

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

إِنَّ رَبَّكُمُ اللَّهُ الَّذِي خَلَقَ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضَ فِي سِتَّةِ أَيَّامٍ ثُمَّ اسْتَوَى عَلَى الْعَرْشِ يُغْشِي اللَّيْلَ النَّهَارَ يَطْلُبُهُ حَثِيثًا وَالشَّمْسُ وَالْقَمَرُ وَالنُّجُومُ مُسَخَّرَاتٌ بِأَمْرِهِ أَلَا لَهُ الْخَلْقُ وَالْأَمْرُ تَبَارَكَ اللَّهُ رَبُّ الْعَالَمِينَ

سوره اعراف، آیه ۵۴



دانشگاه علم و صنعت ایران

بررسی دیدگاه‌های فلسفی اینشتین نسبت به کوانتوم

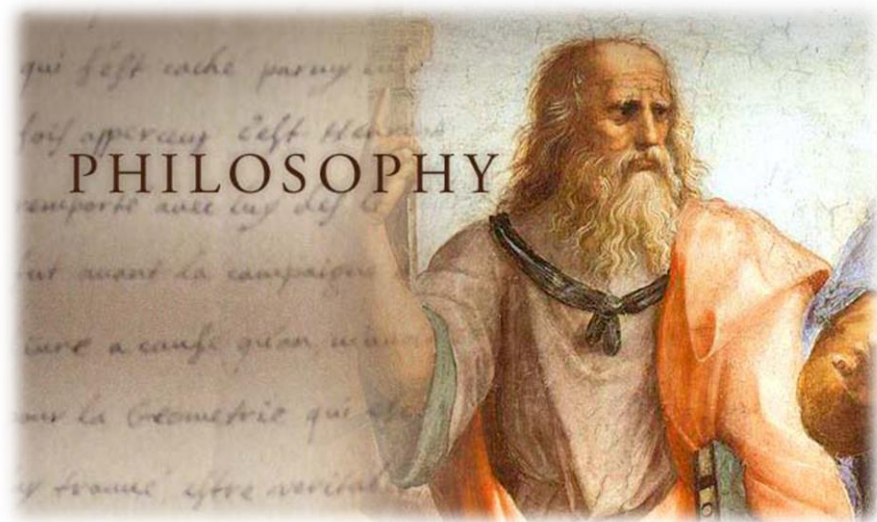
سمینار درس کوانتوم الکترونیک

دانشکده مهندسی برق

پاییز ۹۲

فلسفه چیست؟

■ در قدیم واژه فلسفه همه‌ی دانش‌های حقیقی را فرا می‌گرفت و تنها دانش‌های قراردادی، از قبیل لغت و دستور زبان و غیره، از قلمرو آن خارج بود.



فلسفه نظری: شامل طبیعیات و ریاضیات و متافیزیک

فلسفه‌ی عملی: شامل اخلاق و تدبیر منزل و سیاست مدن

فلسفه دانشی است که از مطلق وجود و احکام و عوارض آن گفتگو می‌کند.
یعنی متافیزیک

■ پیوند بین علم و فلسفه در چند قرن اخیر رو به ضعف نهاده است.

هلمهولتز می گوید:

«دانشمندان شروع کردند که در مورد فقدان تاثیر فلسفی در کارشان تاکید کنند، و بزودی بعضی از آنها، حتی افراد برجسته، به محکوم کردن فلسفه پرداختند و آن را نه تنها فاقد معنا بلکه دارای اثرات خطرناک دانستند.»



علل کنار گذاشتن متافیزیک و تفحصات فلسفی



(الف) ارتباط متافیزیک با مذهب

(ب) پیچیدگی مسائل متافیزیکی

(ج) توفیق چشمگیر روش‌های تجربی و برخی از نظریات علمی

(د) تخصص گرایی

(ه) عدم تبحر فلاسفه متأخر در علوم فیزیکی

(و) واکنش مخالف یا سرد فلاسفه نسبت به دیدگاه‌های فیزیکدانان

(ز) رواج فلسفه‌های بی‌اعتنا به متافیزیک

مکتب تجربه گرایی

- طبق این مکتب منشا دانش ما درباره جهان فیزیکی **تجارب حسی** است، و علم صرفا محصول حواس است و امور غیرمحسوس، از جمله مسائل متافیزیکی که اموری عقلی هستند، فاقد اعتبارند.

تجربه $\Leftrightarrow$ تفکر



به گفته ماخ:

«ساخته‌های خالص ذهن جایی در علم ندارند، زیرا احکام صادره درباره آن‌ها علی‌الاصول قابل آزمایش نیستند.»

مکتب تجربه گرایی

- می گویند هر ادراک حسی خالی از پیش فرضهای نظری است و ما چیزی جز حقایق برهنه نمی بینیم. به عبارت دیگر مشاهده همواره مقدم بر نظریه است.

به قول مولانا:



او ندیده هیچ جز افسونگری
او ندیده هیچ غیر از مکر و کین
جز همان چیزی که می جوید ندید

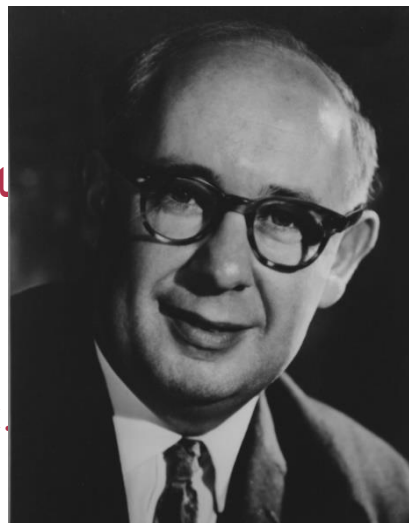
ای بسا کس رفته تا روم هری
ای بسا کس رفته ترکستان و چین
طالب هر چیز ای یار رشید

نقش فلسفه در فیزیک

- فلسفه روی جهت‌گیری تحقیقات ما اثر می‌گذارد، زیرا هر کار تحقیقاتی همواره با یک فلسفه خاصی صورت می‌گیرد.
- این نگرش فلسفی و جهان‌بینی محقق است که هدف تحقیق را تعیین می‌کند.



«ماختن بیشتر میسر نیست.»



جان زیمان:

«جدایی علم از فلسفه، هر دو را دچار فقر می‌کند.»

به قول شرودینگر:

«متافیزیک بخشی از دانش را تشکیل نمی‌دهد، بلکه چارچوب

وی در جای دیگر می‌گوید:

«علم خودکفا نیست. علم به یک اصل بنیادی نیاز دارد، اص

دیدگاه‌های مختلف درباره واقعیت موجودات کوانتومی

- ۱- طرفداران مکتب کپنهاگی: مکتب کپنهاگی تعبیری است که به دست بور و هایزنبرگ و همگنان و شاگردان ممتازشان بر فرمالیزم ریاضی نظریه کوانتوم افزوده شد.



به قول بور:

«جهان کوانتومی وجود ندارد. تنها یک توصیف انتزاعی کوانتوم فیزیکی وجود دارد.»

- ۲- تعابیر رئالیستی: رئالیسم به مفهوم عام آن معرف مکتب‌هایی است که معتقدند واقعیتی مستقل از ذهن انسانی وجود دارد.

به قول اینشتین:

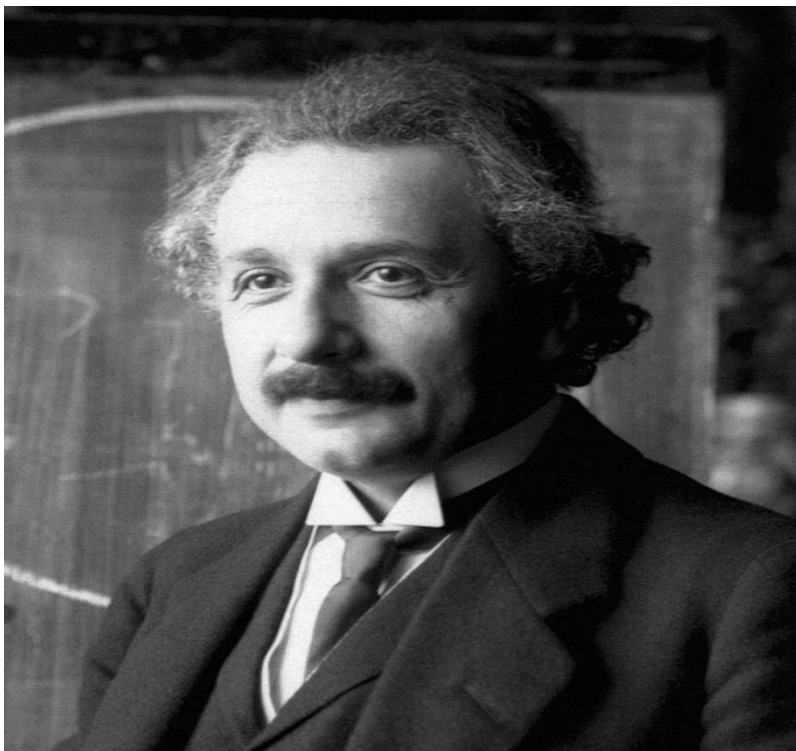
«چون این داده‌ها تنها به‌طور غیر مستقیم اطلاعاتی درباره این جهان خارجی یا واقعیت فیزیکی بدست می‌دهد، جهان خارجی را تنها از روی کاوش‌های نظری می‌توان دریافت. بنابراین تصور ما از واقعیت فیزیکی هرگز نهایی نیست و ما باید همواره آماده باشیم که این تصورات، یعنی ساختارهای مفروض، را تغییر دهیم تا بتوانیم به‌طور شایسته حقایق درک شده را به منطقی‌ترین وجه توجیه کنیم.»

دیدگاه فلسفی اینشتین نسبت به کوانتوم

■ در میان فیزیکدانان معاصر کمتر کسی است که به اندازه اینشتین به مسائل فلسفی طبیعت‌شناسی پرداخته باشد.

به قول اینشتین:

«شما این را شگفت‌انگیز می‌دانید که من قابل درک بودن جهان را... یک امر شگفت‌انگیز یا راز ابدی تلقی می‌کنم. در مرحله‌ی ماقبل تجربه، ما انتظار داریم که با یک جهان بی‌نظم، که اصلاً به وسیله فکر قابل درک نباشد، سر و کار داشته باشیم. باید انتظار داشت که جهان آنجا نظم داشته باشد که ما به آن نظم دهیم. این از نوع نظم‌ی است که الفبای هر زبان دارد. اما برعکس، نظم‌ی که مثلاً از نظریه‌ی ثقل نیوتونی ناشی می‌شود سرشتی کاملاً متفاوت دارد. اگرچه اصول این نظریه بوسیله انسان ارائه شده، اما توفیق چنین سیستمی مستلزم فرض درجه‌ای بالا از نظم در جهان عینی است که ما در ابتدا حق نداریم انتظار آن را داشته باشیم. در اینجا است که اعجابی پیدا می‌کنیم که با افزایش دانش‌مان مرتباً فزون می‌یابد.»

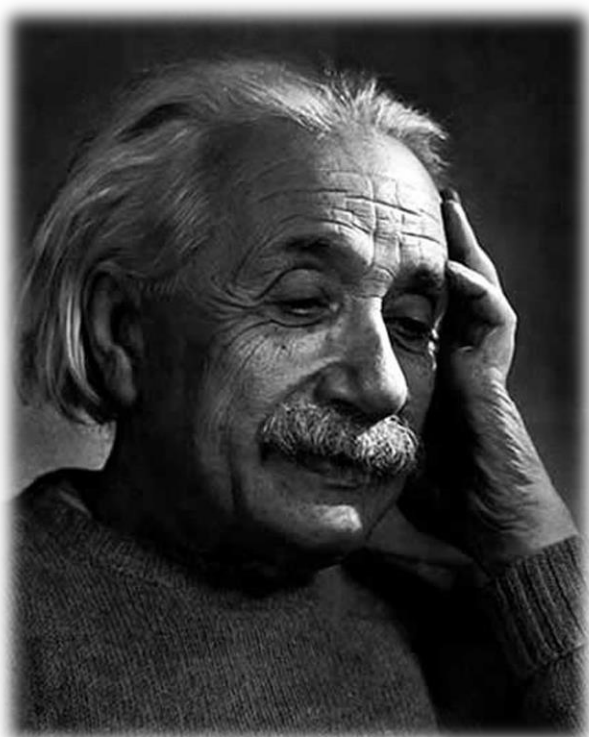


ابزار شناخت طبیعت

■ به عقیده اینشتین بسیاری از پیشینیان فکر می کردند که دانش ما درباره طبیعت صرفا زائیده **تجارب حسی** است. آن ها برای قدرت خلاقه ی **ذهن انسان** نقشی قائل نبودند.

به قول اینشتین:

«من چیز دیگری از نظریه ثقل آموخته ام... یک نظریه را می توان با تجربه مورد آزمایش قرار داد، اما راه وجود ندارد که از طریق تجربه نظریه را بنا کنیم. معادلات پیچیده ای نظیر معادلات میدان ثقل را می توان از طریق کشف یک شرط ریاضی که از لحاظ منطقی ساده است و معادلات را بطور کامل یا (لااقل) تقریبا کامل تعیین می کند یافت. وقتی این شرط به حد کافی قوی را در دست داشته باشیم دانش کمی از حقایق لازم است تا نظریه را بنا کنیم.»



■ اینشتین عقیده داشت که **اسرار طبیعت** نهفته است و راه مشخص و معینی برای دستیابی به آن‌ها وجود ندارد.

به قول اینشتین:

«تجاریبی که تاکنون داشته‌ایم به ما این اجازه را می‌دهند که طبیعت را مصداق ساده‌ترین اندیشه‌های ریاضی قابل تصور بدانیم. من قانع شده‌ام که می‌توان با استفاده از ابزارهای ریاضی محض، مفاهیم و قوانین مرتبط‌کننده آن‌ها را، که کلید شناخت طبیعت هستند، بدست آورد. آزمایش ممکن است الهام‌بخش مفاهیم ریاضی مناسب باشد، اما به‌طور قطع نمی‌توان این مفاهیم را از تجربه استنتاج کرد. البته آزمایش همچنان یگانه معیار مفید بودن ساختارهای ریاضی خواهد بود، اما خلاقیت در جنبه ریاضی مطلب است. بنابراین به یک اعتبار، من عقیده دارم که، همان‌طور که قدما تصور می‌کردند، فکر محض می‌تواند به درک واقعیت نایل شود.»



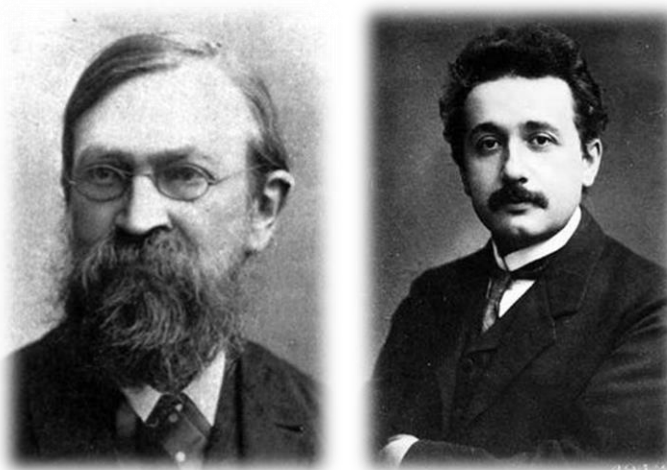
■ اینشتین خودش در ابتدای ورود به تحقیقات نظری، دیدگاه پوزیتیویستی ماخ را داشت.

اینشتین می گوید:

«معرفت‌شناسی ماخ در ابتدا روی من هم زیاد اثر گذاشت، اما امروز می‌بینم که این نظریه غیرقابل دفاع است.»

وی در جای دیگری می گوید:

«سیستم ماخ مطالعه روابطی است که میان داده‌های تجربی وجود دارد. از دید ماخ، علم مجموعه‌ی این روابط است. این دیدگاه بدی است. درواقع چیزی که ماخ ساخت، یک کاتالوگ بود، نه یک سیستم. ماخ همانقدر که در مکانیک قوی بود، در فلسفه ضعیف بود. این دید کوتاه او از علم، وی را بر آن داشت که منکر وجود اتمها شود.»



■ یکی از چیزهایی که اینشتین از همان ابتدای کارهای نظری خود به آن توجه مخصوص داشت، جهانشمولی قوانین طبیعی بود.

اینشتین می‌گوید:

«هدف علم از یک سو درک هرچه کاملتر ارتباط بین تمامی تجربیات حسی است و از سوی دیگر تحقق این هدف است با استفاده از کمترین شمار مفاهیم و روابط اولیه (تا حد امکان در پی وحدت منطقی تصویر جهان، یعنی قلت اجزای منطقی آن بود)... بدین ترتیب این رشته ادامه پیدا می‌کند تا به دستگاهی می‌رسیم که بیشترین وحدت قابل تصور را همراه با کمترین شمار مفاهیم و شالوده‌های منطقی داراست و در عین حال با مشاهداتی که به وسیله حواس ما صورت می‌پذیرد سازگار است.»



اصول جهانی

■ ۱- اصل علیت عمومی: این اصل می‌گوید که هر حادثه باید علتی داشته باشد (سنخیت بین علت و معلول).

اینشتین در دویستمین سالگرد وفات نیوتون به منشی سلطنتی انگلیس نوشت:

«این تنها در نظریه‌ی کوانتوم است که روش دیفرانسیلی نیوتون کفایت نمی‌کند و در واقع علیت اکید معتبر نیست. اما هنوز حرف آخر زده نشده است. امید است که روح نیوتون به ما این قدرت را ببخشد که وحدت بین واقعیت فیزیکی و عمیق‌ترین ویژگی تعلیمات نیوتون، یعنی علیت اکید، را دوباره برقرار کنیم.»



■ در ۱۹۲۴، بور، کرامرز، و اسلیتر (BKS) مقاله‌ای نوشتند که در آن اصل بقای انرژی و اندازه حرکت را برای رویدادهای بنیادی اتمی طرد کردند.

اینشتین در این مورد نامه‌ای به بور نوشت:

«عقیده‌ی بور درباره تشعشع، خیلی توجه من را جلب کرده است. اما من نمی‌توانم علیت اکید را ترک کنم بدون آن‌که محکمتر از گذشته از آن دفاع کرده باشم. برای من قابل تحمل نیست که یک الکترون، که تحت تاثیر اشعه (الکترومغناطیس) قرار گرفته است، نه تنها زمان عبور (به حالت دیگر) بلکه جهت حرکتش را نیز خود اختیار کند. در این حالت من ترجیح می‌دهم که یک پینهدوز و یا یک کارمند قمارخانه باشم تا یک فیزیکدان»



■ بعد از پیدایش نظریه کوانتوم و ارائه تعبیر آماری آن توسط بورن، اینشتین بنای **مخالفت** با این نظریه را گذاشت.

وی در نامه به کارل سیلیگ نوشت:

«عقیده‌ی من درباره اصول فیزیکی با عقیده غالب علمای معاصر فرق دارد و بنابراین نمی‌توانم سخنگوی فیزیکدانان نظری باشم. مخصوصاً من برای فرمولبندی قوانین به صورت آماری ضرورتی نمی‌بینم.»

و در نامه‌ای به جیمز فرانک نوشت:

«من در بدترین شرایط، می‌توانم قبول کنم که خداوند جهان را بدون قوانین قطعی – یعنی کاملاً نامنظم – آفریده باشد، اما اینکه قوانین آماری مشخصی حاکم باشند که خداوند را مجبور کنند سرنوشت هر حادثه را با تاس‌اندازی معین کند، برایم کاملاً غیر قابل قبول است.»



■ ۲- واقعیت دنیای خارجی: اینشتین معتقد بود که اعتقاد به دنیای خارجی مستقل از ذهن، اساس تمام علوم طبیعی است.

به گفته اینشتین:

«در پس کوششهای توقف‌ناپذیر محقق، محرک اسرارآمیزتر و قوی‌تری وجود دارد. این هستی و واقعیت است که او می‌خواهد آن را بفهمد.»

وی در جای دیگر می‌گوید:

«هر معنایی به کلمه کامل نسبت بدهیم، ک نظریه‌ی کامل باید ضرورتاً این خاصیت را داشته باشد که هر عنصر واقعیت فیزیکی، نظیری در نظریه‌ی فیزیک داشته باشد.»

■ اینشتین اعتقاد داشت که اندیشه‌های متافیزیکی را نمی‌توان کنار گذاشت، بدون آن که اندیشیدن را کنار بگذاریم.

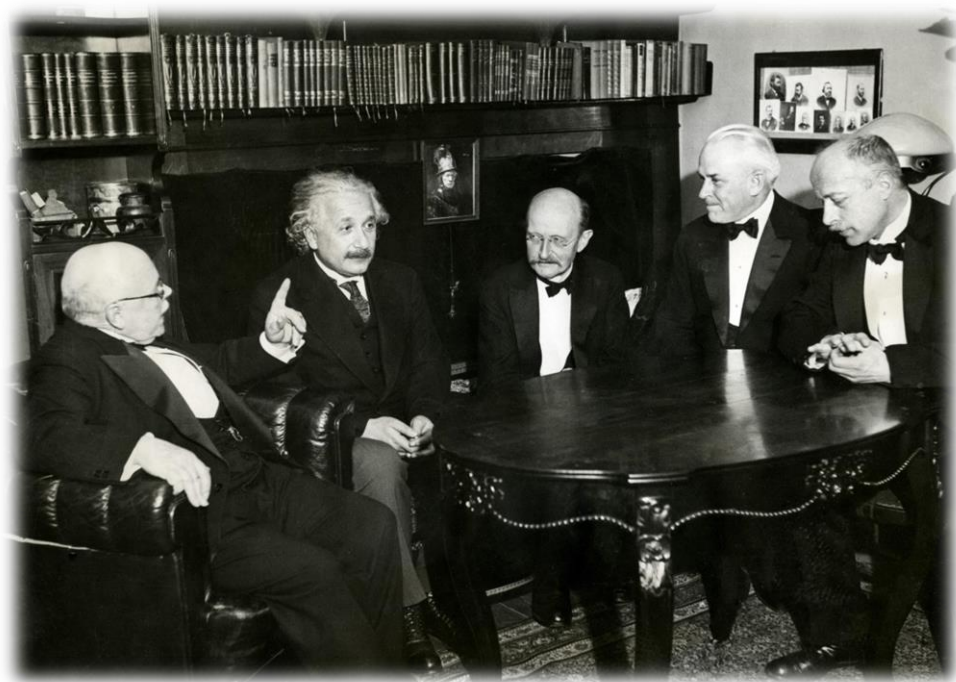
به گفته اینشتین:

«هیوم با نقد واضحش نه تنها فلسفه را به نحو بارزی جلو برد، بلکه –گرچه تقصیر او نبود– به دنبال نقدش خطر برای فلسفه ایجاد کرد. یک ترس شوم از متافیزیک بوجود آمد که موجب بیماری فلسفه‌بافی تجربی معاصر شده است.»



ايرادات اينشتين به مكانيك كوانتومي

- پس از ارائه مكانيك كوانتومي در سالهاي ۲۶-۱۹۲۵ و ارائه تعبير آماری اين فرماليزم، اينشتين به معارضة با برخي از مهمترين مباني تعبيري اين نظريه پرداخت.



۱- ناقص بودن مكانيك كوانتومي

۲- عدم حاكميت شانس بر جهان طبيعت

۳- رئاليسم

■ ۱- ناقص بودن مکانیک کوانتومیک

در ۱۹۳۵، اینشتین همراه با پودولسکی و روزن مقاله‌ای با این عنوان را نوشتند:

«آیا توصیف واقعیت توسط مکانیک کوانتومی کامل است؟»

(۱) واقعیت فیزیکی مستقل از دانش ما وجود دارد.

(۲) هدف علم این است که این واقعیت را آنچنان که هست توصیف کند.

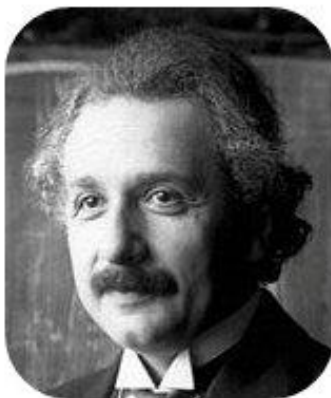
(۳) یک نظریه علمی ناقص است اگر

(۴) شرط لازم برای کامل بودن یک تئوری

(۵) شرط کافی برای این که کمیتی

آن را دقیقاً مشخص کرد.

آن نمایشی داشته باشد.
کردن سیستم ذیربط بتوان مقدار



A. Einstein



B. Podolsky

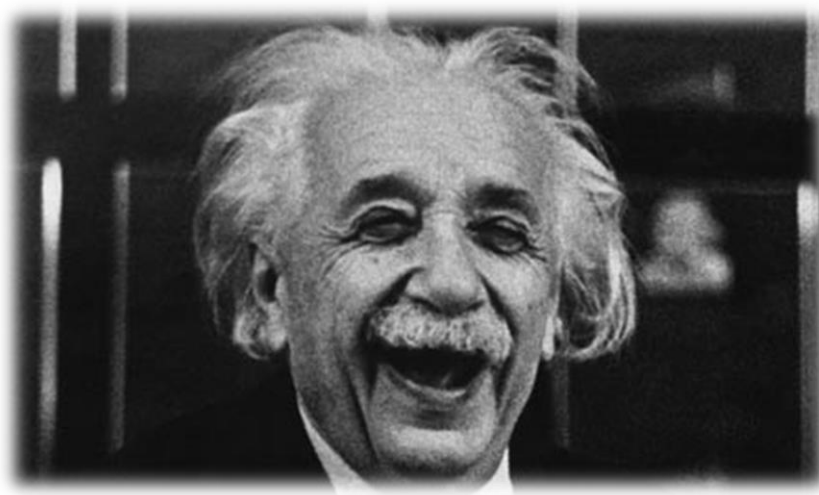


N. Rosen

■ به نظر اینشتین توصیف مکانیک کوانتومی از واقعیت فیزیکی ناقص است.

وی در در زندگینامه علمی اش می گوید:

«چیزی که از لحاظ اصولی مرا از این نظریه راضی نمی کند نگرش آن نسبت به چیزی است که به نظر من هدف برنامه ی تمام فیزیک است: توصیف کامل هر وضعیت حقیقی (فردی)... وقتی یک فیزیکدان معاصر متمایل به پوزیتیویسم این گونه فرمولبندی را می شنود، عکس العملش یک تبسم دلسوزانه است.»



■ ۲- عدم حاکمیت شانس بر جهان طبیعت

اینشتین اعتقاد نداشت که احتمالات تحول‌ناپذیر باشند، یعنی شانس عینیت داشته باشد.

اینشتین:

«من هرگز اعتقاد نداشتم که مبانی فیزیک، از قوانینی که سرشت آماری دارند تشکیل شده باشد.»

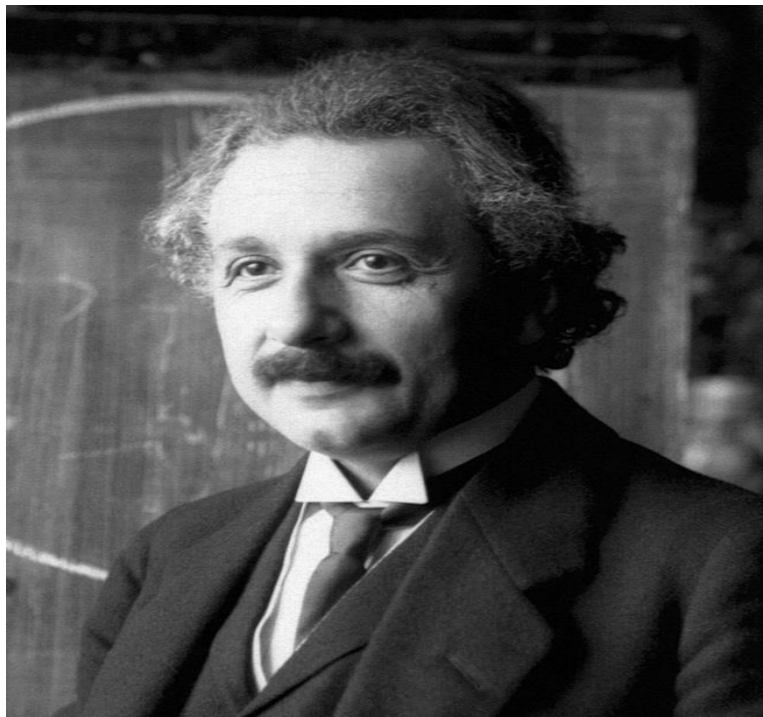
به همین جهت اینشتین از سرنوشت آماری توصیف کوانتومی ناراضی بود.

اینشتین:

«من هنوز باور ندارم که خداوند نردبازی می‌کند. اگر او می‌خواست این کار را بکند آن را طور کامل می‌کرد، نه این که بازی قمار را با یک طرح انجام دهد. در این صورت ما اصلاً مجبور نبودیم که دنبال قوانین بگردیم.»

■ در همین راستا اینشتین نامه‌ای به بورن نوشت:

«مکانیک کوانتومی مطمئناً نیرومند است. اما یک نیروی درونی به من می‌گوید که آن هنوز شیء واقعی نیست. این نظریه چیزهای زیادی می‌گوید، اما راه را به اسرار ذات قدیم نزدیک نمی‌کند. به هر حال من قانع شده‌ام که او تاس بازی نمی‌کند.»



■ اینشتین نه تنها به حاکمیت شانس بر جهان میکروفیزیک اعتقادی نداشت، بلکه برای ما انسانها نیز اکتفا کردن به احتمال وقوع رویدادها را کافی نمی‌دانست.

اینشتین:

«من ناچارم اعتراف کنم که برای این تعبیر (یعنی تعبیر آماری بورن) ارزشی گذرا قائلم. من هنوز به امکان ارائه طرحی از واقعیت – یعنی نظریه‌ای که بتواند خود اشیا را نمایش بدهد، نه فقط احتمال وقوع آنها را – ایمان دارم.»

از دید اینشتین رفتار آماری مکانیک کوانتومی ناشی از ناقص بودن آن است:

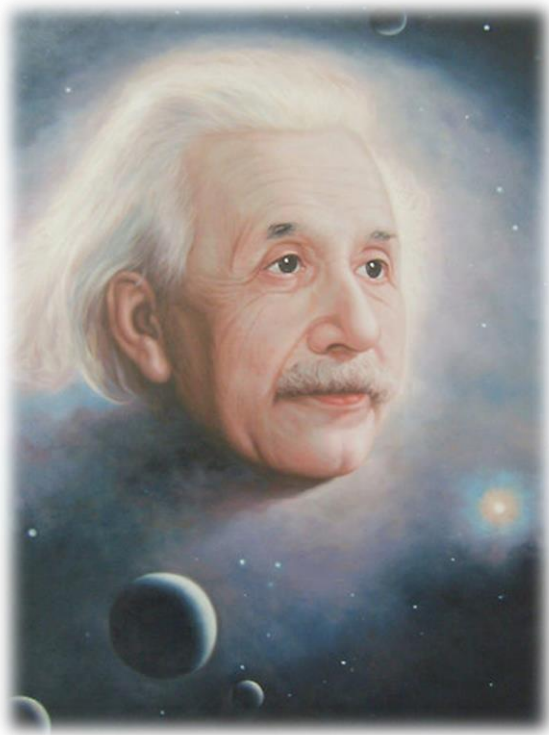
«درواقع من قانع شده‌ام که سرشت اصولاً آماری نظریه کوانتومی فعلی، ناشی از این است که این نظریه توصیف ناقصی از سیستمهای فیزیکی بدست می‌دهد.»

وی انتظار آن را داشت که روزی علیت به فیزیک برگردد.

■ ۳- رئالیسم: اینشتین معتقد بود که دستگاه فیزیک نظری باید توصیفی مستقل از عمل **مشاهده** از دنیای خارجی بدست دهد.

اینشتین می گوید:

«چون داده‌های حسی تنها بطور غیرمستقیم اطلاعاتی درباره این جهان خارجی با واقعیت فیزیکی بدست می‌دهد، جهان خارجی را تنها از روی کاوشهای نظری می‌توان دریافت. بنابراین تصورات ما از واقعیت فیزیکی هرگز نهایی نیست و ما باید همواره آماده باشیم که این تصورات یعنی ساختار فرض شده را تغییر دهیم تا آنکه بتوانیم بطور شایسته حقایق درک شده را به منطقی‌ترین وجه توصیف کنیم.»



■ در مقابل، بنیان‌گذاران **تعبیر کپنهاگی** مکانیک کوانتومی نظر دیگری داشتند.

به قول بور:

«چون مفاهیم ریاضی ذیربط (با فیزیک) چنین نقشی دارند، این ساختار اجازه نمی‌دهد که تعبیری تصویرپذیر مطابق روش‌های متداول ارائه کنیم، بلکه کارش این است که مشاهداتی را که تحت شرایط مشخصی انجام گرفته‌اند به هم مربوط کند.»



■ هاینبرگ نیز نسبتاً همین اعتقاد را داشت.

به قول هاینبرگ:

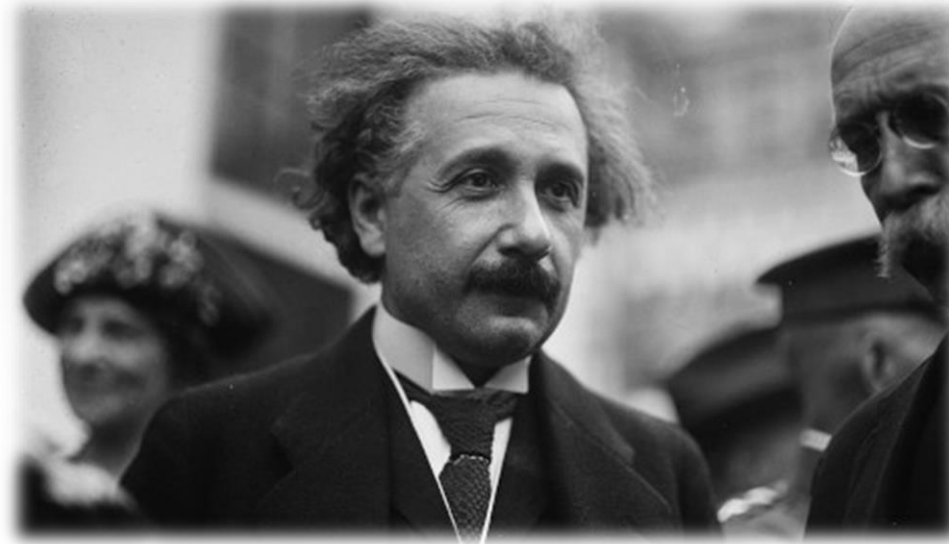
«اگر به توصیف حقایق یعنی نتایج تجربی اکتفا کنیم، تمام این تعاریف مشکل و تمایزات را می‌توان کنار گذاشت... در آزمایشهای مربوط به رویدادهای اتمی، با اشیاء و حقایق و پدیده‌هایی که به اندازه رویدادهای زندگی روزمره واقعیت دارند، سر و کار داریم. اما خود اتمها و ذرات بنیادی به همان اندازه واقعیت ندارند؛ آنها دنیایی از استغدادها و امکانات برای ما می‌سازند، نه دنیایی از اشیاء و حقایق.»



■ برای اینشتین قابل قبول نبود که از بدست آوردن یک **تصویر کامل** از پدیده‌های جهان خارج بپرهیزد.

اینشتین:

«نظریه کوانتوم امروزی، از این بابت اساساً با همه نظریات پیشین فیزیک، خواه نظریه‌های مکانیکی و خواه نظریه‌های میدانی، فرق می‌کند. این نظریه بجای توصیف رویدادهای واقعی فضا-زمانی، بر اساس یک مدل، توزیعهای احتمالی برای اندازه‌گیریهای ممکن را به صورت توابعی از زمان بدست می‌دهد.»



■ به عقیده اینشتین، وضعیتی که پیروان نظریه کوانتوم به آن رسیده‌اند همان **ایده آلیسم بارکلی** است.

وی در این باره می‌گوید:

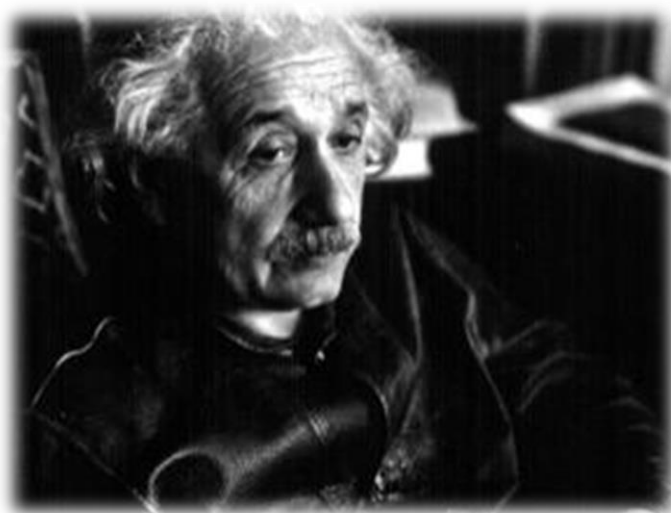
«فلسفه (یا مذهب) آرام‌بخش هایزنبرگ-بور پنان ظریفانه ابداع شده است که در حال حاضر بالش نرمی برای پیرو واقعی آن فراهم کرده است، چنانکه به این آسانی نمی‌تواند بیدار شود.»



■ اینشتین مکانیک کوانتومی را تنها نوعی پیشرفت نسبت به فیزیک کلاسیک می‌داند.

به قول اینشتین:

«تردیدی نیست که مکانیک کوانتومی به بخش قابل ملاحظه‌ای از حقیقت دست یافته است و معیاری برای شالوده‌ی نظری در آینده خواهد بود، بدین معنی که باید به صورت یک حالت حدی از آن شالوده بدست آید، همانطور که الکتروستاتیک از معادلات کلاسیک قابل استنتاج است. با وجود این، من بر این باور نیستم که مکانیک کوانتومی می‌تواند نقطه شروع این شالوده و اساس باشد، درست همانگونه که نمی‌توان شالوده‌های مکانیک را از ترمودینامیک (و نیز مکانیک آماری) بدست آورد.»



با تشکر از توجه شما

