



آغاز سومین سال

تولد باشگاه فیزیکی

اصفهان مبارک

بسم الله الرحمن الرحيم

بعضی جنبه‌های فلسفی

مکانیک کوانتومی

رسول رکنی‌زاده

گروه فیزیک دانشگاه اصفهان

آغاز سومین سال باشگاه فیزیک اصفهان

5 دیماه 1391



# مسائل فلسفه علم مضاف به علوم

---

- (1) شناسایی تاریخی و منطقی ماهیت دانش و چیستی آن
- (2) هندسه، قلمرو و ساختار دانش و بیان مهم‌ترین مسائل آن
- (3) معناشناسی مفاهیم کلیدی دانش
- (4) روش‌شناسی و کشف رویکردها و رهیافت‌های دانش
- (5) مباحث معرفت‌شناختی دانش مانند چگونگی توجیه و اثبات گزاره‌ها و بیان سرشت (واقع‌نمایی یا ابزارانگاری) آنها
- (6) پیش‌فرض‌ها و مبادی علمی و غیر علمی (تبیین روان‌شناختی و جامعه‌شناختی)

7. غایت و کارکرد و پیامدهای فردی و اجتماعی  
دانش

8. مطالعه‌ی تطبیقی گرایش‌های مختلف دانش

9. نسبت و مناسبات دانش با علوم و رشته‌های علمی  
همگون و تأثیر و تأثر آن‌ها از یکدیگر

10. آسیب‌شناسی و کشف بایسته‌های دانش



# پرسش اساسی

---

■ علم برای ما معرفت تولید می‌کند اما چگونه می‌تواند سرشت معرفت متأثرکند و روش شناخت ما را تغییر دهد؟ پرسشی از رابطه‌ی هستی‌شناسی (Onthology) و معرفت‌شناسی (Epistemology)

■ مکانیک کوانتومی مدعی است که علاوه بر تولید معرفت نسبت به جهان واقع، سرشت معرفت ما را نیز دستخوش دگرگونی می‌کند.

■ مهم‌ترین نتیجه‌ی فلسفی مکانیک کوانتومی تأثیر آن روی نظریه‌های شناخت است.



# ضرورت رویکردهای نظری - فلسفی

---

- مکانیک کوانتومی یک نظریه‌ی تعبیر پذیر است
- مکانیک کوانتومی آزمایشگاهی برای بعضی دیدگاه‌های فلسفی (مرتبط با مکانیک کوانتومی) است
- مکانیک کوانتومی نظریه‌ای واقع‌گرایانه یا پادواقع‌گرایانه است
- مکانیک کوانتومی در مورد نحوه‌ی علم به اشیا است

## چرا به تعبیر در مکانیک کوانتومی نیاز مندیم؟

■ آیا یک توپ صلب از مجموعه‌ای اتم‌ها با توزیع احتمالی در فضا ساخته شده یا مجموعه‌ای از اتم‌های صلب؟

■ هدف تعبیر آشتی دادن این دو نقطه‌ی متقابل (نتایج ریاضی و نظری و واقعیتی عینی در زندگی روزمره) است.

■ در واقع تعبیر، علم به چگونگی تفکر در باره‌ی جهان است.



# سه راه برای تعبیر نظریه‌ی کوانتومی

1. راه مبتنی بر تجربه‌ی مشترک بشری است، تعبیر آن از جهانی مملو از واقعیت‌ها، فهم عرفی موروثی. این رویکرد آن چیزهایی را برمی‌گزیند که با کشفیات فیزیک سازگارند، مفاهیم را پالایش می‌کند، گستره‌ی آن‌ها را محدود می‌کند، و در نهایت در مورد جهان محتاطانه سخن می‌گوید. این مسیری است که توسط بوهر دنبال می‌شد.
2. برداشت دیگر مبتنی بر نظر به تعبیر به‌صورت شاخه‌ی خاصی از فیزیک نظری است. با شروع از برخی اصول معین (ذره، توابع موج و غیره) از طریق اثبات‌های ریاضی، جنبه‌های کلاسیکی یعنی باز نمود فهم عرفی اشیاء نسبتاً بزرگی که ما در مقیاس بشری دریافت می‌کنیم، استنتاج می‌شود. این رویکرد متأخرتر است. (واهمدوسی)
3. نظریه بوهم (مکانیک کوانتومی مبتنی بر علیت و مفاهیم عرفی)



# سه دلیل برای اساسی بودن تعبیر در مکانیک کوانتومی

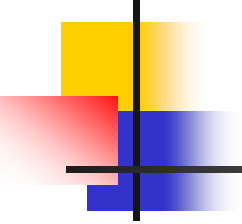

1. صوری بودن و ابهام در نظریه
2. عدم وضوح مفهوم یک مشاهده‌گر و از دست رفتن  
خصالت عینی‌گرایی علم
3. توافق بین جنبه‌های احتمالاتی نظریه و واقعیت عینی

# چارچوب یاد واقع گرایانه (پراتیک) در تعبیر مکانیک کوانتومی

- نظریه ی کوانتومی یک طرح برای پیشگویی توزیع احتمالاتی نتایج اندازه گیری های انجام شده روی نسخه های به طور مناسب تهیه شده ی یک سامانه است
- احتمالات از طریق آماری به صورت فرکانس نسبی نمایش داده می شود و احتمالات شناختی نیست بلکه جزء بنیادین نظریه است.



- مفهوم اندازه گیری در این تعبیر بنیادین است
- در نظریه کوانتومی اینکه یک سامانه فیزیکی دارای مقادیری برای کمیات فیزیکی است، مفهوم نامناسبی است.
- یک حالت به یک سامانه متعلق نیست بلکه به یک "آنسامبل تعلق دارد"

- 
- 
- 
- احتمالات نظریه کوانتومی بازتابی از ضعف آگاهی ما نسبت به واقعیت است: تعبیر شناختی از احتمالات
  - حالت کوانتومی را می توان به خود سامانه مربوط کرد



# اندازه گیری در فیزیک کلاسیک

---

- در فیزیک کلاسیک فرض می شود که واقعیت خارجی با ویژگی های معینی وجود دارد که توسط اندازه گیری کشف می شود



# اندازه گیری در مکانیک کوانتومی

---

- مکانیک کوانتومی با این گزاره که اندازه گیری ها واقعیت موجود را کشف می کند ناسازگار است.
- به بیان دیگر اندازه گیری اکتساب آگاهی، به طور منفعل، از واقعیت موجود خارجی (Objective) نیست.
- اینکه یک واقعیت عینی، خارج از مشاهدات وجود دارد یا نه، به نظریه کوانتومی مربوط نیست.



# موضع پاد واقع‌گرایانه‌ی مکانیک کوانتومی

کمبل در 1937:

ما هیچ دلیل رضایت بخشی برای انتساب وجود عینی به کمیات فیزیکی، که از اعدادی که هنگام اندازه‌گیری با آن‌ها مربوط می‌کنیم، نداریم.

هیچ دلیل واقعی برای این فرض وجود ندارد که یک ذره در هر لحظه دارای یک مکان معین، اما نا معلوم، باشد که توسط اندازه‌گیری حقیقی کشف می‌شود یا یک تکانه‌ی معین که توسط اندازه‌گیری دیگری آشکار می‌شود. برعکس در صورتی که مفاهیم کلاسیک را به مکانیک کوانتومی حمل کنیم به کلافی از تناقضات برمی‌خوریم....

در واقع دقیق‌تر آن است که ما از اندازه‌گیری کردن این یا آن کمیت فیزیکی سخن بگوییم تا از اندازه‌گرفتن آن.



# تعبیر واقع گرایانه

---

- در نظریه کوانتومی گفتگو از یک سامانه منفرد که دارای مقادیری برای کمیات فیزیکی خود است معنی دار است
- نظریه کوانتومی یک چارچوب برای پیشگویی توزیع احتمالاتی این مقادیر متعلق به سامانه است.
- نظریه کوانتومی، نظریه ای مربوط به نتایج اندازه گیری نیست و اندازه گیری نقش بنیادی در آن ایفا نمی کند.





# مدعای دیدگاه واقع گرایانه

■ صورتبندی تکنیکی نظریه کوانتومی ناکامل است

متغیرهای پنهان با دو مفهوم مطرح می شوند

1. "متغیرهای پنهانی" وجود دارند که مقادیر آنها برای توصیف فیزیکی کامل لازم است.

2. متغیرهای پنهان موضوع افتاخیزهای آماری بنیادی هستند که شالوده ی سرشت احتمالاتی پیشگویی های نظریه کوانتومی استاندارد را تشکیل می دهند

# نتایج فلسفی مکانیک کوانتومی در حوزه‌ی فلسفه‌ی شناخت

بعضی اصول اساسی فلسفه‌ی شناخت کلاسیک

1. واقع‌گرایی (واقعیت مستقل از مشاهده‌گر وجود دارد)
2. فهم‌پذیری (امکان تصور واقعیت در ذهن)
3. علیت (هر معلولی علتی دارد)
4. موضوعیت برای اشیا (هر چیز جایی دارد)
5. تشخیص‌پذیری (دو چیز نایکسان را می‌توان توسط ذهن تمیز داد)
6. شناخت‌پذیری (تشخیص درستی و نادرستی ایده‌ها)

# تقابل علیت و احتمال در مکانیک کوانتومی (از دیدگاه ارتودوکس)

- یکی از جدی‌ترین جنبه‌های مکانیک کوانتومی خصلت احتمالاتی آن است. هر چیز در دنیای کوانتومی به‌طور کاتوره‌ای رخ می‌دهد و هیچ علت مستقیمی برای رویدادهای کوانتومی وجود ندارد. ( واپاشی اتم برانگیخته در یک زمان معین کاملاً بدون علت است).
- احتمالات در مکانیک کوانتومی جنبه‌ی غیر شناختی دارد. در حالی که در مکانیک کلاسیک ما با احتمالات شناختی سروکار داریم.
- قوانین در جهان فقط احتمال وقوع رویداد را معرفی می‌کنند. بنابراین ما با تقابل تعیین‌گرایی و احتمال‌گرایی مواجهیم اما هر دو برای فیزیک ضروری‌اند. (نظریه احتمالاتی و آزمایش‌ها تعیین‌گرایی‌ناهند).
- روابط عدم قطعیت، پیامدی از همین جنبه‌ی احتمالاتی نظریه‌ی کوانتومی است.



# اصل مکملیت

---

- ترکیب همه‌ی ویژگی‌های فیزیکی یک سامانه در یک گزاره ناممکن است.
- مشاهده‌پذیرها عملگرهایی‌اند که علی‌الاصول ناجابجایی‌اند
- ذرات کوانتومی هم جنبه‌های ذره‌ای و هم موجی از خود بروز می‌دهند.



# مشکلات اصل مکملیت

---

1. چگونه می توان منطقی و سازوار باقی ماند هنگامی که یک شیء را می توان به چندین راه مختلف تصور کرد؟

2. اختیاری بودن انتخاب: ما با اختیار می توانیم یک توصیف را بر توصیف دیگر رجحان دهیم، و این یعنی از دست رفتن عینیت؟

# روش بوهر در حل مشکلات اصل مکملیت

1. نباید در مورد دنیای اتمی فی‌نفسه سخن گفت. دنیای کوانتومی جهانی برای تصور و شهود حسی نیست.
2. شکاف بین جهان کلاسیک (ابزارهای اندازه‌گیری) و جهان کوانتومی (سامانه‌های کوانتومی) ولذا دو دسته قوانین برای جهان خواهیم داشت.
3. فروکاهش تابع موج: اتم پس از اولین اندازه‌گیری حافظه‌ی خود را از دست می‌دهد. این قاعده با دیگر اصول مکانیک کوانتومی در تناقض است.



# در هم تنیدگی

---

در سامانه های مرکب با وضعیت هایی مواجه می شویم که در آن اجزای سامانه دارای هیچ ویژگی نیستند بلکه فقط سامانه ی کل دارای دسته ای از ویژگی ها است.

**در تصویر کوانتومی،**

**جهان یک "کل تجزیه ناپذیر" است**

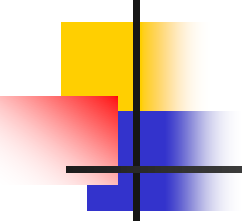


# ناموضعیّت

---

- اندازه گیری های دومشاهده گر دور از هم روی یک سامانه ی مرکب در هم تنیده همبسته است.
- در مکانیک کوانتومی اصل علت های موضعی برقرار نیست.





---

کاشکی، مستی زبانی داشتی  
تازستان پرده ها برداشتی  
هرچه کوئی ای دم، مستی از آن  
پرده می دیگر بر او بستن بدان