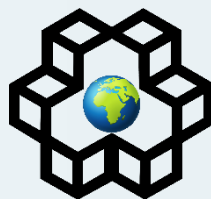


نظریه خدا و چهار نیروی بنیادی طبیعت

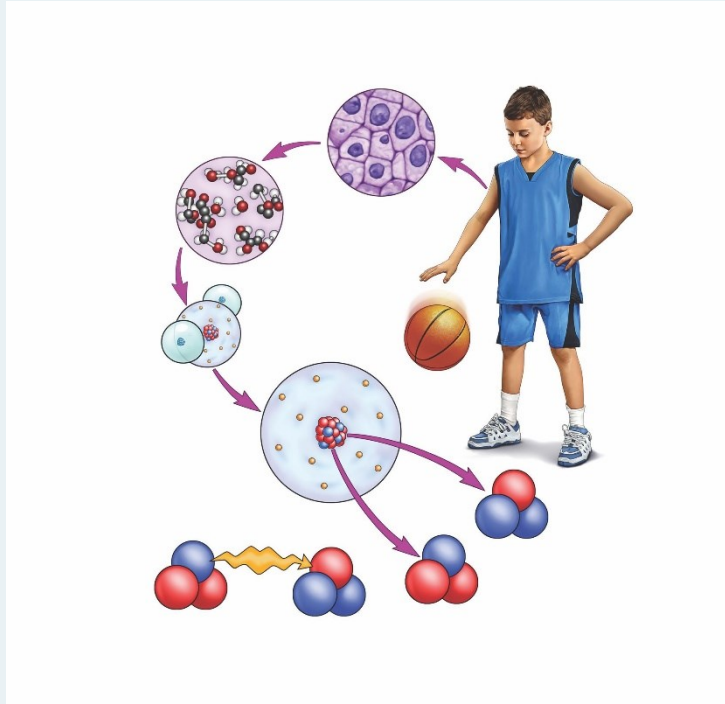
مهران میرشمس
آزمایشگاه تحقیقات فضایی
پاییز ۱۴۰۳



www.spacerl.com

نظریه خدا و چهار نیروی بنیادی طبیعت

همه اتفاقات طبیعت را با چهار نیروی بنیادی می‌توان توصیف کرد. نیروهایی که ما هر روز به صورتی آن‌ها را تجربه می‌کنیم: نیروی گرانش^۱، نیروی الکترومغناطیس^۲، نیروی هسته‌ای ضعیف^۳ و نیروی هسته‌ای قوی^۴ این چهار قلو جهان هستی را مدیریت می‌کنند. اثر نیروهای گرانشی و الکترومغناطیس در جهان اجرام بزرگ و فاصله‌های دور قابل مشاهده هستند ولی نیروهای هسته‌ای ضعیف و قوی فقط در جهان ذرات زیر اتمی و فاصله‌های بسیار کوچک اثرگذار می‌باشند. (شکل ۱)



شکل ۱: تعریف تصویری از چهار نیروی تشکیل دهنده هستی. {مرجع: genially, by Jean Michel}

نیروی گرانش

نیروی گرانش، به زبان ساده عبارت است از نیروی جذب بین دو جسم که دارای جرم یا انرژی هستند. برای ما، این نیرو که باعث افتادن سنگ از ارتفاع، جزر و مد اقیانوس‌ها و یا چرخیدن ماه به دور زمین است، بدیهی‌ترین و ملموس‌ترین نیرو از بین چهار نیروی طبیعت است. ولی در عین حال این نیرو از نظر دانشمندان پیچیده‌ترین و مشکل‌ترین نیرو برای توصیف بر اساس مدل‌های علمی موجود علمی است.

اسحاق نیوتن^۵ برای اولین بار مدلی را به منظور توصیف این نیرو ارائه داد. طبق تعریف نیوتنی، نیروی گرانش همان نیروی جاذبه بین دو جسم دارای جرم است که در فاصله‌ای معین از یکدیگر قرار گرفته اند. این مدل برای دو قرن جواب‌گوی همه نیازهای کاربردی بشر بود ولی وقتی آلبرت انیشتین^۶ نظریه نسبیت عام^۷ خود را ارائه داد، تعریف نیروی گرانش برای همیشه تغییر کرد. طبق این نظریه، گرانش اصلاً نیرو یا جاذبه نیست، بلکه انحنای است که در مختصات فضا-زمان توسط جرم ایجاد می‌گردد. مثل وقتی که گوی سنگینی را در وسط صفحه‌ای الاستیک قرار می‌دهیم و گودی بوجود آمده توسط این گوی باعث فرورفتگی در سطح و شیب به سمت مرکز آن می‌گردد. با اینکه گرانش عامل نگهداشتن سیارات، ستاره‌ها و حتی کهکشان‌ها در کنار یکدیگر است ولی جالب است بدانید این

¹ Gravity

² Electromagnetism

³ The weak force

⁴ The strong force

⁵ Isaac Newton

⁶ Albert Einstein

⁷ Theory of general relativity

نیرو ضعیف‌ترین نیرو از نیروهای چهارگانه طبیعت است. این نیرو در مقیاس‌های بزرگ (جرم‌ها و فاصله‌های زیاد) اثرگذار است و در مقیاس ذرات اتمی به طور کلی در مقایسه با نیروهای دیگر قابل صرف‌نظر کردن می‌باشد. بلند کردن کتاب از روی میز، قدم زدن و یا پرتاب یک توپ به هوا همگی از جمله مثال‌هایی است که می‌توان برای مقابله با گرانش بوجود آمده بوسیله جرمی به بزرگی کره زمین زد!!

نیروی الکترومغناطیس

نیروی الکترومغناطیس یا همان نیروی لرنز^۸ به نیروی بوجود آمده بین ذرات باردار گفته می‌شود، مثل نیروی بین الکترون‌ها با بار منفی و پروتون‌ها با بار مثبت. ذرات با بارالکتریکی متضاد یکدیگر را جذب کرده و با بارالکتریکی همسان باعث دفع یکدیگر می‌شوند. هرچه شارژ الکتریکی ذرات بیش‌تر باشد نیروی الکترومغناطیسی بین آن‌ها هم بیش‌تر خواهد بود. این نیرو مثل گرانش در فاصله‌های دور از هم عمل می‌کند، گرچه با افزایش فاصله از قدرت آن کاسته می‌شود.

همانگونه که از اسم این نیرو پیداست نیروی الکترومغناطیس از دو جزء تشکیل شده است، نیروی الکتریکی و نیروی مغناطیسی. گرچه در ابتدا تصور می‌شد این‌ها دو نیروی مجزا باشند ولی بعدها معلوم شد هر دو جزئی از یک نیروی واحد هستند. نیروی الکتریکی بین دو ذره باردار بدون توجه به آن که ثابت باشند یا در حال حرکت، بوجود می‌آید. در این حالت میدان الکتریکی گرداگرد ذرات بوجود می‌آید و از آن طریق ذرات روی هم اثرگذار خواهند بود. ولی به محض حرکت ذره باردار میدان دیگری در مسیر آن بوجود می‌آید، میدان مغناطیسی که عامل اثرگذاری نیروی مغناطیس است. برای همین است که وقتی جریان الکتریکی (جریان الکترون‌ها) از یک سیم منتقل می‌گردد، سیم خاصیت مغناطیسی پیدا می‌کند.

نیروی الکترومغناطیس توسط یک ذره بنیادی از جنس بوزون^۹ با نام فوتون^{۱۰} بین ذرات باردار جابجا می‌گردد. فوتون‌ها همان ذرات تشکیل دهنده نور هستند ولی فوتون‌های حامل نیروی الکترومغناطیس تجلی دیگری از فوتون‌ها می‌باشند، آن‌ها مجازی و غیرقابل تشخیص می‌باشند گرچه ماهیتاً از همان نوع قابل تشخیص و واقعی هستند!!!!!!!. نیروی الکترومغناطیس مسئول و بوجود آورنده بسیاری از نیروی‌هایی است که ما به صورت روزمره با آن‌ها سر و کار داریم، نیروی اصطکاک، نیروی الاستیسیته، نیروی درگ، نیروی بین اجزای جامدات که شکل آن‌ها را تشکیل می‌دهد و یا حتی نیرویی که یک کتاب را روی میز اتاق در مقابل نیروی جاذبه نگه می‌دارد. در حقیقت نیرویی که باعث ماندن کتاب بر روی میز است ناشی از نیروی دافعه بین الکترون‌های اتم‌های کتاب و الکترون‌های اتم‌های میز است!!!!

نیروی هسته‌ای ضعیف

نیروی هسته‌ای ضعیف، مسئول فروپاشی ذرات و یا در حقیقت مسئول تبدیل یک نوع ذره زیر اتمی به نوع دیگر از این ذرات است. به عنوان مثال اگر ذرات نوترینو^{۱۱} به ذرات نوترون^{۱۲} نزدیک بشوند، می‌توانند آن‌ها را به ذرات پروتون^{۱۳} تبدیل کرده و خود تبدیل به الکترون^{۱۴} شوند! دانشمندان عامل این فرآیند را همان ذرات حامل نیرو یا بوزون‌ها می‌دانند. به عبارت دیگر نوع خاصی از بوزون‌ها عامل انتقال نیروی هسته‌ای ضعیف می‌باشند. این بوزون‌ها را ذرات باردار Z و W می‌نامند. وقتی ذرات زیر اتمی پروتون، نوترون و یا الکترون به فاصله‌ای در حدود یک درصد قطر یک

⁸ Lorentz force

⁹ bosons

¹⁰ photons

¹¹ neutrino

¹² neutron

¹³ proton

¹⁴ electron

ذره پروتون (10^{-18} meters) نسبت به هم برسند، قابلیت تبادل بوزون‌ها بین آن‌ها بوجود می‌آید و بدین صورت ذرات به ذرات دیگر تبدیل (یا فروپاشی) خواهند گردید.

نیروی هسته‌ای ضعیف یکی از الزامات واکنش همجوشی هسته‌ای^{۱۵} است که خورشید را فعال نگه داشته و زندگی روی کره زمین را ممکن می‌سازد. این نیرو همچنین به باستان‌شناسان امکان تعیین عمر کاوش‌های باستانی را می‌دهد. در حقیقت همه اشیای باستانی دارای مولکول کربن-۱۴ هستند. کربن-۱۴ دارای ۶ پروتون و ۸ نوترون است. یکی از نوترون‌ها در فاصله زمانی مشخص فروپاشی شده و تبدیل به پروتون می‌شود که در نتیجه نیتروژن-۱۴ بوجود می‌آید. با اندازه‌گیری مقدار نیتروژن-۱۴ موجود در جسم می‌توان عمر آن را تخمین زد.

نیروی هسته‌ای قوی

نیروی هسته‌ای قوی، درمقایسه با دیگر نیروهای طبیعت، قوی‌ترین نیرو است. تصورش سخت است ولی این نیرو شش هزار تریلیون تریلیون (۳۹ صفر بعد از ۶) قوی‌تر از نیروی گرانش است!!!! نیروی هسته‌ای قوی مسئول نگهداشتن ذرات بنیادی ماده در کنار یکدیگر به منظور شکل دادن ذرات بزرگ‌تر است. به عبارت دیگر این نیرو کوارک‌ها^{۱۶} را در کنار یکدیگر نگاه می‌دارد تا پروتون‌ها و نوترون‌ها بوجود آیند. علاوه بر این نیرو نوترون‌ها و پروتون‌ها را در هسته اتم در کنار هم نگه می‌دارد. مثل نیروی هسته‌ای ضعیف، نیروی هسته‌ای قوی هم فقط برای ذرات زیر اتمی در فاصله‌های خیلی نزدیک در حد قطر یک پروتون 10^{-10} - 10^{-15} اثر می‌کند.

ذره بنیادی حمل‌کننده نیروی هسته‌ای قوی گلوئون^{۱۷} نام دارد. این ذره نیرو را بین کوارک‌ها جابجا کرده و باعث چسبیدن آن‌ها به هم و تشکیل ذرات بزرگ‌تر می‌گردد. یک مقدار کمی از این نیرو که به نام «باقیمانده نیروی هسته‌ای قوی^{۱۸}» شناخته می‌شود در هسته اتم‌ها عمل کرده و با غلبه بر نیروی دافعه بین پروتون‌ها باعث نگهداشتن آن‌ها در هسته اتم در کنار یکدیگر می‌شود. نیروی هسته‌ای قوی دارای رفتار عجیبی است، این نیرو با کم شدن فاصله، برخلاف سه نیروی دیگر، ضعیف‌تر می‌گردد و مقدار حداکثر خود را وقتی بدست می‌آورد که ذرات در دورترین فاصله ممکن، در مقیاس زیر اتمی، نسبت به هم قرار بگیرند.

نظریه خدا

سؤالی که از همان ابتدای شناسایی نیروهای چهارگانه طبیعت، فکر دانشمندان را به خود مشغول کرده این است که آیا این چهار نیرو می‌توانند تجلی‌های گوناگونی از یک نیروی واحد باشند؟

این ایده بخصوص از سال ۱۹۷۹ زمانیکه سه دانشمند توانستند مدل ترکیب نیروی الکترومغناطیس و نیروی هسته‌ای ضعیف را ارائه نمایند و بعد در آزمایش‌های طراحی شده نتایج آن را مشاهده نمایند، بسیار تقویت شد. دانشمندان به خاطر این کار جایزه نوبل را گرفتند و نام نیروی جدید را نیروی الکتریکی-ضعیف^{۱۹} گذاشتند. از آن زمان فیزیکدانان بر روی نظریه‌ای برای ترکیب نیروی الکتریکی-ضعیف با نیروی هسته‌ای قوی کار می‌کنند. مدل این ترکیب هم استخراج شده ولی در عمل هنوز نتایج آن مشاهده نشده و به اثبات نرسیده است. در صورت تأیید نهایی، خروجی این کار نیروی با نام نیروی الکتریکی-هسته‌ای^{۲۰} خواهد بود. مدل نهایی که به نام نظریه همه‌چیز^{۲۱} یا همان نظریه خدا شناخته می‌شود در صورت ترکیب نیروی الکتریکی-هسته‌ای با نیروی گرانش بدست خواهد آمد.

¹⁵ nuclear fusion

¹⁶ quarks

¹⁷ gluons

¹⁸ The residual strong force

¹⁹ electroweak force

²⁰ electronuclear force

²¹ theory of everything

نظریه خدا و چهار نیروی بنیادی طبیعت

ولی دانشمندان در حال حاضر راهی برای ترکیب جهان اجرام بزرگ و فواصل زیاد با جهان ذرات بنیادی و فواصل بسیار کوچک، ندارند. فیزیک جهان بزرگ را نظریه نسبیت عام آلبرت اینشتین اداره می‌کند و فیزیک جهان کوچک تحت سیطره نظریه مکانیک کوانتوم^{۲۲} است و فعلا هیچ نظریه قابل اتکایی برای ترکیب این دو جهان وجود ندارد. فعلا مسئله محوری در مکانیک کوانتوم توضیح نیروی گرانش است. نیروی گرانش تنها نیروی طبیعت است که ماهیت آن را می‌توان بدون استفاده از ذرات حامل نیرو یا همان بوزون‌ها توصیف کرد. هر سه نیروی دیگر ذره حمل‌کننده خود را دارند. طبق نظریه کوانتوم نیروی گرانش هم باید با بوزونی که نام آن را گراویتون^{۲۳} گذاشته‌اند، حمل شود. ولی تا بحال این ذره مشاهده نشده و شناسایی آن به بزرگ‌ترین مشکل نظریه کوانتوم تبدیل شده است. مشکل دیگر در راه رسیدن به نظریه خدا، ماهیت انرژی تاریک و ماده تاریک^{۲۴} که ۹۵ درصد دنیای ما را تشکیل می‌دهند است. به عبارت دیگر نظریه‌های موجود قابلیت توصیف فقط ۵ درصد از انرژی و جرم موجود در جهان را دارند. کمی ناامیدکننده است ولی واقعیت این است که ۹۵ درصد جهان خود را نمی‌شناسیم. شاید انرژی و جرم تاریک از ذره یا ذرات دیگری با نیروها و بوزون‌های حامل نیروی دیگری تشکیل شده باشند. هرچه باشد یک حقیقت غیر قابل انکار جلوی روی ماست و آن اینکه: تا رسیدن به نظریه خدا هنوز راهی بسیار طولانی در پیش داریم.

مرجع:

1-The four fundamental forces of nature, By Jeremy Rehm, Ben Biggs, published December 23, 2021, <https://www.space.com/four-fundamental-forces.html>

²² quantum mechanics

²³ gravitons

²⁴ dark matter and dark energy