بسم الله الرحمن الرحيم

به نام خدا

فیزیک کوانتومی

به همراه نظریه نسبیت

به زبان ساده و بدون ریاضیات

(به همراه ۵۰ سوال فیزیک کوانتومی با پاسخ)

نویسنده : **دونالد بی گری**

مترجم :

دکتر حامی فریدیوسفی

عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد دزفول

انتشارات ارسطو

(سازمان چاپ و نشر ایران – ۱۴۰۲)

نسخه الکترونیکی این اثر در سایت سازمان چاپ و نشر ایران و اپلیکیشن کتاب رسان موجود می باشد

chaponashr.ir

سرشناسه : گری، دونالد بی.
Grey, Donald B.
عنوان و نام پدیدآور : فیزیک کوانتومی به همراه نظریه نسبیت به زبان ساده و بدون ریاضیات به‌همراه ۵۰ سوال فیزیک کوانتومی با پاسخ/ نویسنده دونالد بی گری ؛ مترجم حامی فریدیوسفی.
مشخصات نشر : ارسطو (سامانه اطلاع رسانی چاپ و نشر ایران) ، ۱۴۰۲.
مشخصات ظاهری : ۱۶۱ص.مصور (رنگی).
شابک : ۲-۲۲۵-۳۳۹-۶۲۲-۹۷۸
وضعیت فهرست نویسی : فیپا
یادداشت : عنوان اصلی: .Quantum Physics for Beginners, ۲۰۲۰
یادداشت : کتابنامه: ص. ۱۵۲ - ۱۶۱.
موضوع : کوانتوم Quantum theory
کوانتوم -- راهنمای آموزشی Quantum theory -- Study and teaching
شناسه افزوده : فریدیوسفی، حامی، ۱۳۵۷-، مترجم
رده بندی کنگره : QC۱۷۴/۱۲
رده بندی دیویی : ۵۳۰/۱۲
شماره کتابشناسی ملی : ۹۳۱۶۹۰۳
اطلاعات رکورد کتابشناسی : فیپا

نام کتاب : فیزیک کوانتومی به همراه نظریه نسبیت به زبان ساده و بدون ریاضیات
نویسنده : دونالد بی گری
مترجم : دکتر حامی فریدیوسفی
ناشر : ارسطو (سامانه اطلاع رسانی چاپ و نشر ایران)
صفحه آرایی، تنظیم و طرح جلد: پروانه مهاجر
تیراژ : ۱۰۰۰ جلد
نوبت چاپ : اول - ۱۴۰۲
چاپ : زبرجد
قیمت : ۱۳۰۰۰۰ تومان
فروش نسخه الکترونیکی - کتاب‌رسان :
https://chaponashr.ir/ketabresan
شابک : ۲-۲۲۵-۳۳۹-۶۲۲-۹۷۸
تلفن مرکز پخش : ۰۹۱۲۰۲۳۹۲۵۵
www. chaponashr. ir

انتشارات ارسطو
چاپ و نشر ایران
Chaponashr.ir

فهرست مطالب

بخش اول

فصل اول:مقدمه ۹

فصل دوم: فیزیک کوانتومی چیست ۱۵

همه چیز در این جهان و فراتر از آن از ذرات و امواج تشکیل شده است ۱۷

فیزیک کوانتومی به طور مخفیانه در پس‌زمینه پنهان می‌شود..... ۱۹

فیزیک کوانتومی بر اساس احتمال کار می‌کند ۲۱

فیزیک کوانتومی جایگزیده نیست و مکان خاصی ندارد ۲۴

فیزیک کوانتومی در واقع کوچکتر از آن چیزی است که شما تصور می‌کنید ۲۸

فیزیک کوانتومی علم است نه جادو ۲۹

فصل سوم : نظریه آشوب ۳۱

اثر پروانه..... ۳۶

فصل چهارم : چرا درباره فیزیک کوانتومی یاد بگیریم؟..... ۴۱

ماشین در حال ناپدید شدن..... ۴۴

قطار زانتی ٤٦

فصل پنجم: نظریه ریسمان ٥١

نظریه میدان کوانتومی ٥٤

فصل ششم: نظریه نسبیت اینشتین ٥١٧

نسبیت عام..... ٥٨

نسبیت خاص..... ٦١

فصل هفتم: مناظره بور–اینشتین ٦٥

فصل هشتم : درهم تنیدگی کوانتومی ٦٩

اکشن بسیار ترسناک از فاصله دور..... ٧٠

فصل نهم: گربه‌ی شرودینگر ٧٥

آزمایش فکری او ٧٦

برهم نهی‌ها..... ٧٨

فصل دهم: آزمایش دو شکاف ٨١

نسخه اصلی این آزمایش ٨٢

فصل یازدهم : سفر در زمان ٨٥

کرم‌چاله‌ها..... ٨٧

سفر به آینده..... ٨٨

فصل دوازدهم:نتیجه‌گیری ٩١

بخش دوم

۵۰ سوال فیزیک کوانتومی با پاسخ ۹۵

منابع و مآخذ ۱۵۱

فصل اول:

مقدمه

زندگی، زمان و جهان به طور معمول خطی هستند. همه چیز در یک توالی خاص اتفاق می‌افتد و نمی‌توان آن را پس از انجام اقدامات خاص تغییر داد و شما فقط می‌توانید در یک زمان در یک مکان باشید. اگرچه این اصل در اکثرموضوعات علمی تدریس می‌شود، اما با جنبه‌های مکانیک کوانتومی در این مقیاس سازگاری ندارد. فیزیک کوانتومی اولین بار در دهه‌ی ۱۹۲۰ توسط گروهی از دانشمندان مانند نیلز بور، اروین شرودینگر، ورنر هایزنبرگ و آلبرت انیشتین معرفی شد. البته بسیاری از دانشمندان دیگر نیز در گسترش این رشته علمی مشارکت داشتند، اما این چهار دانشمند از مشهورترین آنها هستند. فیزیک کوانتومی ممکن است یک حوزه‌ی علمی دشوار برای درک باشد، اما به زبان ساده شاخه‌ای از فیزیک است که به

طور خاص بر ذرات، نحوه‌ی تعامل ذرات و اینکه چگونه هر چیز قابل تصور در این جهان (یا چندجهانی اما بعداً به آن خواهیم رسید) از این ذرات کوچک تشکیل شده را شامل می‌شود. فیزیک کوانتومی بر روی اتم‌ها و نحوه تعامل آنها با یکدیگر تمرکز می‌کند. از آنجایی که فیزیک کوانتومی بر اجزای سازنده‌ی همه مواد تمرکز دارد، تأثیر مستقیمی بر سایر زمینه‌های علوم مانند علوم زیستی (زیست‌شناسی) و شیمی نیز دارد. هر چیزی که در حول محور یک موضوع علمی به توضیحی نیاز دارد، به پشتوانه‌ای از فیزیک کوانتومی وابسته است. حتی اصول اولیه‌ی نحوه حرکت الکترون‌ها در الکتریسیته از طریق تراشه‌های الکترونیکی، نحوه‌ی تقویت فوتون‌ها در نور برای ایجاد لیزر، و حتی این واقعیت که یک ستاره می‌تواند میلیاردها سال در حال سوختن باشد، همگی ارتباط مستقیمی با فیزیک کوانتومی دارند. اگرچه هر حوزه علمی شناخته شده‌ای دارای نوعی پشتوانه کوانتومی‌است، اما فیزیک کوانتومی هنوز یکی از دشوارترین حوزه‌های علم است که ذهن شما را درگیر می‌کند. ممکن است دشوار باشد، اما اگر در حال خواندن این کتاب هستید، متوجه می‌شوید که قطعاً مقدار خاصی از جذابیت و سرگرمی کنجکاوانه در مورد این شاخه از علم وجود دارد. تفکر در این زمینه ذهن شما را در حوزه‌هایی که حتی نمی‌دانستید امکان‌پذیر باشد ، تقویت می‌کند. شاید فیلم‌های کریستوفر نولان (یادگاری) را تماشا کرده و با ذهن متحیر از سینما خارج شده باشید و سعی کنید تمام جزئیاتی را که به تازگی دیده‌اید پردازش کنید. اگر جذب فیزیک کوانتومی شده‌اید، پس فیلم‌هایی مانند پرستیژ، اینتراستلار و

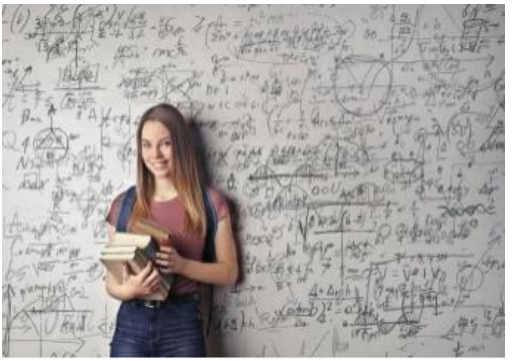
اینسپشن یا سریال‌هایی مانند فرینگ یا فلش فوروارد واقعاً علاقه شما را قلقلک داده‌اند. زیبایی این فیلم‌ها در این است که همه آنها جنبه‌های خاصی از مکانیک کوانتومی و نحوه تأثیر آن بر سایر مناطق جهان و خود انسان‌ها را به ارمغان می‌آورند. من شخصاً می‌توانم بگویم که پس از تماشای اینتراستلار روی مبل خود نشستم و حدود سی دقیقه در مورد کل فیلم فکر کردم. سپس دوباره به تماشای فیلم ادامه دادم. با وجود اینکه فیلم بسیار طولانی است. گاهی اوقات، قبل از اینکه مفاهیم درک شوند، باید چندین بار ایده‌های شگفت‌انگیز مورد بررسی قرار گیرد. این فرآیند درک کنجکاوی درونی شما صرفاً گام های آغازین درک مراحل فیزیک کوانتومی است.چیزی که فیزیک کوانتومی را بسیار گیج‌کننده می‌کند این است که ایده ابعاد بالقوه متفاوتی را به جهان ما باز می‌کند. این بدان معنی است که ممکن است جهان‌های موازی وجود داشته باشند که هم‌زمان با جهان ما در حال اجرا باشند. هر تصمیمی که در زندگی خود می‌گیریم عواقبی را به دنبال خواهد داشت، برخی بزرگ و برخی کوچک. اما هر عملی یک واکنش خاص خواهد داشت و بر ابعادی که همه ما در این زمان تجربه می‌کنیم تأثیر می‌گذارد. اینجاست که اثر پروانه‌ای و نظریه آشوب متولد می‌شوند (هر دوی اینها بعداً به تفصیل توضیح داده خواهد شد و مورد بحث قرار خواهد گرفت). همه دانشمندانی که در این زمینه تأثیر زیادی داشته‌اند ممکن است با نظریات یکدیگر موافق یا کاملاً مخالف باشند. مشکل اینجاست که از آنجایی که فیزیک کوانتومی یک علم ناشناخته است، می‌تواند نظریه‌های بسیار دیوانه‌کننده‌ای را توسعه دهد.

البته به این معنا نیست که این نظریه‌ها نادرست هستند. انیشتین یکی از دانشمندانی بود که امکان تاب برداشتن زمان، کرم‌چاله‌ها و حتی سفرهای احتمالی به آینده را درک کرد. او در طول تحقیقات خود متوجه شد که نور تأثیر مستقیمی بر نظریه او خواهد داشت. او متوجه شد که چون نور با سرعت بیش از ٦٧٠ میلیون مایل در ساعت حرکت می‌کند، می‌تواند تأثیر مستقیمی بر زمان داشته باشد. او در حالی‌که نظریه نسبیت خود را توسعه می‌داد، به این نتیجه رسید که سفر با سرعت نور می‌تواند به نوعی زمان را منحرف کند. مثالی که او زد این بود که اگر بتوان ریل قطاری در سرتاسر دنیا کشید و قطاری ساخت که نزدیک به سرعت نور حرکت کرده (نزدیک به سرعت نور زیرا هیچ چیز هرگز نمی‌تواند با سرعت خود نور حرکت کند) و سفر کند. بدون توقف در آن سرعت، زمان داخل قطار به نوعی کاهش می‌یابد، در حالی‌که زمان خارج از وسیله نقلیه با سرعت خطی ثابت خود باقی می‌ماند. بنابراین، اگر مردم در داخل آن قطار بودند، با سرعت بسیار کمتری نسبت به افراد خارج از قطار پیر می‌شدند، زیرا زمان آنها به طور قابل توجهی کاهش می‌یابد. پس از یک ماه سفر با آن سرعت، مردم ممکن است از قطار پایین بیایند و ببینند که جهان می‌توانست سال‌ها در همان فاصله زمانی پیر شده باشد. درک نظریه نسبیت انیشتین (که بعداً به طور عمیق مورد بحث قرار خواهد گرفت) برای بسیاری از مردم بسیار دشوار بوده و باعث ایجاد آشوبی در بسیاری از محافل علمی شد. با این وجود، تأثیر بسیار زیادی در فیزیک کوانتوم و سایر شاخه‌های علم ایجاد کرد. این زمینه علمی ممکن است برای برخی طاقت‌فرسا باشد،

اما شما به اندازه کافی کنجکاو بوده‌اید که به آن نگاه کنید. این ممکن است کل دیدگاه شما را در مقیاسی بسیار بزرگتر تغییر دهد. این کتاب مانند یک کتاب معمولی فیزیک فرمول‌های ریاضی زیادی ندارد که خواندن آن را بسیار دشوار کند. حتی با این "ریاضی غیرممکن" پس از خواندن این کتاب، مفاهیم اولیه فیزیک کوانتومی را درک خواهید کرد و ذهن شما به روی دنیای کاملا جدیدی باز خواهد شد که قبلاً هرگز فکرش را نمی‌کردید.

فصل دوم:

فیزیک کوانتومی چیست؟



با این وجود فیزیک کوانتومی باید یکی از گیج‌کننده‌ترین موضوعات بشر باشد، اما در عین حال یکی از جذاب‌ترین موضوعات است، به همین دلیل شما این کتاب را می‌خوانید. فیزیک کوانتومی به دلیل تفاوت آن با اصول عادی که در اکثر رشته‌های علمی دیگر تدریس می‌شود، نسبتاً عجیب و به نوعی غیرمعمول به نظر می‌رسد و حقیقتاً، اکثر دانشمندانی که با این رشته در فیزیک سر و کار دارند، اغلب اوقات آن را گیج‌کننده و خسته‌کننده می‌دانند. دلیل این امر ساده است بسیاری از اندازه‌گیری‌های تئوری در این زمینه تقریباً در عمل غیرقابل اندازه‌گیری به نظر می‌رسند، زیرا بسیاری از این نظریه‌ها «ناشناخته» هستند. با این‌حال، اندازه‌گیری‌ها و نظریه‌های فیزیک کوانتومی کاملاً غیرقابل درک نیستند و بسیاری از آنها روزنه‌ای را برای درک بیشتر در سایر جنبه‌های علم باز کرده‌اند. خوشبختانه، برای درک چگونگی پیدایش فیزیک کوانتومی و اینکه چرا نقش مهمی در دنیایی که ما در آن زندگی می‌کنیم، ایفا می‌کند، می‌توان به چند عنصر کلیدی تقسیم کرد که به شما کمک می‌کند ذهن خود را در اطراف این مفهوم دشوار به پرواز درآورید.

همه چیز در این جهان و فراتر از آن از ذرات و امواج تشـــکیل شده است

قبل از اینکه ادامه دهیم، باید بدانید که همه چیز در جهانی که می‌شناسیم، از امواج و ذرات تشکیل شده است. این ممکن است مفهوم عجیبی به نظر برسد زیرا به طور کلی درک می‌شود که اشیا نمی‌توانند هر دو باشند. نور به طور کلی به شکل امواج حرکت می‌کند، در حالی‌که ماده محسوس از ذرات تشکیل شده است. طبق علم کلاسیک این دو مفهوم با هم در یک شیء وجود ندارند. از سوی دیگر، فیزیک کوانتومی می‌گوید که هر چیزی در جهانی که ما آن را می‌شناسیم دارای خواص موجی و ذره‌ای است که برخلاف فیزیک کلاسیک است. در واقع، بیشتر مفاهیم در قلمرو کوانتومی برخلاف علم کلاسیک هستند که ممکن است بسیار گیج کننده و یا تصوری نسبتاً دیوانه‌کننده به نظر برسد، زیرا توصیف اشیاء واقعی به عنوان ترکیبی از ذرات و امواج می‌تواند نسبتاً نادرست باشد. به عبارت دقیق‌تر،

طبق قوانین فیزیک کوانتومی، انواع مختلف اجسام و ترکیب آن‌ها در واقع نه موج هستند و نه ذره، اما به نظر می‌رسد که کلاً در دسته‌بندی متفاوتی قرار می‌گیرند. این دسته‌ی متفاوت، اجسام را به مکانی منتقل می‌کند که در آن خواص موج و ذره را به اشتراک می‌گذارند و تحت تأثیر هر دو قرار می‌گیرند. دلیل اینکه هر دوی این جنبه ها باید در اجسام گنجانده شوند این است که امواج عموماً می‌توانند در فاصله یا طول موج خاصی منتشر شوند، در حالی که ذرات را می‌توان فشرده و موضعی کرد. بسیاری از اشیاء در فضا و زمان ممکن است جنبه‌های مختلفی از این دسته‌بندی‌ها را به اشتراک بگذارند، اما ممکن است به طور کامل در یک دسته قرار نگیرند. اگرچه اکثر اشیاء کیفیت هر دو را به اشتراک می‌گذارند، هنوز محافل زیادی در زمینه‌های علمی وجود دارند که این ایده را نمی‌پذیرند. یکی از رایج‌ترین بحث‌هایی که دیده می‌شود زمانی است که معلمان و فیزیک‌دانان خاص ادعا می‌کنند که نور از ذرات تشکیل شده است که باعث ایجاد اختلافات خاصی با برخی از همتایان آنها می‌شود. دلیل اینکه این موضوع نسبتاً قابل بحث است این است که می‌تواند باعث سردرگمی بین افرادی شود که هنوز در حال یادگیری مفاهیم اولیه در فیزیک هستند. البته نور طبیعتی دارد که به جای امواج مانند ذرات عمل می‌کند، زیرا نور از فوتون‌های شتابان تشکیل شده است. فوتون‌ها به نوعی ذرات هستند، حتی اگر دائما در حال حرکت باشند. که متأسفانه می‌تواند منجر به برخی تصورات غلط شود. اگرچه فوتون‌ها در طبیعت از ذرات هستند، اما از آنچه ذرات قرار است عمل کنند کاملاً فراتر هستند. در علم کوانتوم، به

جای ذرات یا امواج، به آنها "برانگیخته" می‌گویند، زیرا در واقع ذراتی با خواص موجی‌مانند هستند. فیزیک کوانتومی اجازه می‌دهد تا معنای بسیار بزرگتر و عمیق‌تری از جهان وجود داشته باشد زیرا ویژگی‌های مختلف از حالت‌های مختلف را در یک زمان واحد ترکیب می‌کند. در حالی که تا حد زیادی به پیچیدگی جهان می‌افزاید، شکل بزرگ‌تری از زیبایی پیچیده را نیز ممکن می‌سازد.

فیزیک کوانتومی به طور مخفیانه در پس‌زمینه پنهان می‌شود

اگر شخصی در جستجوی معنای واژه "کوانتوم" باشد، به سرعت متوجه می‌شود که در ترجمه مستقیم به معنای "چه تعداد یا چه مقدار" است، که معنای بسیار مناسب است زیرا از تمام مدل‌های کوانتومی که از دهه ۱۹۲۰ تا کنون طراحی شده‌اند ناشی می‌شود. این معنا نشان می‌دهد که مقدار معینی از یک ماده یا شکلی از انرژی خاص وجود دارد که در مقادیر گسسته یا دقیق وجود دارد.اگرچه این مقادیر محتاطانه در نظر گرفته می‌شوند، اما هم‌چنان مضربی از اعداد صحیح و توانهای بزرگتر (در برخی موارد) برای ایجاد صورت‌های اساسی انرژی هستند. ممکن است

گیج‌کننده به نظر برسد، اما همه آنها به انواع مختلف در طول موج‌هایی که فرکانس خاصی از فرکانس نور را دارند خلاصه می‌شود. فرکانس‌های بالا دارای طول موج کوتاه‌تری هستند اما با مقادیر بالای انرژی مشخص می‌شوند. فرکانس‌های پایین دارای طول موج‌های بلندتری هستند و با مقادیر کمتری از انرژی مشخص می‌شوند. بر خلاف سایر طیف‌های طول موجی و مقادیر انرژی، مقدار کل انرژی موجود در این میدان‌های نوری در یک عدد صحیح ضرب می‌شود (اعداد صحیح اعداد کامل هستند و شامل کسر و اعشار نمی‌شوند). این یکی از ویژگی‌های اصلی اعداد در یک میدان کوانتومی است. یکی از حوزه‌هایی که نشان می‌دهد فیزیک کوانتومی چگونه به‌صورت محتاطانه کار می‌کند، پیاده‌سازی ساعت‌های اتمی است. ساعت های اتمی تا یک میلی‌ثانیه دقت دارند و دقیق هستند. ساعت‌های اتمی در نهایت به دلیل پشتوانه آرام و محتاطانه فیزیک کوانتومی این دقت را دارند. با استفاده از درک فیزیک کوانتومی و نحوه اندازه‌گیری فرکانس نور بر اساس اعداد صحیح، انتقال بین فرکانس‌های نوری در دو حالت مجاز اتم سزیم در ساعت‌های اتمی می‌تواند تقریباً کاملاً دقیق باشد. به دلیل درک فرکانس‌های نور در ساعت‌های اتمی، این ساعت‌ها می‌توانند آنقدر دقیق باشند که در هر ۱۰۰ میلیون سال یک‌ثانیه خطا دارند.