

نگرش فیزیکی به جهان

تألیف:

محمدرحیدر تگور

(عضو هیأت علمی دانشگاه رازی)

دانشگاه رازی

۱۳۹۶



سرشناسه : نکوک، محمدوحید

عنوان : نگرش فیزیکی به جهان / تألیف محمدوحید نکوک.

مشخصات نشر : کرمانشاه، دانشگاه رازی، ۱۳۹۶

مشخصات ظاهری : ۲۲۰ ص: مصور

فروست : دانشگاه رازی؛ ۳۶۶. فیزیک؛ ۹

شابک : ۹۷۸-۶۰۰-۳۹۳-۰۲۰-۹

موضوع : فیزیک - مسائل، تمرین ها و غیره (عالی)

موضوع : کوانتوم - مسائل، تمرین ها و غیره (عالی)

شناسه افزوده : عنوان

رده بنیادی : ۵۳۰/۷۶

رده بی کتیره : QC۳۲۷/ت۸ن۱۳۹۶

انتشارات دانشگاه رازی ۳۶۶

The physical view of the world

عنوان کتاب: نگرش فیزیکی به جهان

تألیف: دکتر محمدوحید نکوک

ویراستار علمی: اردشیر رباعی، محمد راستی ویس

ویراستار ادبی: حسن فتاحی

طراح جلد: کژال یوسفی

ناشر: دانشگاه رازی

تاریخ و نوبت چاپ: ۱۳۹۶-اول

شمارگان: ۵۰۰

قیمت: ۲۰۰۰۰ تومان

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۳۹۳-۰۲۰-۹

Razi University Press

© 2017/1396

Print Run: 500

Price: 200000 Rials

ISBN: 978-600-393-020-9

مراکز پخش: تهران: مرکز نشر دانشگاهی ۸۸۵۵۶۱۶۸ - کتابیران ۶۶۴۹۲۲۶۶ - دانشیران ۶۶۴۱۶۱۷۶

Tehran: Ketabiran: 021 66492266 Daneshiran: 021 66416176

کرمانشاه: مرکز چاپ و نشر دانشگاه رازی - تلفکس ۰۸۳ - ۳۴۲۸۰۸۰۲

Kermanshah: 083 34280802

Email: press@razi.ac.ir

مسئولیت صحت مطالب به عهده مؤلف می باشد.

(حق چاپ برای ناشر محفوظ است)

در این کتاب سه هدف دنبال خواهد شد که در قالب سه پرسش بنیادین در علم فیزیک بیان می‌شوند و در پی آن هستیم که خواننده در پایان کتاب پاسخ این سه پرسش را به روش علمی بیابد: ۱- سیستم‌های فیزیکی یا موجودات در عالم چه هستند؟ ۲- تحول سیستم‌های فیزیکی را چگونه می‌توان توصیف و رفتار آنها را در آینده پیش‌بینی کرد؟ ۳- ما به عنوان ناظر طبیعت، قادر به فهمیدن چه پدیده‌هایی هستیم؟ یا به بیان دیگر فهم و ادراک از دیدگاه فیزیک چیست و چه اختلافی بین فهم کلاسیکی و فهم کوانتومی وجود دارد؟ جواب این پرسش‌ها را از سه دیدگاه فیزیک کلاسیک، نیمه کلاسیک و نظریه‌ی میدان‌های کوانتومی بحث و بررسی خواهیم کرد.

در مورد جواب پرسش اول، رابطه با سیستم‌های فیزیکی، گفتنی است که از دیدگاه فیزیک کلاسیک موجودات ذره یا ماسه هستند (یا ترکیبی از آنها) که در فرهنگ عامه ذره معادل جسم یا جرم و میدان معادله انرژی-تأکید می‌شوند. در فیزیک به هر دوی آنها سیستم فیزیکی می‌گویند. از دیدگاه نیمه-کلاسیکی یعنی ذره‌ی کوانتومی و میدان کلاسیکی، همه موجودات در عالم انواع مختلف میدان‌ها هستند بنابراین به تعریف دقیق میدان از دیدگاه هندسی می‌پردازیم. در اینجا اهمیت هندسه برای خواننده روشن خواهد شد. در نهایت بیان می‌کنیم که از دیدگاه نظریه میدان‌های کوانتومی، همه موجودات در عالم از نوع حالت کوانتومی، (α, t) هستند، سپس به تعریف دقیق آن با استفاده از فضای هیلبرت و فضای فوک خواهیم پرداخت. با مقایسه‌ی اهمیت هندسه در مکانیک کلاسیک با فضای هیلبرت در مکانیک کوانتومی، سعی بر آن است تا خواننده به اهمیت فضای هیلبرت و نقش آن در فهم موجودات از دیدگاه کوانتومی پی‌ببرد، زیرا فهم و درک هندسه بسیار راحت‌تر از فضای هیلبرت است.

در پاسخ به پرسش دوم یعنی بررسی تحولات سیستم‌های فیزیکی و پیش‌بینی رفتار آنها در آینده، باید گفت که در فیزیک برای هر سیستم فیزیکی کمیتی به نام لاگرانژین تعریف می‌شود که از جنس یک نوع تفاضل انرژی بوده و تمام اطلاعات کلاسیکی سیستم در آن نهفته است. با داشتن لاگرانژین می‌توان گفت که سیستم را شناخته‌ایم و هر دانشمندی که لاگرانژینی را معرفی کرده است، به اسم خود او در تاریخ علم فیزیک ثبت شده است. برای نوشتن لاگرانژین از یک روش ساده و یکتا استفاده شده تا خواننده به وحدت و یگانگی که در علم وجود دارد، پی‌ببرد و آن چیزی جز مشاهده‌ی نظم و تقارن در عالم یا در سیستم فیزیکی نیست. نظم و تقارن در فیزیک به‌وسیله‌ی نظریه‌ی گروه در ریاضیات نشان داده می‌شود و ما سعی خواهیم

کرد که این مبحث مهم و زیبا را به زبان خیلی ساده بیان کنیم تا خواننده احساس مطلوبی نسبت به آن پیدا کرده و ارتباط مناسبی با آن برقرار کند.

میدان‌ها به دو صورت آزاد و برهم‌کنشی در نظر گرفته می‌شوند و بحث خواهد شد که لاگرانژین میدان‌های آزاد را می‌توان با استفاده از تقارن‌های عام و جهانی^۱ سیستم‌های فیزیکی نوشت و لاگرانژین میدان‌های برهم‌کنشی با استفاده از تقارن‌های موضعی^۲ نوشته می‌شوند. با داشتن لاگرانژین، معادلات تحول کمیت‌های فیزیکی به دست می‌آید و با حل معادلات حرکت و اعمال شرایط اولیه، آینده‌ی سیستم‌های کلاسیکی به‌طور صددرصد پیش‌بینی می‌شود. برای بررسی سیستم‌های کوانتومی کمیت دیگری به نام هامیلتونین معرفی می‌شود که یک تبدیل لژاندر^۳ را لاگرانژین است. هامیلتونین برای بسیاری از سیستم‌های فیزیکی معادل با انرژی کل سیستم است. با داشتن هامیلتونین و حالت کوانتومی اولیه سیستم، (α, t_0) ، اصول موضوعه‌ی مکانیک کوانتومی، حالت کوانتومی سیستم، (α, t) ، در هر لحظه‌ی دلخواه به‌طور صددرصد به دست می‌آید ولی این حالت کوانتومی نمی‌تواند مشاهدات ناظر را با قطعیت توضیح دهد و تنها به صورت احتمالاتی مشاهدات ناظر را بیان می‌نماید. در اینجا یک درهم‌تنیدگی کوانتومی بین ناظر، سیستم فیزیکی را ابزار مشاهده یا اندازه‌گیری ایجاد می‌شود که کاملاً مسئله‌ی فهم و درک فیزیکی ما را به چالش می‌کشد،^۴ آخرین هدف کتاب محسوب می‌شود.

در راستای پاسخ به پرسش سوم در ادامه با هم و درک فیزیکی، نخست به تعریف فیزیک کلاسیک از فهم و ادراک می‌پردازیم، که در مشاهده آغاز می‌شود. نظریه‌ی کلاسیکی سعی در بیان واقعیت‌های مشاهده شده و پیش‌بینی رفتار آینده‌ی سیستم با استفاده از اصول مکانیک کلاسیک دارد. در این فرایند اگر بتوانیم مشاهدات را با استفاده از اصول و قوانین فیزیکی توضیح دهیم می‌گوییم می‌فهمیم و اگر نتوانیم توضیح دهیم، گوییم نمی‌فهمیم. بعضی از مشاهدات در چارچوب مکانیک کلاسیک، قابل توصیف و بیان می‌شوند و برای توصیف آنها مجبور به تغییر قوانین و اصول فیزیکی و استفاده از اصول مکانیک کوانتومی هستیم. در ادامه به معرفی فهم و درک کوانتومی می‌پردازیم. بنیان فهم کوانتومی بر اساس حالت کوانتومی سیستم، (α, t) ، استوار است که در پایان پرسش دوم گفتیم قابل دسترس بوده و به زیبایی تمام مشاهدات را به طور احتمالاتی توصیف می‌کند.

مشاهدات و واقعیت‌های موجود وابسته به ناظر و ابزار اندازه‌گیری او هستند و از قبل مشخص و یکتا نیستند ولی این حالت کوانتومی (α, t) است که قبل از اندازه‌گیری یگانه است. حالت کوانتومی از یک برهم‌نهی بردارهای پایه‌ی فضای هیلبرت ساخته شده است که با فهم

^۱Global

^۲Local

کلاسیکی غیرقابل درک است زیرا با عمل مشاهده، حالت کوانتومی سیستم به یک حالت جدید رمبش می‌کند. این حالت جدید قابل فهم کلاسیکی است ولی حالت قبل از رمبش یا مشاهده، قابل فهم کلاسیکی نیست. در ضمن حالت کوانتومی $|\alpha, t\rangle$ تمام مشاهدات مختلف ما را به صورت احتمالاتی توضیح می‌دهد که آن را به عنوان فهم کوانتومی تعریف می‌کنیم.

اگر کل هستی را به صورت یک سیستم واحد و بی‌دررو (ایزوله) در نظر بگیریم حالت کوانتومی کل هستی یا تابع موج هستی^۱، $|U\rangle$ ، که جواب معادله‌ی ویلر-دوئیث^۲ است، قابل فهم کوانتومی برای ناظر نیست زیرا خود او جزئی از هستی و با آن درهم‌تنیده است، و با مشاهده‌ی هستی به وسیله ناظر رمبش اتفاق می‌افتد و حالت کل هستی در یک حالت جدید، $|\alpha, t\rangle$ ، قرار می‌گیرد. که t زمان تعریف شده به وسیله ناظر است. حالت کوانتومی $|\alpha, t\rangle$ را می‌توان فهمید ولی حالت کل هستی قبل از مشاهده، $|U\rangle$ ، برای ناظر غیرقابل دسترس است. لازم به ذکر است که حالت کوانتومی یک سیاه‌چاله از دید یک ناظر خارجی دور دست، که آن را جزئی از سیاه‌چاله در نظر نمی‌گیریم امکان بررسی و تحلیل را دارا است که در چارچوب روش میدان زمینه^۳ قرار می‌گیرد. بنابراین اگر ناظر جزئی از سیستم فیزیکی نباشد گرانش کوانتومی در حالت تقریبی، به طور زیبایی قابل بررسی و تحلیل است ولی در حالت کلی که سیستم فیزیکی شامل ناظر هم باشد برای خود ناظر غیر قابل دسترس است.

در پایان لازم به ذکر است که برای تبیین علم به تکنولوژی و قدرت (توانا بود هر که دانا بود) باید بتوان علم، دانش و آگاهی را به زبان آنالیز ریاضی^۴ بیان کرد که بر بنیان عدد، حد، مشتق و انتگرال ساخته شده است. از این رو به عنوان روی اجمالی شاخه‌های مهم ریاضی می‌پردازیم که در این کتاب از آنها استفاده کرده‌ایم، از قبیل: تعریف عدد، هندسه، نظریه‌ی گروه و نمایش‌های یکانی آن، فضای هیلبرت و رابطه‌ی آن با فضا، آمار، موضوع علم و تبدیل آن به تکنولوژی بحث مهم دیگری است که خیلی جای کار دارد. در کتابی دیگر به آن خواهیم پرداخت.

محمدوحید نکوک

کرمانشاه - ۴ اردیبهشت ۱۳۹۶

^۱Wave function of the universe

^۲Wheeler-DeWitt equation

^۳Background field method

^۴Mathematical analysis

فهرست مطالب

۱	مقدمه	۱
۹	اول نظریه‌ی کوانتومی	۹
۱۱	۲ روش علمی	۱۱
۱۹	۳ قوانین و اصول موضوعه	۱۹
۳۱	۴ هندسه	۳۱
۴۷	۵ فضا-زمان، سیستم مختصات و ناظر	۴۷
۵۹	۶ سیستم فیزیکی، ذره و میدان	۵۹
۷۳	دوم نظریه‌ی میدان‌های کوانتومی	۷۳
۷۵	۷ مکانیک کوانتومی	۷۵
۹۷	۸ تقارن، نظریه‌ی گروه و فضای هیلبرت	۹۷

۱۲۳	۹ کوانتش میدان‌های آزاد
۱۴۱	۱۰ تقارن‌های موضعی و لاگرانژین برهم‌کنشی
۱۴۹	۱۱ کوانتش میدان‌های برهم‌کنشی
۱۵۹	سوم گرانش کوانتومی
۱۶۱	۱۲ مشکلات گرانش کوانتومی
۱۶۹	۱۳ میدان‌های کوانتومی در فضا-زمان خمیده
۱۷۷	۱۴ میدان‌های کوانتومی در فضا-زمان دوسپته
۱۹۵	۱۵ گرانش پیمانه‌ای و آب‌ر-گرانش در فضا-زمان دوسپته
۲۰۵	۱۶ سخن آخر
۲۱۳	کتاب‌نامه
۲۲۰	نمایه