا مایلیم به جنبه دیگری از زندگی شما بپردازم. ممکن است درباره زندگی شخصی‌تان هم کمی برایمان بگویید؟

با من، هر صدا به سمفونی تبدیل می‌شود. مطمئنم تفاوت زیادی بین آنچه هستم و آنچه مردم فکر می‌کنم هستم، وجود دارد. اما تا حدی این علاقه گسترده به زندگی افرادی مثل من که بدشانشی قرار گرفتن در کانون توجه عموم را داشته‌اند را درک می‌کنم. به همین دلیل، با کمی ناراحتی به سوالات شما پاسخ خواهم داد.

متشکرم پروفیسور. می‌خواهم درباره فرزندانان بپرسم. آیا هیچ‌یک از آنها راه شما را ادامه دادند؟

نه. هیچ‌کدام از فرزندانم فیزیکدان نشدند، اما هانس آلبرت استاد برجسته مهندسی هیدرولیک در برکلی بود. او ذهن خوبی داشت و می‌توانست فیزیکدان خوبی شود، اما والدین شغل فرزندانان را انتخاب نمی‌کنند.

پسر کوچک‌ترتان، ادوارد چطور؟

ادوارد مشکلات سلامتی جدی داشت که مانع رشد کامل او شد. او ذهنی برتر داشت و خیلی زود خواندن را خودش یاد گرفت. در پنج سالگی می‌توانست عددها را ضرب و تقسیم کند. مشکلات روانی او را از یک حرفه درخشان در پزشکی یا علم محروم کرد.

با این زندگی فوق‌العاده پرمشغله، حتماً برقراری تعادل بین کار و زندگی خانوادگی برایتان دشوار بوده است.

بله. این یکی از قابل‌تأسف‌ترین پیامدهای زندگی علمی من بود. هانس آلبرت کمی قبل از شروع تمام کارهایم در سال ۱۹۰۵ - سال اول تولدش - به دنیا آمد. یک بار همسر مرا سرزنش کرد وقتی دید در حالی که آلبرت کوچک را روی زانویم تکان می‌دهم، در دفترچه‌ام محاسباتی انجام می‌دهم. البته فکر نمی‌کنم پسر من از این موضوع ناراحت شده باشد.

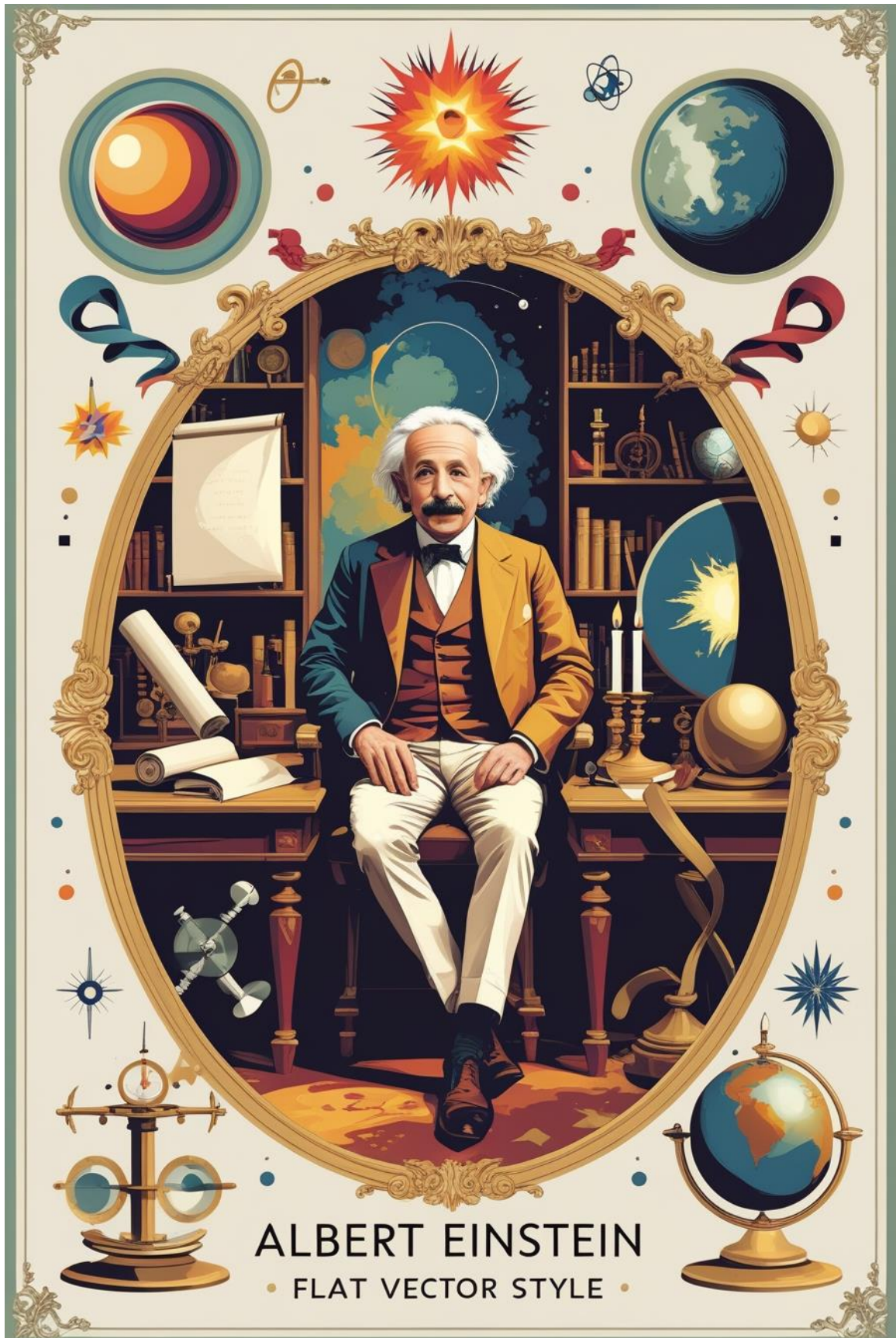
آیا به فرزندانان ریاضیات را به طور ویژه آموزش دادید؟ در تکالیف مدرسه به آنها کمک می‌کردید؟

با اینکه بسیار دوست داشتم به آلبرت ریاضی یاد بدهم، زندگی جداگانه ما این امکان را نمی‌داد. او درست در همان سنی که من بودم به هندسه علاقه پیدا کرد که بی‌نهایت از این

بابت خوشحال شدم. مادرش به او درس می‌داد و مسئله می‌داد. در مورد تکالیف مدرسه، پسران به اندازه کافی باهوش بودند که خودشان از پس آن بربایند.

گفتید پسران هانس آلبرت مثل شما استاد دانشگاه شد. رابطه نزدیکی با او داشتید؟

لحظات آرام مشترکمان کم و محدود بود. در سال‌های اقامتم در برلین، فرصت داشتیم برای پیاده‌روی یا قایق‌سواری که هر دو دوست داشتیم، با هم باشیم. وقتی بزرگ شد، جنگ و مشغله‌هایمان باعث جدایی ما شد. مشتاق بودم وقت بیشتری با او بگذرانم، اما چنین فرصت‌هایی به ندرت پیش می‌آمد. خودم را با این خوشحالی تسلی می‌دادم که پسری دارم که مهم‌ترین ویژگی شخصیت من را به ارث برده است: توانایی فراتر رفتن از یک زندگی معمولی با سال‌ها فداکاری برای یک هدف غیر شخصی.



زنان در زندگی آینشتاین

وقتی خواهر آینشتاین مایا به دنیا آمد، آلبرت کوچولو که آن زمان دو سال داشت، فکر کرد نوزاد یک اسباببازی جدید است و از مادرش پرسید چرخ‌هایش کجاست. مایا در سال ۱۹۵۱ در خانه برادرش در پرینستون که در سال ۱۹۳۹ پس از فرار از نازی‌ها به آنجا نقل مکان کرده بود، در اثر تصلب شرایین مغزی درگذشت. آینشتاین معمولاً در برابر مرگ عزیزانش واکنش آشکاری نشان نمی‌داد، اما پس از مرگ مایا به دوستی گفت که بیشتر از آنچه تصور می‌کرد، دلتنگ اوست.

آینشتاین دو بار ازدواج کرد: اول با میلووا ماریچ، فیزیکدانی اهل صربستان که همکلاسی او در زوریخ بود و شخصیتی مالیخولیایی و تا حدی مشکل‌دار داشت، و سپس در دهه چهل زندگی‌اش با دخترخاله اش السا لوونتال ازدواج کرد.

پروفسور، آیا خواهر و برادر دیگری داشتید؟

فقط یک خواهر داشتم، مایای عزیز.

با او صمیمی بودید؟

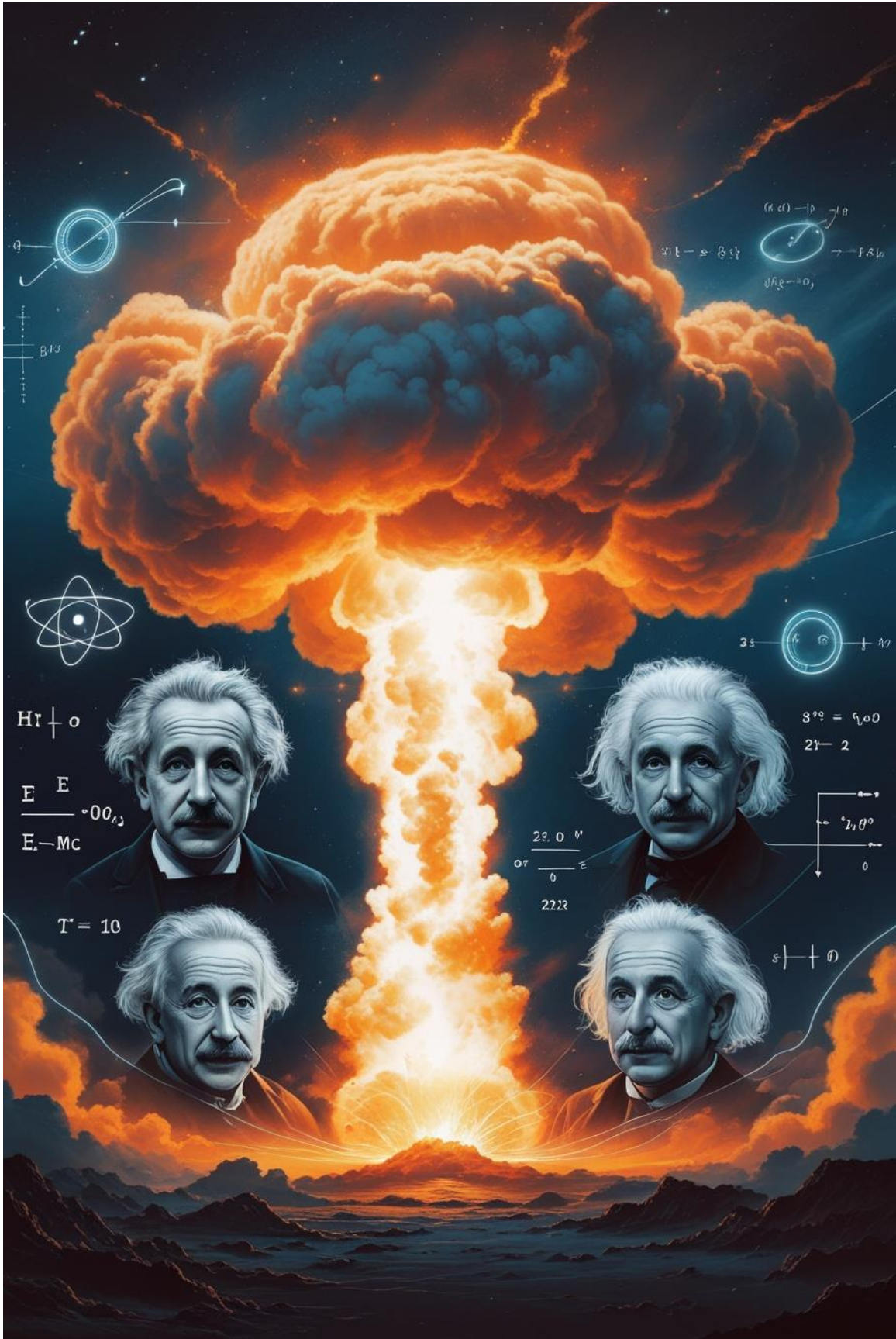
بله، بسیار صمیمی بودیم. در مونیخ با هم بزرگ شدیم و در تمام عمر از مصاحبت هم لذت می‌بردیم. او ۱۲ سال آخر عمرش را در پرینستون با ما زندگی کرد. هر شب در طول بیماری رو به وخامتش برایش کتاب می‌خواندم، چون ذهنش تا مدت‌ها روشن باقی مانده بود. مجبور بودم مرگش را با تسلیم بپذیرم، چون خدای دوران دستم این وقایع را سخت‌تر می‌کرد. او در دوران دانشگاه وقتی با اولین همسرم میلووا نامزد بودم، محرم راز من بود، زمانی که والدینم به شدت و تا حدی به حق با این رابطه مخالف بودند. مادرم به خصوص با این موضوع مشکل داشت.

آیا مادران در دوران رشدتان بسیار سخت‌گیر بود؟

نه، آن چنان سخت‌گیر نبود، اما بسیار در تربیت ما مشارکت داشت. بزرگترین هدیه او به فرزندانش موسیقی بود، و به لطف اوست که من توانستم آن را درک کنم. او همیشه از هر کاری که می‌کردم حمایت می‌کرد، به جز رابطه‌ام با میلووا. میلووا همراهی باهوش بود - ساعت‌های بی‌شماری با او به مطالعه و بحث درباره فیزیک گذراندم. زندگی مشترک ما برای چند سال خوشایند بود، اما تا حد زیادی به خاطر کار من رو به وخامت گذاشت. وقتی فرزندانمان هنوز کوچک بودند از هم جدا شدیم، که بر زندگی آنها تاثیر گذاشت. شاید مردی مثل من نباید ازدواج می‌کرد و بچه‌دار می‌شد.

از آنجا که درباره برخی زنان مهم زندگی‌تان صحبت می‌کنیم، آیا فرد دیگری هست که مایل باشید اشاره کنید؟

همسر دوم السایکی از مهمترین افراد زندگی من بود. او پرستاری خستگی‌ناپذیر بود که در چندین بیماری از من مراقبت کرد. خانه را با کمال کارایی مدیریت می‌کرد، در حالی که شوهر بی‌دقتش فقط مشغول کار بود. وقتی با هم سفر می‌کردیم، من مثل یک تکه مبلمان بودم که او مدام جابجا می‌کرد، در تلاشی بیهوده برای بهتر کردن چیزی در من. پس از مرگش، به موجودی عجیب تبدیل شدم که بیشتر به خاطر نپوشیدن جوراب معروف بود و در مناسبت‌های خاص مثل یک جاذبه به نمایش گذاشته می‌شد. همچنین باید از منشی‌ام هلن دوکاس (Helen Dukas) و دختر ناتنی‌ام مارگوت (Margot) یاد کنم. آنها همراه با السایکی این امکان را فراهم کردند که من با سرسختی تمام به دنبال نظریه میدان واحد باشم، بدون کمترین نگرانی در خصوص مسائل پیش‌پاافتاده زندگی. و در نهایت، دختران جوانی که در جوانی می‌شناختم - باید به خاطر ساعت‌های خوشی که با آنها نوازندگی می‌کردیم و از زندگی لذت می‌بردیم، بدون نام‌بردن از آنها، قدردانی کنم.



بر دوش غول‌ها

به عنوان مشهورترین دانشمند قرن بیستم، انیشتین با تمام دانشمندان نامدار زمان خود آشنا بود و با بسیاری از آنان دوستی داشت. او نظرات محکمی درباره متفکران بزرگ پیش از خود داشت و عموماً با اشتیاق از آنان سخن می‌گفت. چهار دانشمند در صدر فهرست بزرگان انیشتین قرار داشتند. در اتاق مطالعه او در برلین، پرتره‌ای از سه تن از آنان نصب بود: سر آیزاک نیوتن (۱۶۴۲-۱۷۲۷)، جیمز کلرک ماکسول (۱۸۳۱-۱۸۷۹) و مایکل فارادی (۱۷۹۱-۱۸۶۷). به نظر انیشتین، این دانشمندان به همراه گالیله (۱۵۶۴-۱۶۴۲)، بزرگترین نوابغ خلاق بودند که بشر تاکنون به خود دیده است و او صادقانه بدهی خود به آنان را در کشفیاتش تصدیق می‌کرد.

استاد انیشتین، نیوتن زمانی گفت که کارش بر دوش غول‌ها استوار است. غول‌های شما چه کسانی بودند؟

خود نیوتن و گالیله. آنان سیستمی کامل از جهان بر اساس چند قانون خلق کردند. در مقایسه با نیوتن، آنچه من توانستم از طبیعت بیرون بکشم ناچیز است. اما این تلاش ما را از قید خود رها می‌کند و ما را همنشین بهترین‌ها و بزرگ‌ترین‌ها می‌سازد.

چه چیزی سیستم جهان‌شناختی نیوتن را به بزرگ‌ترین دستاورد علمی تبدیل کرد؟

نیوتن اولین کسی بود که سیستمی مبتنی بر تجربه کشف کرد و از طریق استدلال ریاضی به طیف وسیعی از پدیده‌ها دست یافت. سیستم او کارکردهای جهان را توضیح می‌دهد؛ از

حرکت سیارات به دور خورشید تا حرکت سنگی که در برکه می‌افتد. این دستاورد چیزی کمتر از معجزه نیست و این معجزه مدیون ذهن نیوتن است.

دیگران هم باید سهمی داشته باشند. مثلاً گالیله؟

بله، افرادی مانند کپلر. اما در میان پیشینیان نیوتن، گالیله از همه برجسته‌تر است. دستاوردهای او تقریباً به بزرگی نیوتن است. گالیله با شروع از تجربه و استفاده از روشی مبتکرانه برای جداسازی حرکت یک جسم، نشان داد که در غیاب نیروها، این جسم حالت حرکت خود را حفظ می‌کند و اگر سرعت یا جهت آن تغییر کند، باید به دلیل نیروی خارجی باشد.

در تجربه روزمره، برای نگه‌داشتن یک جسم در حال حرکت باید نیرو وارد کنیم. بدون موتور، ماشین نهایتاً می‌ایستد و قایق بادبانی بدون باد متوقف می‌شود. اما گالیله می‌گوید برای حفظ حرکت جسم نیازی به نیرو نیست؟

این دستاورد بزرگ گالیله است. او می‌دانست که در تجربه روزمره، اصطکاک به عنوان یک نیروی خارجی همیشه حضور دارد. گالیله با عدم امکان حذف اصطکاک در واقعیت، این کار را در ذهن خود انجام داد و جسم متحرک را از تمام نیروهای خارجی جدا کرد. حرکت جسم مختل نمی‌شود و جسم برای همیشه به حرکت خود ادامه می‌دهد. نیوتن این را از گالیله آموخت. او بلافاصله فهمید که این مشاهدات نیاز به تفسیر ریاضی دارند و برای این کار حسابان را اختراع کرد.

آیا اختراع حسابان بود که نیوتن را به بزرگ‌ترین نابغه تبدیل کرد؟

خیر، حسابان صرفاً زبانی جدید بود که به او امکان داد قوانین حرکت را فرمول‌بندی کند. کمی‌سازی مفهوم اعمال نیروهای خارجی برای تغییر حالت حرکت یک جسم، او را به کشف

مفهوم بنیادی جرم رساند که دستاوردی بزرگتر بود. اما او در همینجا متوقف نشد. او از ابزار ریاضی جدید خود استفاده کرد تا نشان دهد نیرویی که سیب را از شاخه پایین می‌آورد، همان نیرویی است که ماه را در مدارش به دور زمین نگه می‌دارد. این جهش شگفت‌انگیز تنها از عهده ذهن نیوتن برمی‌آمد و این دستاورد به عنوان بزرگترین کشف در تاریخ بشر شناخته می‌شود.

شما بارها از تحسین کارهای جیمز کلرک ماکسول (James Clerk Maxwell) سخن گفته‌اید. آیا او را در کنار نیوتن در معبد علم می‌دانید؟

نه فقط ماکسول، بلکه دو نابغه دیگر یعنی فارادی (Faraday) و ماکسول. این دو را به لحاظ مشارکت در علم، اساساً هم‌تراز با جفت نیوتن-گالیله می‌دانم. فارادی ارتباط بین الکتریسیته و مغناطیس را که آمپر (Ampère) کشف کرده بود گسترش داد و مفهوم باشکوه میدان نیرو را ابداع کرد. این واقعیت فیزیکی جدید برای توسعه فیزیک امروزی حیاتی بود. ماکسول بزرگ این کار را گسترش داد، به آن استحکام ریاضی بخشید و نظریه درخشان الکترومغناطیس را ارائه داد که به ما آموخت میدان‌های الکترومغناطیسی به صورت موج با سرعت نور منتشر می‌شوند. ماکسول ماهیت نور را کشف کرد!

شما از کپلر هم نام بردید. تأثیر او چقدر بود؟

کپلر قوانین ریاضی تجربی درباره حرکت سیارات را ارائه داد که سیستم جهان‌شناختی نیوتن را ممکن ساخت. امروز درک کامل نبوغ و کار طاقت‌فرسای مورد نیاز برای کشف قوانین سیاره‌ای دشوار است. خوش‌شانسی او این بود که داده‌های دقیقی از موقعیت مریخ در اختیار داشت. اما برای محاسبه مدار، به دو نقطه ثابت در فضا نیاز داشت. یکی توسط خورشید ارائه می‌شد، اما نقطه دوم کجا بود؟ همه سیارات به دور خورشید در حرکتند. کپلر دریافت که مریخ در هر مدار یک بار از نقطه خاصی در فضا عبور می‌کند. با در اختیار داشتن

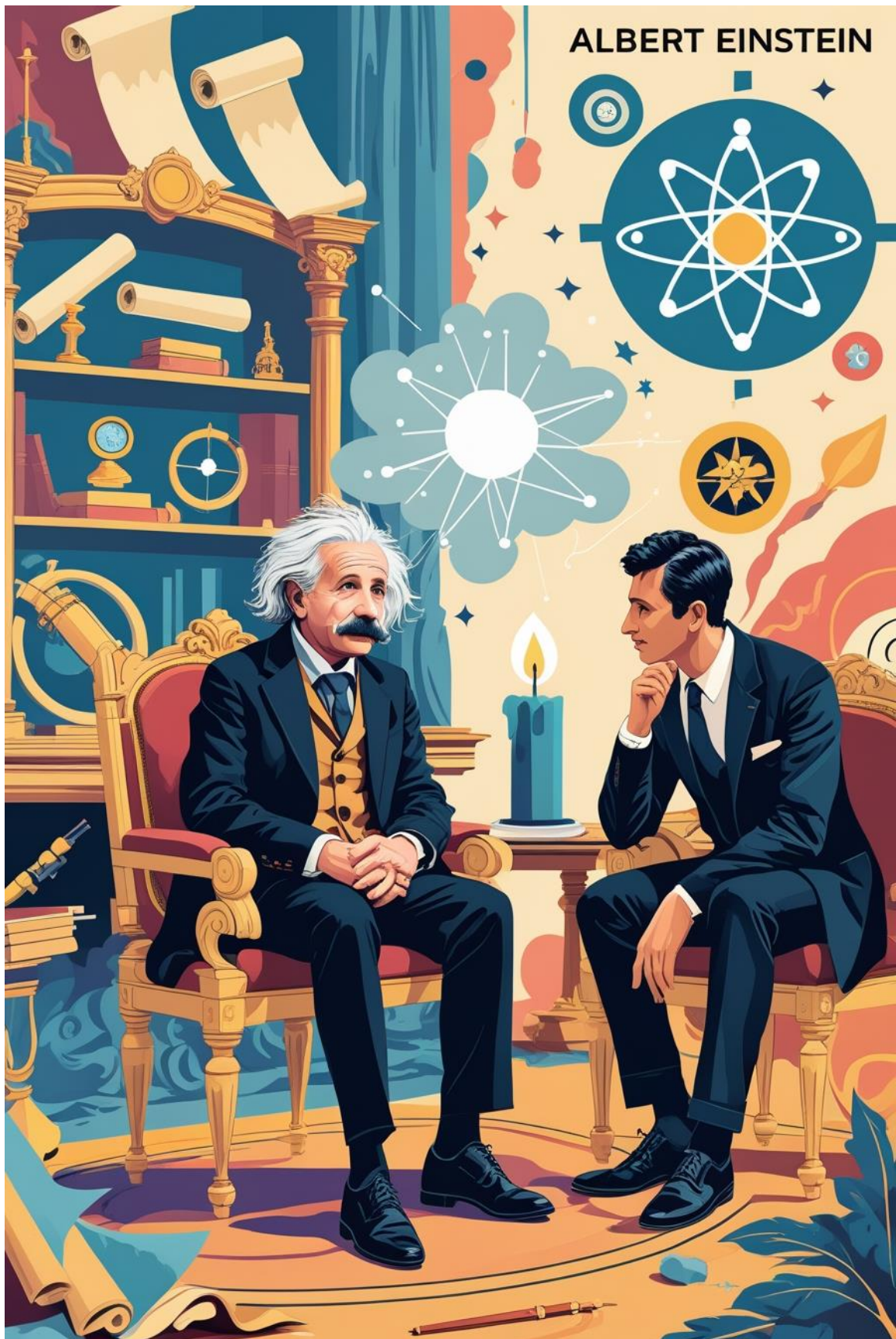
داده‌ها، یکی از موقعیت‌های مدار را به عنوان نقطه ثابت دوم انتخاب کرد. این دو نقطه در فضا، استفاده از مثلث‌بندی برای محاسبه مدار زمین و دیگر سیارات را ممکن ساخت.

ما درباره غول‌های پیش از شما صحبت کردیم. آیا در زمان خودتان هم غول‌هایی وجود داشتند؟

قطعاً پلانک و بور بزرگ. قانون تابش ماکس پلانک (Max Planck) پیشرفتی بود که اولین تعیین دقیق اندازه اتم‌ها را ممکن ساخت. اما مهم‌تر از آن، کشف ساختار اتمی انرژی بود که سنگ بنای تمام فیزیک قرن بیستم شد. و بور (Bohr) اولین مدل ریاضی اتم را ساخت و راهنمای تفسیر مدرن نظریه کوانتوم بود که کامل‌ترین نظریه ماده را به ما داد (که به نظر من هنوز نهایی نشده است).

آیا افراد غیردانشمند هم بر کار شما تأثیر گذاشتند؟

خیر. من کار علمی خود را بر یافته‌های دانشمندانی که درباره‌شان صحبت کردیم بنا کردم. اما چند متفکر بر زندگی من تأثیر گذاشتند و به شکل‌گیری باورهایم کمک کردند. آثار فیلسوف بندیکت د اسپینوزا (Benedict de Spinoza) در تفکر من درباره خدا و دین نقش داشت و کشف سونات‌های موتزارت در سنین پایین، عشق مادام‌العمر من به موسیقی را برانگیخت. زندگی خارق‌العاده تمام این بزرگان یادآوری می‌کند که زندگی درونی و بیرونی من بر کار دیگران، زنده و مرده، استوار است و من باید تلاش کنم تا به همان اندازه که گرفته‌ام، ببخشم.



موسیقیدان و دریانورد

علاوه بر فیزیک، انیشتین در طول زندگی‌اش به دو فعالیت دیگر عشق می‌ورزید: موسیقی و قایقرانی. او موسیقیدانی با استعداد بود و یکبار گفت که این تنها حرفه دیگری است که ممکن بود انتخاب کند. او آهنگسازان قرن هجدهم را می‌ستود اما علاقه‌ای به موسیقی مدرن یا آهنگسازان معاصر زمان خود نداشت و از "فقر ساختاری" و کمبود "حقیقت درونی" در آثارشان انتقاد می‌کرد. او با اشتیاق به قایقرانی روی آورد، اغلب قایق می‌راند و نگرانی‌های ایمنی دیگران را نادیده می‌گرفت و هرگز جلیقه نجات، نقشه دریانوردی یا موتور یدکی حمل نمی‌کرد. یکبار گفت: "اگر باید غرق شوم، پس صادقانه باشد."

پروفسور انیشتین، شما چندین بار به عشق خود به موسیقی اشاره کرده‌اید. آیا موسیقی در زندگی شما اهمیت دارد؟

موسیقی عشق من است. نمی‌توانم زندگی بدون توانایی نواختن موسیقی را تصور کنم. علاوه بر فیزیک، موسیقی بیشترین لذت را به من می‌دهد. زندگی خود را به زبان موسیقی می‌بینم. ویولن من در هر سفر همراه من است.

چه زمانی ویولن نواختن را یاد گرفتید؟

مادرم پائولین که پیانیستی ماهر بود، تصمیم گرفت من و خواهرم مایا از کودکی با موسیقی آشنا شویم. او برای هر دوی ما کلاس موسیقی گذاشت. آن زمان شش ساله بودم و ویولن را انتخاب کردم.

بیشتر کودکان از کلاس‌های موسیقی لذت نمی‌برند. شما چطور؟

من هم عموماً خوشم نمی‌آمد. از آن‌ها متنفر بودم، همانطور که از هر فعالیت یادگیری ساختاریافته‌ای بیزار بودم. از روش‌های مکانیکی منسوخ مربیان متنفر بودم، اما حدود سیزده سالگی که سونات‌های موتزارت را کشف کردم، علاقه‌ام به موسیقی افزایش یافت. می‌خواستم آن ظرافت منحصر به فرد و شگفت‌انگیز موسیقی موتزارت را بازتولید کنم. یادگیری واقعی من از آنجا آغاز شد. متأسفانه آموزش رسمی من تنها حدود یک سال دیگر ادامه یافت. اما با تلاش برای نواختن آن سونات‌های زیبا، توانستم تکنیک خود را ارتقا دهم. معتقدم همیشه هر چیزی را خودم بهتر یاد گرفته‌ام.

آیا مادرتان هرگز به شما آموزش موسیقی داد؟

نه واقعاً. اما پس از پایان درس‌ها، با هم دوئت می‌نواختیم؛ مادرم پیانو و من ویولن. این کار در تمام عمرش به سنتی بین ما تبدیل شد. همیشه موسیقی‌های فوق‌العاده‌ای در خانه ما نواخته می‌شد.

آیا ساز دیگری هم می‌نواختید؟

پیانو را خودم یاد گرفتم. در حد قابل قبولی بودم. نواختن پیانو مرا آرام می‌کند. اغلب وقتی در محاسباتم به مشکلی برمی‌خورم، نواختن چند آکورد پیانو ذهنم را به مسیری روشن هدایت می‌کند. موسیقی برای ذهن فوق‌العاده است.

آهنگسازان مورد علاقه شما چه کسانی بودند؟

قطعاً موتزارت و باخ - موسیقی آن‌ها را می‌شنوم، می‌نوازم، دوست دارم و می‌ستایم. بتهوون را تحسین می‌کنم، اما به نظر من بیش از حد نمایشی است. شوپرت را به دلیل استعداد

استثنایی‌اش در بیان احساسات دوست دارم. همچنین آثار کوچک‌تر شومان را به دلیل اصالت و احساس شدیدشان می‌پسندم. برامس موسیقی مجلسی خوبی تصنیف کرده، اما بیشتر آثارش برای من متقاعدکننده نیستند. از ویوالدی، اسکارلاتی و کورلی لذت می‌برم. بیشتر سونات‌های موتزارت و بتهوون را می‌نوازم. این موسیقی همیشه الهام‌بخش من است.

آیا موسیقی تفریحی برای فرار از کار شماست؟

خیر، موسیقی صرفاً بخشی از زندگی من است. وقتی موسیقی می‌نوازم، کار نمی‌کنم، اما موسیقی نمی‌نوازم تا از کارم فرار کنم. موسیقی و پژوهش از همان نوع اشتیاق تغذیه می‌کنند و در رهایی و آسودگی که ارائه می‌دهند مکمل یکدیگرند.

برای استراحت چه فعالیتی انجام می‌دهید؟

از دوران دانشجویی در زوریخ به قایقرانی علاقه داشته‌ام. اما در این هنر چندان بااستعداد نیستم و اگر بتوانم خودم را از تپه‌های شنی که گاهی در آن‌ها گیر می‌کنم رها کنم، راضی هستم.

آیا خاطره خاصی از روزهای قایقرانی دارید؟

یکبار در کنفرانسی علمی در ژنو با ماری کوری شرکت کرده بودیم و وقتی فرصتی آزاد پیدا کردیم، از او برای قایقرانی دعوت کردم. در وسط دریاچه، او به من گفت نمی‌دانسته که من قایقران خوبی هستم. گفتم: "من هم نمی‌دانستم." سپس پرسید اگر قایق واژگون شود چه کار می‌کنیم. گفت: "من شنا بلد نیستم." گفتم: "من هم بلد نیستم."

آیا هنگام قایقرانی کارتان را همراه می‌برید؟

معمولاً یک دفترچه همراه دارم برای مواقعی که بادی نمی‌وزد. همیشه در تلاشم تا اسرار طبیعت را کشف کنم و احساس می‌کنم هر دقیقه‌ای که بتوانم به کارم اختصاص دهم، مرا به کشف آن‌ها نزدیک‌تر می‌کند.

آیا ذهن شما هرگز از علم دور می‌شود؟

نه اغلب. شاید موسیقی استثنا باشد. موسیقی‌ای که می‌نوازم یا گوش می‌دهم را عمیقاً احساس می‌کنم. اما تلاش برای کشف اسرار طبیعت هیجان‌انگیز است و این فعالیت شادی‌آور دائماً ذهنم را پر می‌کند. دانشمند بودن یعنی در تمام عمر کودک بمانی، همیشه از کشف یک پدیده شگفت‌انگیز دیگر به حیرت بیفتی و همیشه مشتاق خوردن از درخت دانش باشی.

این افکار شما مرا به آخرین پرسشم می‌رساند. آیا علم، با تمام کاستی‌های فعلی‌اش، در مسیر درست کشف اسرار طبیعت است؟

بله، من قاطعانه معتقدم که به طور کلی علم در مسیر درست است. اما علم هنوز در دوران نوزادی خود به سر می‌برد. یک چیز را در طول عمر طولانی‌ام آموخته‌ام: تمام علم ما در مقایسه با واقعیت، ابتدایی و کودکانه است - و با این حال، ارزشمندترین چیزی است که داریم.

FURTHER READING

BOOKS

There is a substantial bibliography on Einstein's life and work. The books range from textbooks on his scientific work to biographies aimed at the general reader. In this list I have chosen the best books for general readers currently in print.

M. Born, *Einstein's Theory of Relativity* (New York: Dover Publications, 1962)

C.I. Calle, *Einstein for Dummies* (Hoboken: Wiley, 2005)

R.W. Clark, *Einstein: The Life and Times* (New York: The World Publishing Company, 1971)

H. Dukas and B. Hoffmann, *Albert Einstein: The Human Side* (Chichester, West Sussex and Princeton, NJ: Princeton University Press, 1979)

A. Einstein, *The Collected Papers of Albert Einstein*, 10 vols. (Chichester, West Sussex and Princeton, NJ: Princeton University Press, 1987–2006)

Autobiographical Notes (London and New York: Open Court, 1979)

Ideas and Opinions (New York and London: Crown Publishers, Random House, 1954)

Letters to Solovine (New York: Philosophical Library, 1987; London: Citadel Press, 1993)

Out of My Later Years (London and New York: Wings Books, Random House, 1956)

Relativity: The Special and the General Theory (London and New York: Penguin, 2006)

The Born–Einstein Letters (London and New York: Macmillan, 2005)

The World As I See It (New York: Citadel Press, 2007)

A. Einstein and L. Infeld, *The Evolution of Physics* (New York: Simon & Schuster, 1967)

A. Fölsing, *Albert Einstein: A Biography* (London and New York: Viking, 1997)

B. Hoffmann, *Albert Einstein, Creator and Rebel* (New York: Viking, 1972)

W. Isaacson, *Einstein: His Life and Universe* (London and New York: Simon and Schuster, 2007)

M. Jammer, *Einstein and Religion* (Chichester, West Sussex and Princeton, NJ: Princeton University Press, 2002)

T. Levenson, *Einstein in Berlin* (London and New York: Bantam, 2003)

A. Pais, “*Subtle is the Lord ...*”: *The Science and Life of Albert Einstein* (Oxford and New York: Oxford University Press, 1982)

Einstein Lived Here (Oxford: Clarendon Press, 1994)

J. Renn and R. Schulmann, *Albert Einstein–Mileva Maric: The Love Letters* (Oxford and Princeton, NJ: Princeton University Press, 1992)

J. Stachel, *Einstein's Miraculous Year* (Chichester, West Sussex and Princeton, NJ: Princeton University Press, 1998)

VIDEOS

Einstein's Big Idea, NOVA, PBS, Nova441 (2005)

Einstein Revealed, NOVA, PBS, Nova810 (2000)

Einstein's Wife, PBS, EINW601 (2003)

Einstein: How I See the World, PBS Home Video (2000)

Genius: The Science of Einstein, Newton, Darwin, and Galileo, NOVA, PBS (1974)

All available from www.shoppbs.org/

WEB RESOURCES

The Albert Einstein Archives, The Hebrew University of Jerusalem

www.albert-einstein.org/

A list of other reputable sites is available online from

www.aguidetophysics.com/EinsteinWebResources/, including links to documents, biographies, photographs, tutorials and courses, and radio and television broadcasts.



