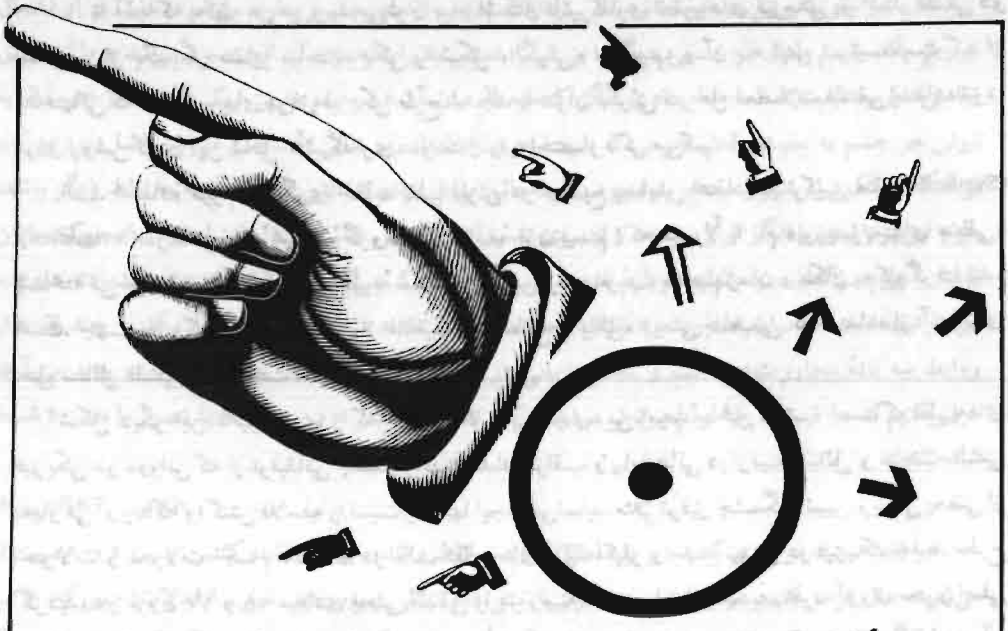


# تأثیر نظریه‌های فیزیکی بر افکار فلسفی[1]

دکتر یوسف ص. علی آبادی[2]
**پژوهشکدهٔ تاریخ و فلسفه علوم**

علم فیزیک ـ لااقل از نظر بسیاری از متفکرانی که در این حوزه فعالیت می‌کنند ـ معطوف است به جستجوی حقیقت در زمینهٔ خاصی از پدیده‌های طبیعی. فلاسفه نیز در همین جهت، ولی در زمینه‌ای دیگر، فعالیت دارند. بنابراین طبیعی است که دست‌آوردهای متفکران در هر یک از این دو رشته در دیگری اثراتی بگذارد. نمی‌شود فیلسوفی نسبت به اسرار و رموز عالم کنجکاو باشد ولی از دست‌آوردهای علم دورانش در این زمینه‌ها بی‌نیاز باشد. در عین حال، نظریه‌پردازی در فیزیک محتاج به فرضیاتی است که به تنهائی عواقب مشخص تجربی ندارند و سنجش مقبولیت آنها معمولاً از طریق تحقیقات فلسفی صورت می‌گیرد. شمه‌ای از تأثیرات افکار فلسفی بر پیدایش و تطور نظریه‌های فیزیکی در کتاب اروین برت که اخیراً تحت عنوان «مبادی مابعدالطبیعی علوم نوین» به فارسی ترجمه شده، آمده است. لذا مقتضی دیدم که دربارهٔ تأثیراتی که متقابلاً نظریه‌های فیزیکی بر پیدایش و تطور آراء فلسفی داشته و دارند، مطالبی عرضه کنم تا کفه‌های این ترازو به حال متعادل‌تری درآیند. نخست نکاتی عام دربارهٔ چگونگی و اشکال این تأثیرگذاری با استفاده از مثالهائی مشخص متذکر می‌شوم و سپس مورد خاصی از این تأثیرگذاری را که در رابطه با تعبیر بخصوصی از فرمالیسم ریاضی نظریهٔ مکانیک کوانتوم و مسألهٔ فلسفی ذهن و بدن مطرح شده است، توصیف خواهم نمود.

۱. تا آنجاکه به‌نظر من می‌رسد می‌توان میان اشکال تأثیرگذاری نظریه‌های فیزیکی بر افکار فلسفی دو شکل را از یکدیگر متمایز ساخت. یکی را شکل «الگوئی» می‌نامیم، و آن به این ترتیب است که از بدعتهائی که در نظریه‌های موفق فیزیکی طرح شده‌اند به‌عنوان الگوئی در حل معضلات فلسفی استفاده شود. برای روشن کردن این شکل تأثیرگذاری، دو مثال را به‌اختصار ذکر می‌کنم:

الف. استفادهٔ هیوم از الگوی جاذبه ثقلی نیوتن در توضیح پیدایش اعتقادات ترکیبی متقن (Synthetic Certainties) در ذهن. ب. استفادهٔ گروهی از فلاسفهٔ قرن بیستم (که معمولاً با نام «پوزیتیویستهای منطقی» شناخته می‌شوند) از الگوئی که در نظریهٔ نسبیت اینشتاین برای تعریف مفاهیم زمان و مکان به‌کار گرفته شده است. جهت منزه کردن زبان فلسفی از مفاهیم به اصطلاح «عاطل» (یعنی مفاهیمی که استفاده از آنها برای حل مسائل فلسفی مفید نیست).

شکل دیگر این تأثیرگذاری را که موقتاً شکل «پی‌آمدی» می‌نامیم، به این ترتیب است که نظریه‌های فیزیکی در دورانی که از توفیقاتی چشمگیر بهره‌مندند عواقب و پیامدهائی در زمینه مسائل و مباحث فلسفی به‌بار می‌آورند که واکنش فلاسفه را نسبت به آنها ایجاد می‌نماید. مثلاً توفیق چشمگیر تبیین ریاضی بعضی از احوالات و تحولات اجسام مادی که در قالب نظریه‌های گالیله، کپلر و سپس نیوتن در فیزیک جدید مطرح گردید، در قرون ۱۷ و ۱۸ میلادی بحثی فلسفی را در زمینهٔ تمایز میان صفات به‌وجود آورد. محور اصلی این بحث بر چگونگی امکانپذیربودن علم قطعی و همگانی دربارهٔ بعضی صفات (که متعاقب گالیله بر آن صفات «اولیه» نام نهادند) قرار داشت، در عین اینکه دربارهٔ بعضی صفات دیگر (که آنها را صفات «ثانویه» خواندند) حصول چنین علمی ممکن نیست. این تمایز نزد دکارت و همچنین در معرفت‌شناسی بعضی فلاسفهٔ انگلیسی این قرون، علی‌الخصوص جان لاک، نقشی بنیادی پیدا می‌کند. شاخص‌تر از این موارد تأثیری است که مکانیک ریاضی نیوتن در افکار فلسفی کانت به‌جای می‌گذارد. توفیق چشمگیری که مکانیک نیوتن در تبیین ریاضی بسیاری از پدیده‌های فیزیکی به‌دست آورد به مقبول بودن این فرض دامن زد که نه‌تنها حصول علم قطعی و یقینی به پدیده‌های طبیعی امکانپذیر است بلکه بشر توانسته است به چنین علمی نیز دست یازد. مقبولیت این فرض کانیت را بر آن داشت که به اصطلاح خودش به «انقلاب کپرنیکی» در متافیزیک و معرفت‌شناسی دست بزند. به‌موجب این انقلاب به‌جای اینکه به روال سنتی، کیفیات علم به طبیعت از فرضیات متافیزیکی استخراج شوند، کانت از این فرض آغاز می‌کند که نظریهٔ مکانیکی نیوتن علمی یقینی دربارهٔ جهان خارج در اختیار ما قرار داده است و سپس به تفحصات خود در زمینه‌های معرفت‌شناسی و متافیزیک آنچنان می‌پردازد که نتایج آنها با خصوصیات این علم مطابقت و سازگاری داشته باشد. نظریهٔ بدیع احکام تألیفی پیشین و همچنین نظریهٔ وی دربارهٔ مقام زمان و مکان در ادراکات ذهنی حاصل چنین تفحصاتی است. نظریهٔ اول توضیح‌دهندهٔ چگونگی امکانپذیر بودن علم یقینی به جهان خارج است، و نظریهٔ دوم با مطلق انگاشته‌شدن فضای اقلیدسی و زمان در فیزیک نیوتن سازگاری دارد.

موردی که موضوع بحث ماست، در زمینهٔ شکل پیامدی تأثیرگذاری نظریه‌های فیزیکی بر افکار فلسفی است. لکن قبل از وارد شدن به این بحث، اجمالاً نکاتی را دربارهٔ هر یک از دو مثالی که از شکل الگوئی این تأثیرگذاری ذکر کردم عرض می‌کنم.

الف. در نظریهٔ نیوتن دربارهٔ جاذبه ثقلی برداشت بدیعی از مفهوم نیرو مطرح می‌شود. سابق بر آن اعمال نیرو از یک جسم مادی بر جسمی دیگر یا از طریق تماس بلاواسطه میان آن دو تصور می‌شد و یا از طریق تماسی غیرمستقیم توسط اجسام مادی دیگر که فاصلهٔ میان آن دو جسم را پر می‌کردند. به موجب نظریهٔ نیوتن هر جسم به نسبت مقدار جرمی که دارد نیروی جاذبه‌ای بر سایر اجسام در سراسر فضا وارد می‌کند بی‌آنکه عملکرد این نیرو محتاج به وجود واسطه‌هائی مادی برای انتقالش از یک نقطه به نقاط دیگر باشد. هیوم این برداشت را الگو قرار می‌دهد و از برای تصورات یا نقوش ذهنی نیروئی مشابه پیشنهاد می‌کند. (این تشابه را هیوم در کتاب «رساله‌ای دربارهٔ طبیعت بشر» صراحتاً ذکر می‌کند). عملکرد نیروی پیشنهادی هیوم به این ترتیب است که میان تصورات یا نقوش ذهنی، به‌نسبت تعداد مواردی که آنها در یک یا چند فقره از روابط سه‌گانهٔ مجاورت، شباهت و تعاقب زمانی در خاطره ضبط شده‌اند، نیروی جاذبه‌ای پدید می‌آید. فرض کنیم که در قسمت خاطرهٔ ذهن طی مواردی کثیر تصور یا نقش a در رابطهٔ R با تصور یا نقش b ضبط شده باشد:

aRb, aRb, ... , aRb

هر قدر تعداد مواردی که a در رابطهٔ R با b در خاطره شده، بیشتر باشد؛ کشش میان a و a قوی‌تر می‌شود. حال فرض کنیم در زمانی معین تصور یا نقش a به‌تنهائی و به‌موجب فعل و انفعالات حسی که خاص پیدایش آن در ذهن است، در ذهنی حضور پیدا نماید بدون اینکه موجبات حسی خاص پیدایش b در آن ذهن در آن زمان فراهم بوده باشند. نیروی جاذبه‌ای که میان a و b به‌علت تعداد مواردی که آنها با هم در رابطهٔ R در ذهن ضبط شده‌اند به‌وجود آمده است باعث می‌شود که حضور مستقل a در ذهن کششی متناسب با آن تعداد بر b که در خاطره ضبط است اعمال نماید. به‌موجب این کشش تصور یا نقش b در رابطهٔ R نسبت به تصور یا نقش a در ذهن حضوری زنده پیدا می‌کند. فی‌المثل، فرض کنیم که نقش دود در موارد کثیری که یک ذهن نقش آتش را در خاطرهٔ خود ضبط کرده است، همیشه در مجاورت آن نقش ظاهر شده باشد. هرگاه نقش دودی به‌تنهائی در آن ذهن حضور پیدا نماید بدون اینکه موجبات حسی حضور نقش آتش در مجاورت آن فراهم باشد (مثلاً دودی مشاهده می‌شود بدون آنکه آتشی دیده شود)، نقش آتش هم به جبر نیروی جاذبه‌ای که میان دو نقش وجود دارد، در همان رابطهٔ مجاورتی که در خاطره مضبوط است با نقش حاضر دود حضور پیدا می‌کند. همین‌طور، چنانچه تصور مغذی بودن نان کراراً در تعاقب خوردن آن در ذهنی ضبط شده باشد، هنگامی که تصور خوردن قرص نانی به تنهائی در آن ذهن به‌وجود می‌آید تصور مغذی‌بودن آن نیز به جبر کششی که میان این دو وجود دارد در همان رابطهٔ تعاقب زمانی نسبت به تصور اولی در آن ذهن حضوری زنده می‌یابد. با این نظریه هیوم کوشش کرد که کیفیت یقینی بسیاری از اعتقادات تألیفی در ذهن را بدون تمسک به استنتاج استقرائی و یا دانش فطری، توضیح دهد.

ب. در نظریهٔ نسبت خاص اینشتاین برداشت بدیعی از مفهوم زمان مطرح می‌شود. سابق بر آن تصور می‌شد که گذشت زمان در تمام محورهای مختصات و مستقل از سرعتهای نسبی آنها، به یکسان صورت می‌پذیرد. فرضاً اگر آزمایشگاه X نسبت به آزمایشگاه Y در حرکت باشد، مختصات مکانی آن در آزمایشگاه Y دائماً تغییر می‌کند. لکن بنابراین تصور، این حرکت کوچکترین تأثیری در گذشت زمان در این دو

آزمایشگاه ندارد. ساعتی که در آزمایشگاه X زمان را نشان می‌دهد در عین حال نشان‌دهندهٔ زمان در آزمایشگاه Y هم هست. بنابراین برای اطلاع از همزمان بودن دو واقعه در آزمایشگاههای X و Y کافی است به ساعتهائی دقیق در هر یک که قبلاً با یکدیگر میزان شده‌اند، رجوع نمود. به موجب نظریهٔ نسبیت خاص، برخلاف این تصور، زمان جریان ثابتی در آزمایشگاههای X و Y ندارد و گذشت آن در اولی نسبت به دومی، تابع سرعت حرکت آنهاست نسبت به یکدیگر. بنابراین برای تعیین همزمان بودن دو واقعه در X و Y، رجوع کردن به ساعتهائی که قبلاً با هم میزان شده‌اند (هرچند دقیق هم بوده باشند) کفایت نمی‌کند. برای این کار لازم است زمانی را که فی‌المثل ساعت آزمایشگاه X را نشان می‌دهد به آزمایشگاه Y مخابره نمود تا با اطلاع از آن مشاهده‌گر ساکن Y بتواند همزمانی واقعه‌ای در آزمایشگاه خودش را با واقعه‌ای در آزمایشگاه X تعیین نماید. از سوی دیگر، طبق همین نظریه، سرعت تبادل اخبار میان آزمایشگاههای X و Y همیشه متناهی است و حدی دارد که گذشت از آن امکانپذیر نیست. این حد را حد سرعت ثابت نور تعیین می‌کند. نتیجهٔ منطقی این مجموعه احکام این است که تعیین همزمان بودن دو واقعه در آزمایشگاههای X و Y الزاماً شامل محدودیتی است که فاصلهٔ زمانی لازم برای رساندن خبر از یکی به دیگری (آنهم با استفاده از سریعترین نوع ممکن تبادل اخبار) ایجاب می‌نماید. هیچ محور مختصاتی نیز وجود ندارد که نحوهٔ گذشت زمان در آن به نحوی از ارجحیتی برخوردار باشد تا بتوان گذشت زمان را در محورهای دیگر نسبت به آن سنجید و اندازه گرفت. بنابراین، چنانچه نظریه اینشتاین صحت داشته باشد هر استنباطی از مفهوم همزمانی وقایع که از قید این محدودیت به نحوی فراتر رود (مانند استنباطی از این مفهوم که فی‌المثل در مکانیک نیوتن تجویز می‌شود)، لااقل در حیطهٔ علم فیزیک، عاطل است و فاقد هرگونه کارآئی در تبیین باید و شاید پدیده‌های فیزیکی.

این برداشت از زمان نه‌تنها با برداشتی که عادتاً همهٔ ما از آن داریم مغایرت دارد، بلکه سازگاری آن با نظریه‌هائی در این باب، از قبیل نظریهٔ کانت، مورد سؤال جدی قرار می‌گیرد. لکن توفیق نظریهٔ نسبیت خاص در مقابله با نتایج آزمایشهائی چون آزمایش مایکلسن ـ مورلی از یک طرف، و توفیق چشمگیر نظریهٔ نسبیت عام (که نسبیت خاص را تماماً دربرمی‌گیرد) در مقابله با نتایج مشاهدات نجومی که با پیش‌بینیهای مکانیک نیوتن مغایرت واضح داشتند از طرف دیگر، جدی گرفتن احکام این نظریه را اجتناب‌ناپذیر نمود. پدیداری این حال موجب شد الگوئی در اختیار دسته‌ای از متفکران اوائل قرن بیستم میلادی قرارگیرد تا با استفاده از آن راه‌حلهای نوینی را برای رفع معضلات فلسفی پیشنهاد نمایند.

پیش از این در اواخر سدهٔ نوزده میلادی، ارنست ماخ کوششی ناموفق نموده بود تا تمام مکانیک نیوتنی را از مفاهیمی (مانند نیروی جاذبه) که مستقیماً به تجربه یا مشاهده درنمی‌آیند پاک و منزه نماید. انگیزهٔ ماخ در این کوشش را یک دیدگاه فلسفی تشکیل می‌داد که به موجب آن فرق بین علم به طبیعت و خیالبافی، در به تجربه یا مشاهده درآمدن مفاهیمی تعیین می‌شود که در نظریه‌ها به‌کار گرفته می‌شوند. تا قبل از انتشار نظریهٔ اینشتاین ضرورتی در درون علم فیزیک پیش نیامده بود تا بر حق بودن این کوشش را تأیید نماید. مکانیک نیوتنی تا آن زمان نظریه‌ای بود که توفیقاتش بر موارد عجز آن تفوق داشت و حتی اگر بعضی از مفاهیم به‌کار رفته در آن تن به تعاریف مشخص تجربی یا مشاهداتی نمی‌داد به‌نظر نمی‌رسید که این امر نقشی

در عدم کارآئی این نظریه در مقابله با معضلات فیزیکی داشته باشد. لیکن در نظریهٔ اینشتاین بنابه مقتضیات و ملاحظات صرفاً فیزیکی (و نه ملاحظاتی که از ذوق و سلیقهٔ فلسفی نشأت گرفته باشند)، کارآمد بودن مفهومی که در عرف و عادت روزمره نیز نقشی اساسی دارد درگرو مقیدشدن برداشت ما از آن قرار می‌گیرد و دچار محدودیتهائی می‌شود که بالضروره در تجربه یا مشاهده آن وجود دارد. طبق این نظریه، هر نوع برداشت دیگری از این مفهوم که این قید را رعایت ننماید، لااقل در علم فیزیک، در حل مسائل مطروحه مثمر ثمری نخواهد بود.

نظر به اینکه مکان نیز در نظریهٔ اینشتاین مشمول محدودیتهای مشابهی با مفهوم زمان می‌گردد، و از آنجا که در نظریه نهائی وی براساس این مفاهیم طرحی نو برای تبیین پدیده‌های فیزیکی پیشنهاد می‌گردد، به نظر می‌رسد فیزیک نوینی مطابق با همان موازینی که ماخ کوشش کرده بود بر فیزیک قدیم تحمیل سازد، بنیاد نهاده شده باشد. عده‌ای از فلاسفه که این نظر را صادق انگاشتند، بر آن شدند که مطابق دستاوردهای این فیزیک نوین دست به اصلاحات در زمینه‌های مختلف زنند. از شاخصان این عده می‌توان از موریتس شلیک، پرسی بریجمن و رودلف کارنپ نام برد.

بدعتی که این متفکران در فیزیک نوین الگوی کار خود قرار دادند، مقید کردن برداشت ما از بعضی مفاهیم که در احکام خبری به کار گرفته می‌شود بود به اینکه به تجربه یا مشاهده درآیند. با اینکه میان آنها در مورد اشکال و انحاء این تقید اختلاف‌نظر وجود داشت، در یک قول همگی اتفاق نظر داشتند و آن اینکه نظریه‌هائی که از احکام تألیفی تشکیل می‌شوند (یعنی احکامی که بازگوکنندهٔ خبری از دنیا هستند)، تنها در صورتی توانائی حل مسائل پیشاروی خود را دارند که مفاهیم به‌کار رفته در آن احکام به‌نحوی در محدودیت به تجربه یا مشاهده درآمدن قرار داشته باشند. بنابراین قول، نظریه‌های مختلف فلسفی یا خود را از قید به تجربه یا مشاهده درآوردن مفاهیم مورد استفاده‌شان بری می‌دانند، که در این صورت مسائلشان بالضروره لاینحل باقی خواهند ماند و یا خود را مکلف به حل مؤثر مسائل پیشاروی خود می‌دانند، که در آن صورت باید (همانند فیزیک نوین) مفاهیم مورد استفاده‌شان را مقید به محدودیتهای تجربی یا مشاهداتی نمایند.

۲. بعد از این مقدمات وارد بحث دربارهٔ مورد خاصی از تأثیر پیامدی می‌شویم. این مورد از آن جهت که مربوط می‌شود به یکی از جدیدترین نظریه‌های فیزیکی که در حال حاضر از تفوق چشمگیری بر رقبایش برخوردار است، و از این حیث که بحث پیرامون آن در حال حاضر جریانی زنده دارد، نه فقط تازگی، بلکه از اهمیت بسزائی نیز برخوردار است.

به‌طور کلی، و با قدری اغماض، می‌توان گفت که نظریه‌های فیزیکی در شکل ریاضی‌شان شامل معادلات جامعی هستند که معمولاً به آنها معادلات حرکتی می‌گویند. این معادلات را روابطی ریاضی تشکیل می‌دهند که میان تعداد قلیلی از پارامترهای یک دستگاه فیزیکی برقرار می‌شوند. به‌طوری که به ازاء مقادیری از برای آن پارامترها که توسط شرایط اولیه معین می‌شوند، جوابهای این معادلات در زمانهای آتی، حالتهای آن دستگاه را (به شرطی که کاملاً از دخالت عوامل خارجی مصون باشد) در هر زمان مشخص می‌سازند. در مکانیک کلاسیک، معادلات حرکتی خصوصیت «غیرخطی» دارند. یعنی چنانچه از برای هر

یک از این معادلات در هر زمان بیش از یک جواب وجود داشته باشد، حاصل جمع این جوابها، جوابی از برای آن معادلات محسوب نمی‌شود. دلیل این امر را می‌توان با قدری اغماض (برای ساده‌کردن موضوع) در خصوصیت قوانین مکانیک کلاسیک جستجو کرد. این قوانین آن دسته از دستگاههای فیزیکی را دربرمی‌گیرند که نهایتاً خصوصیتی ذرّه‌ای دارند: یعنی یا خود از یک ذرهٔ صاحب جرم تشکیل می‌شوند و یا از مجموعه‌ای از چنین ذراتی. در مکانیک کلاسیک حالت هر دستگاه فیزیکی در هر زمان توسط مقادیری معین از برای پارامترهای مکان و سرعت آن دستگاه مشخص می‌شود. هر ذره و یا مجموعه‌ای از ذرات در یک زمان معین قاعدتاً یک مکان و یک سرعت معین دارد. بنابراین چنانچه مکانها و یا سرعتهای دیگری از حل یک معادله در مکانیک کلاسیک نتیجه شود، باید برای حذف آنها از محاسبات به جستجوی دلایل فیزیکی پرداخت. معادلات غیر خطی برای تبیین پدیده‌هائی که کیفیتی موجی از خود نشان می‌دهند کفایت نمی‌کند، زیرا از مشخصهٔ چنین پدیده‌هائی (مثل انتقال انرژی در میدان الکترومغناطیسی) تداخل امواج در یکدیگر است و آثار این تداخلات در تعیین حالتهای دستگاههای فیزیکی که چنین پدیده‌هائی را به‌وجود می‌آورند، نقشی غیرقابل اغماض دارد. معادلاتی که برای تبیین تطور حالتهای چنین دستگاههای فیزیکی (درگذشت زمان) باید به‌کار گرفته شوند، به این علت باید خصوصیت «خطی» بودن را دارا باشد. یعنی کلی‌ترین جواب هر یک از چنین معادلاتی در هر زمان باید حاصل جمع تمام جوابهای ممکن برای آن معادله در آن زمان باشد. برای مثال، معادلات مکسول که برای تبیین تطور حالتهای دستگاههای الکترومغناطیسی وضع شده‌اند، چنین خصوصیتی دارند. تا اینجای داستان نکتهٔ عجیب و مرموزی به‌چشم نمی‌خورد، زیرا مکانیک کلاسیک برای تبیین تطور حالتهای آن دسته از دستگاههای فیزیکی وضع شده است که خصوصیتی نهایتاً ذره‌ای دارند، و نظریهٔ مکسول برای آن دسته که خصوصیتی کاملاً موجی دارند. در فیزیک سنتی نیز میان خصوصیتهای ذره‌ای و موجی مرزی مشخص وجود دارد و آن دسته از دستگاههای فیزیکی که یکی از این دو خصوصیات را دارند دیگری را برخود نمی‌پذیرند.

در مکانیک کوانتوم، بالاجبار، این مرز از میان برداشته می‌شود. زیرا به‌نظر می‌رسد که دستگاههای فیزیکی در سطح پدیده‌های خود (یعنی پدیده‌های اتمی و جزء اتمی) هر دوی این خصوصیات را در شرائط مختلف از خود نشان می‌دهند. چنین دستگاههائی در بعضی از شرائط خصوصیات ذره‌ای از خود بروز می‌دهند و همان دستگاهها در شرایطی دیگر، خصوصیات موجی. فی‌المثل، در پدیده‌های فتوالکتریک، مبادلات الکترونها (که ذره‌ای تصور می‌شوند) با میدان الکترومغناطیس به‌صورتی ظهور می‌نمایدکه حاکی از ذره‌ای بودن «بافت» این میدان می‌نماید. در عین حال گذر یک دسته الکترون و یا فوتون (که ذره‌ای تصور می‌شوند) از درون یک یا دو منفذ بسیار ریز و برخوردشان بر سطح یک فیلم حساس عکاسی، اشکالی بر این سطح از خود به‌جا می‌گذارندکه حاکی از وقوع تداخل تعدادی موج است.

برای تبیین تطور به‌جای چنین دستگاههائی، اروین شرودینگر معادله‌ای را عرضه نمود که دارای خصوصیت خطی است و نام او را نیز بر خود دارد. جوابهای این معادله را توابعی تشکیل می‌دهندکه مقادیر آنها را اعداد موهومی تشکیل می‌دهند و هر یک به نام تابع $\psi$ (بخوانید «پسای») مشهور شده‌اند. تابع $\psi$ تابعی است که به‌جز متغیر زمان یک متغیر دیگر نیز داردکه آن را یکی از پارامترهای مکان یا سرعت

دستگاه فیزیکی مربوطه تشکیل می‌دهد. چنانچه تابع $\psi$ را به ازاء فی‌المثل پارامتر مکانی یک دستگاه خرد تعریف کنیم، از طریق قاعدهٔ «تبادل فوریه» می‌توانیم تابع معادل آن را به ازاء پارامتر سرعت آن دستگاه به‌دست آوریم.

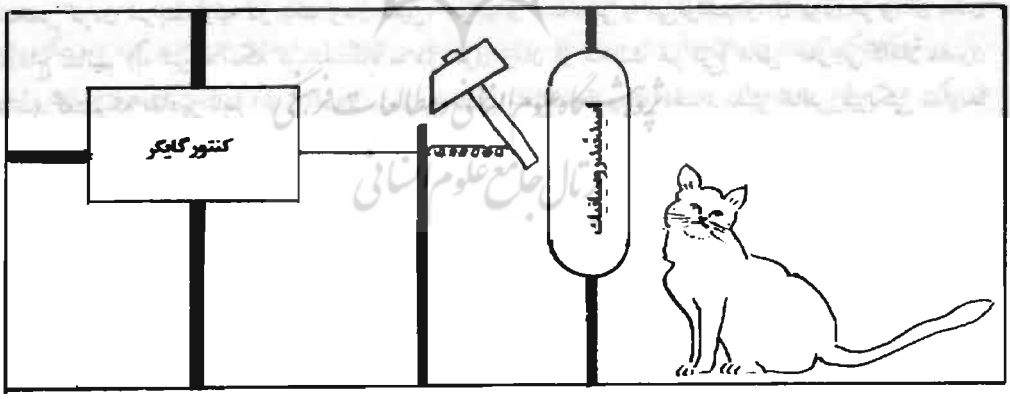
از خصوصیات تابع $\psi$ یکی موجی بودن آن است. یعنی در فضای هر یک از پارامترهای مکان یا سرعت که این تابع تعریف شود، گسترش زمانی آن در آن فضا مشمول پدیدهٔ تداخل است. بدین معنی که اگر در زمانی از برای یک معادلهٔ شرودینگر چند تابع $\psi$ به عنوان جواب وجود داشته باشد، در آن زمان تداخل جمیع این توابع مشخص‌کنندهٔ حالت خاص دستگاه مربوطه است. درست مانند این وضع که اگر فی‌المثل در سطح آب راکدی در زمانی معین دو موج در حال گسترش باشند، وضعیت سطح آب در آن زمان حالت خاصی است که حاصل تداخل این دو موج است: در نقاطی که این دو موج با هم در حال بالارفتن یا پائین‌آمدن هستند، برجستگی یا فرورفتگی مضاعف به‌وجود می‌آید، و در نقاطی که یکی در حال بالا رفتن است و دیگری به همان نسبت در حال پائین‌رفتن، این آثار خنثی‌شده سطح آب صاف باقی می‌ماند. نکته‌ای که در این خصوص قابل توجه است این است که تداخل امواج در سطح این آب در هر زمان وضعیت مشخصی را در سرتاسر آن ایجاد می‌کند. بنابراین اگر معادله‌ای در دست داشته باشیم که تطور این دو موج را در طول زمان در این سطح معین می‌سازد، جوابهای کلی این معادله را در زمانهای مختلف همیشه یک وضعیت خاص در یک زمان و وضعیت خاصی دیگر در زمان بعد تشکیل می‌دهند. هر یک از این وضعیتهای خاص در سطح آب خود حاصل تداخل بین امواجی است که در آن سطح در هر زمان صورت می‌پذیرد.

معادلهٔ شرودینگر نیز همین حالت را دارد. یعنی گسترش جوابهای کلی آن در هر زمان به‌صورت جبری صورت می‌پذیرد. اگر این معادله را برای یک دستگاه خرد که در وضعیت خاصی قرار دارد بنویسیم، با مشخص کردن شرایط اولیه در یک زمان معین، جوابهای مشخصی را می‌توانیم از آن برای هر زمان بعدی استنتاج نمائیم (به شرط آنکه کل دستگاه ما در طول زمان از دخالت هر نوع عامل خارجی کاملاً مصون بماند). گفتیم که مقادیر تابع $\psi$ را اعداد موهومی تشکیل می‌دهند و این اعداد تعبیر خاص فیزیکی ندارند. در سال ۱۹۲۶ مکس بُرن قاعده‌ای وضع کرد که به موجب آن با انجام عملیاتی بر تابع $\psi$ در هر زمان، می‌توان از برای جمیع مقادیری که پارامتر مکان یا سرعت دستگاه مربوطه ممکن است در آن زمان اتخاذ نمایند، توزیع احتمالات آنها را حساب کرد.

حال سؤال پیش می‌آید که با این همه تفاصیل تعبیر فیزیکی تابع $\psi$ که جواب معادلهٔ شرودینگری را تشکیل می‌دهد که برای یک دستگاه فیزیکی در وضعیتی خاص نوشته شده است و گسترش آن در فضای یکی از پارامترهای دینامیک آن دستگاه حالت موجی دارد، چیست؟ از بدو پیدایش نظریهٔ کوانتوم دو مکتب در جواب به این سؤال به‌وجود آمد. یکی ادعا می‌کرد تابع $\psi$ مبین یک پدیدهٔ جدید میدانی است که به نحوی با تطور حالتهای دستگاههای خرد ارتباط دارد و وضعیت آن در هر زمان، حالت دستگاه مربوطه را معین می‌سازد. دیگری مدعی بود که تابع $\psi$ عیناً و بدون واسطه مبین تمام و کمال خود حالت یک دستگاه است. نظر اول در بدو امر توسط لوئی دوبروی، اینشتاین و شرودینگر به گونه‌هائی متفاوت حمایت می‌شد.

لکن به واسطه اشکالات فیزیکی که در آن زمان تصور می‌شد قبول تعبیر میدانی تابع $\psi$ را دشوار نماید، دیری نپائید که فروکش گرفت. نظر دوم توسط نیلزبُر و وِرنِر هایزِنبرگ مطرح شد، سخت مورد دفاع قرار گرفت و متعاقباً میان فیزیکدانان به عنوان تعبیر رسمی تابع $\psi$ قوام گرفت. از اواخر سالهای ۱۹۵۰ میلادی، به واسطهٔ مجاهدتهای دیوید بوهم دوباره نظریهٔ اول (یا شکلی از آن) احیاء گشت و در دهه‌های اخیر توسط جان بِل حیثیتی بسزا یافت. ما در اینجا وارد بحث جدل میان این دو مکتب و مسألهٔ حقانیت نقطه‌نظرهای آنها نمی‌شویم. آنچه مقصود ماست نشان‌دادن پیامدهای تعبیر دوم است بر مسألهٔ فلسفی ذهن و بدن. پس در بدو امر فرض می‌کنیم که مطابق نظر دوم تابع $\psi$ بیان‌کنندهٔ دستگاههای فیزیکی در هر زمان است.

در سال ۱۹۳۵ شرودینگر مقالهٔ مبسوطی دربارهٔ مسائل مربوط به تعبیر فیزیکی فرمالیسم ریاضی نظریه کوانتوم منتشر نمود. در یک پاراگراف بسیار کوتاه از این مقاله، مسأله‌ای مطرح می‌شود که به نام مسألهٔ «گربهٔ شرودینگر» اشتهاری جاودانه پیدا کرده است. گربه‌ای را در محفظه‌ای قرار می‌دهیم که در آن یک کپسول شیشه‌ای حاوی مقداری اسید ئیدروسیانیک تعبیه شده است. به‌طوری که با شکسته‌شدن کپسول و مجاورت اسید با هواگاز کشنده‌ای در محفظه پخش شده و گربهٔ سیاه‌بخت را از پا درآورد. سپس در یک کنتور گایگر (دستگاهی که در آن تشعشع رادیواکتیو تبدیل به جریان برق می‌شود) مقدار بسیار ناچیزی از یک مادهٔ رادیواکتیو قرار می‌دهیم به‌طوری که پس از گذشت یک ساعت یکی از اتمهای آن با احتمال ۵۰٪ زائل شود. اگر چنین واقعه‌ای بعد از یک ساعت به‌وقوع پیوست، جریان برقی که در کنتور گایگر به علت تشعشع رادیواکتیو حاصله تولید می‌شود، چکشی را آزاد می‌نماید تا به کپسول شیشه‌ای حاوی سم اصابت کند و آن را درهم شکند.




از آنجاکه با احتمال ۵۰٪ ممکن است اتمی زائل نشود، بعد از گذشت یک ساعت ۵۰٪ احتمال دارد

که گربه کماکان زنده باشد و ۵۰٪ احتمال دارد که کشته شده باشد. فرض می‌کنیم که دستگاه شامل کنتور و محفظهٔ حاوی گربه و آلت قتاله، در مقابل عوامل خارجی (حتی تابش نور) در انزوای کامل قرار داشته باشد. اگر معادلهٔ شرودینگر را برای این دستگاه (که می‌توانیم آن را به عنوان یک دستگاه واحد ولی مرکب تصور کنیم) بنویسیم، پس از گذشت یک ساعت، این معادله دو جواب خواهد داشت که هر یک مبین یک حالت برای این دستگاه است:

$\psi_1$ = اتم زائل شده و گربه مرده است.

$\psi_2$ = اتم باقی مانده و گربه زنده است.

به‌علت خطی بودن معادلهٔ شرودینگر، وجود این دو جواب پس از گذشت یک ساعت ایجاب می‌کند که حالت این دستگاه را در آن زمان تداخل $\psi_1$ و $\psi_2$ با یکدیگر تعیین نماید. حاصل این تداخل نیز باید حالت خاصی باشد (شاید به تصور هم درنیاید) به‌طوری که قرار گرفتن دستگاه مرکب ما در آن حالت، وضعیت حیاتی گربه را چیزی مابین زنده و مرده بودن تعیین می‌نماید. پرواضح است که چنین وضعیت حیاتی را برای این گربه هیچ‌گاه مشاهده نمی‌کنیم. چنانچه پس از یک ساعت این دستگاه مرکب را از انزوا به درآورده، در محفظه را بازنمائیم، آنچه به چشم می‌آید یا گربهٔ زنده است و یا گربه‌ای مرده، گربه نه زنده و نه مرده هیچ وقت به مشاهده درنمی‌آید.

برای رفع معضل تفاوت میان حالت یک دستگاه فیزیکی که در وضعیت انزوای کامل قرار دارد و حالتی که در آن دستگاه (بعد از شکستن انزوای آن) مشاهده می‌شود (معضلی که به نام «مسألهٔ اندازه‌گیری» در مکانیک کوانتوم اشتهار دارد)، جان فُن نویمَن در اوائل سالهای ۱۹۳۰ میلادی نظریه‌ای را عرضه نمود که مشکلات ریاضی این معضل را به گونه‌ای اعجاب‌انگیز حل نمود. به‌موجب این نظریه برای حالتهای هر دستگاه فیزیکی دو نوع تطور کاملاً متفاوت منظور می‌گردد. یکی تطور در وضع انزوای کامل و دیگری تطور در وضع قرار گرفتن در معرض دخالت عوامل خارجی. معادله شرودینگر، بنابر نظریهٔ فُن نویمَن، تطور حالتهای یک دستگاه فیزیکی را فقط و فقط در وضعیت انزوای کامل تعیین می‌نماید. در این وضعیت، یک دستگاه فیزیکی به گونه‌ای جبری و غیرآماری، همیشه از یک حالت خاص و به حالت خاص دیگری (که در موارد لزوم هر یک از تداخل حالتهای متفاوت در یکدیگر تشکیل می‌شود) منتقل می‌شود. لیکن وقتی این انزوا از میان برداشته شود و دستگاه فیزیکی در معرض دخالت عوامل خارجی قرار گیرد، حالت خاصی که احیاناً از تداخل چند حالت ممکن با یکدیگر در زمانی قبل از خروج از انزوا به وجود آمده بود شکسته شده و هر یک از آن حالتها، به گونه‌ای آماری، در مقابل دستگاه مورد نظر قرار می‌گیرند. یعنی دستگاه فیزیکی با احتمال فلان درصد یک حالت را قبول می‌کند و با احتمال بهمان درصد حالتی دیگر را، و همین طور به ازاء تمامی حالتهائی که ممکن است برای آن وجود داشته باشند. بنابراین، طبق این نظریه، پای احتمالات در مکانیک کوانتوم تنها در زمانی به میان می‌آید که وضعیت یک دستگاه فیزیکی از انزوا خارج شود و آن دستگاه وارد تبادلاتی با محیط خارج از خود گردد.

حالتهای دستگاههای خرد به‌تنهائی و فی‌نفسه، قابل مشاهده نیستند. برای مشاهده این حالتها بالضروره باید این دستگاهها را در ارتباط با دستگاههائی که حالتهایشان قابل مشاهده هستند (مانند ابزار اندازه‌گیری)

قرار دارد و تأثیرات فعل و انفعالات این دو را بر روی دومی اندازه گرفت. چنانچه این فعل و انفعالات در انزوای کامل صورت گیرند، طبق نظریهٔ فُن نویمَن، تطور حالتهای دستگاه مرکب به صورت جبری از یک حالت خاص به حالت خاص دیگری صورت می‌پذیرد. لیکن برای انجام عمل مشاهده لازم است ذهنی وارد میدان شود و تأثیرات فعل و انفعالات میان دستگاههای خرد و ابزار اندازه‌گیری را بر حالتهای دومی ثبت نماید. پادرمیان‌گذاردن یک ذهن برای انجام عمل مشاهده حالت یک دستگاه مرکب و منزوی می‌تواند به منزلهٔ شکستن انزوای آن دستگاه تلقی شود. در این صورت، طبق این نظریه، آنچه به‌وقوع خواهد پیوست ثبت فقط یکی از حالتهای ممکن از برای دستگاه خواهد بود، با احتمالی مخصوص آن. پس در موقعیتی که یک ذهن برای انجام عمل مشاهده به عنوان عاملی خارجی نسبت به یک دستگاه فیزیکی کاملاً منزوی عمل می‌نماید، ثبت حالتی که از تداخل تمام حالتهای ممکنه آن دستگاه تشکیل می‌شود، بالضروره امکانپذیر نمی‌باشد. به‌این علت حالتی که طبق نظریهء کوانتوم از تداخل حالتهای زنده بودن و مرده بودن برای گربهٔ شرودینگر منظور می‌گردد، نمی‌تواند به مشاهده درآید. در اینجا باید بخصوص توجه کرد که در نظریهٔ فُن نویمَن واقعیت داشتن حالتی که از تداخل جمیع حالتهای ممکن یک دستگاه فیزیکی تشکیل می‌شود، برای احتساب احتمالاتی که پس از شکسته‌شدن انزوای آن دستگاه برای هر یک از حالتهای ممکنه‌اش به‌تنهائی منظور می‌شوند، الزامی است (هرچند چنین حالتهائی در تصور به سادگی نگنجند). فی‌الواقع، نبوغ فُن نویمَن در پیداکردن آنچنان فرمالیسم ریاضی جامعی به منصهٔ ظهور رسید که در قالب آن از تطور جبری حالتهای یک دستگاه کاملاً منزوی که مطابق معادلهٔ شرودینگر صورت می‌گیرد، دقیقاً مقادیری برای احتمالات هر یک از حالتهای ممکنه استنتاج می‌شود که مورد تأیید کامل در انواع مشاهدات و آزمایشها قرار گرفته‌اند.

نظریهٔ فُن نویمَن دربارهٔ تطور حالتهای دستگاههای فیزیکی، هم در وضعیت انزوا و هم در شرایط مشاهداتی، پیامدهای مستقیمی در زمینهٔ مبحث فلسفی ذهن و بدن دارد. مسألهٔ اصلی را در این مبحث می‌توان به این شکل مطرح کرد که آیا شعور و آگاهی از نوع پدیده‌هائی است که در نهایت (زیرا در حال حاضر که چنین وضعی واقع نیست) تبیین فیزیکی بپذیرد یا نه. یعنی آیا قوانین فیزیکی که مشتمل بر بعضی از پدیده‌های طبیعی می‌شوند، می‌توانند در زمانی از تکاملشان دامنهٔ شمول خود را بر پدیدهٔ شعور و آگاهی نیز بگسترانند؟

در سال ۱۹۶۱ میلادی، یوجین پُل ویگنر مضمون انسانی‌تری از تم آزمایش گربهٔ شرودینگر را طی آزمایش دیگری عنوان نمود و از آن جوابی قاطع به سؤال بالا نتیجه گرفت. در این آزمایش همان کنتور گایگر مرتبط می‌شود به لامپی که در تعاقب زائل‌شدن اتم و تشعشع رادیواکتیو حاصله روشن می‌گردد. در محفظه هم به جای گربه و کپسول و چکش از دوستی (که به نام «دوست ویگنر» اشتهار یافته است) دعوت می‌کنیم که بنشیند و روشن‌شدن یا نشدن لامپ را بعد از گذشت یک ساعت مشاهده نماید. باز اگر این دستگاه را کاملاً از ارتباط با خارج منزوی سازیم و معادلهٔ شرودینگر را برای تطور حالتهایش بنویسیم، بعد از گذشت یک ساعت این معادله دو جواب خواهد داشت:

$\psi_1$ = اتم زائل شده و دوست ویگنر لامپ را روشن مشاهده کرده است.

$\psi_2$ = اتم باقی مانده و دوست ویگنر لامپ را خاموش مشاهده کرده است.

طبق نظریهٔ فُن نویمَن تا زمانی که دستگاه مرکب شامل دوست ویگنر در انزوای کامل قرار داشته باشد، پس از گذشت یک ساعت این دوست باید در حالتی قرار داشته باشد که نه لامپ را روشن بیند و نه آن را خاموش. فقط پس از گذشت یک ساعت وقتی که وضعیت انزوای این دستگاه مرکب را برهم زده با دوست وینگر ارتباطی برقرار سازیم، وی باید با ۵۰٪ احتمال به ما بگوید که لامپ را روشن دیده است و با ۵۰٪ احتمال آن را خاموش یافته است. حال اگر مدتی بیش از یک ساعت صبر کنیم و سپس دستگاه مرکبمان را از انزوا خارج سازیم، می‌توانیم از دوست ویگنر سؤال کنیم که بعد از گذشت یک ساعت چه حالتی را در لامپ مشاهده کرده است. جواب او قطعاً یا «خاموش» خواهد بود و یا «روشن». هیچ‌گاه جوابی از او که حاکی از نه روشن‌بودن و نه خاموش بودن لامپ بوده باشد، نخواهیم شنید.

در اینجا به‌نظر می‌رسد که نظریهٔ فُن نویمَن به‌تناقض برخورده باشد. زیرا این نظریه برای یک دستگاه فیزیکی کاملاً منزوی، حالتی خاص که از تداخل جمیع حالتهای ممکنه آن تشکیل می‌یابد پیش‌بینی می‌نماید، در صورتی که در آزمایش ویگنر شاهدی که خود دَر زمان انزوای کامل یک دستگاه مرکب فیزیکی جزئی از آن بوده، هیچ‌گونه آثاری از چنین حالت خاصی را در آن زمان مشاهده ننموده است. از آنجاکه نظریهٔ فُن نویمَن در جمیع مواردی که اجزاء دستگاههای مرکب فیزیکی را اشیاء فاقد شعور و آگاهی تشکیل می‌دهند توفیقی چشمگیر در پیش‌بینی وقایع داشته است، ویگنر نتیجه می‌گیرد که صدق این نظریه را باید الزاماً محدود به آن موارد دانست. هرگاه جزئی از یک دستگاه مرکب را ذهنی تشکیل دهد، گو اینکه آن دستگاه در انزوای کامل هم قرار داشته باشد، هیچ‌گاه تطور حالتهای آن دربرگیرندهٔ حالت خاص تشکیل شده از تداخل حالات ممکنه‌اش نمی‌تواند باشد. به‌عبارت دیگر، به اعتقاد ویگنر، نظریهٔ فُن نویمَن، که جامع‌ترین و دقیق‌ترین نظریه‌ای است که تمام قوانین مربوط به انواع مختلف تطور حالتهای دستگاههای فیزیکی را مدون کرده است، تنها در صورتی از رویاروئی با تناقض جان به‌در خواهد برد که پدیدهٔ شعور و آگاهی که خاصهٔ ذهن است، از حیطهٔ شمول قوانین فیزیک بیرون باشد. دستگاه مرکبی که در مقام جزئی از خود پدیدهٔ شعور یا آگاهی را گنجانده باشد، نمی‌تواند یک دستگاه فیزیکی به‌حساب آید. و از این رو مشمول قوانین تطور فُن نویمَن نیز نخواهد بود.

تعبیر خاصی که تابع $\psi$ را در مکانیک کوانتوم به عنوان توصیفی کامل از حالت یک دستگاه فیزیکی معرفی می‌نماید از یک طرف، و نظریهٔ جامع فُن نویمَن دربارهٔ انواع تطور این حالتها از طرف دیگر، پیامد مشخصی در مبحث فلسفی ذهن و بدن دارد که آن را ویگنر استادانه نشان داده است. در استدلالی از نوع برهان خلف ویگنر از این مقدمه آغاز می‌کند که شرط لازم از برای اینکه پدیدهٔ شعور و آگاهی تبیین فیزیکی بپذیرد این است که بتوان ذهن را به عنوان جزئی از یک دستگاه مرکب به‌حساب آورد. سپس وی نشان می‌دهد که گنجاندن ذهن در مقام عضوی از یک دستگاه مرکب فیزیکی، نظریهٔ فُن نویمَن را با تناقض روبرو ساخته، درنتیجه اعتبار مکانیک کوانتوم را مخدوش می‌سازد. نتیجهٔ مستقیم بودن ذهن از قرارگرفتن در حیطهٔ شمول قوانین فیزیکی، مورد نقض را رویاروی نظریه فُن نویمَن از میان برمی‌دارد و اعتبار برحق مکانیک کوانتوم را در زمینهٔ پدیده‌های طبیعی دست نخورده برجا می‌گذارد. بنابراین می‌توان گفت که پیامد تعبیر خاصی از مکانیک کوانتوم حل مؤثر مسألهٔ فلسفی ذهن و بدن را ایجاب می‌کند، آن هم به نفع موضع

دوگانه بودن پدیده‌های شعور و آگاهی از یک طرف و پدیده‌های مادی از طرف دیگر. به‌موجب این پیامد شعور و آگاهی از نوع پدیده‌های فیزیکی نمی‌تواند باشد و قوانین فیزیک به گونه‌ای که ما آنها را می‌شناسیم، توانائی تبیین حالتهای ذهن را ندارند.

۱. این نوشته براساس سخنرانی تهیه شده است که در ۱۳ آبان ۱۳۷۲ در انجمن حکمت و فلسفه ایراد شد. بدین وسیله از آقای دکتر اعوانی که از اینجانب دعوت کردند و حضاری که زحمت شرکت در آن جلسه را بر خود هموار نمودند تشکر می‌نمایم.

۲. دکتر یوسف صمدی علی‌آبادی در سال ۱۳۲۶ در تهران به دنیا آمد و در سال ۱۳۴۴ پس از اتمام دورهٔ دبیرستان روانهٔ آمریکا شد و در سال ۱۳۵۰ دانشنامهٔ لیسانس خود را در رشته فیزیک از دانشگاه «ایلی نوی» اخذ کرد. در سال ۱۳۵۳ پس از دریافت درجهٔ فوق لیسانس فلسفه از دانشگاه ایلی نوی جنوبی روانهٔ ایران شد و پس از چند سال تدریس، برای ادامهٔ تحصیل به لندن عزیمت کرد و در سال ۱۳۵۹ دورهٔ فوق لیسانس در منطق و روش علمی را پشت سرگذاشت و از آن پس در رشته‌های مختلف منطق و فلسفهٔ علم به پژوهش پرداخت تا اینکه در سال ۱۳۶۵ دورهٔ دکتری را رسماً آغاز کرد. رسالهٔ دکتری وی باعنوان «اصل تطابق و انتخاب نظریه‌ها در فیزیک» در شهریور ۱۳۷۲ به دانشگاه لندن تحویل شد. وی از اول مهرماه ۱۳۷۲ در پژوهشکدهٔ تاریخ و فلسفهٔ علوم در مؤسسه مطالعات وتحقیقات فرهنگی (پژوهشگاه) به کار تحقیق پرداخته است.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی