



آیا باید به فکر جایگزین برای نظریه «نسبیت عام» اینشتین باشیم؟

نظریه گرانش اینشتین یا همان نظریه نسبیت عام برای بیش از یک قرن بسیار موفق عمل کرده است، با این حال، دارای کاستی‌های نظری است و برخی پیشنهاد می‌دهند که باید به دنبال جایگزین‌هایی برای آن باشیم.

نظریه گرانش اینشتین یا همان نظریه نسبیت عام برای بیش از یک قرن بسیار موفق عمل کرده است، با این حال، دارای کاستی‌های نظری است و برخی پیشنهاد می‌دهند که باید به دنبال جایگزین‌هایی برای آن باشیم.

به گزارش ایسنا و به نقل از اسپیس، این موضوع چندان تعجب آور نیست زیرا این نظریه، شکست خود را در تکینگی‌های فضا-زمان درون سیاه چاله‌ها و خود مه بانگ را پیش بینی کرده است.

برخلاف نظریه‌های فیزیکی که سه نیروی بنیادی دیگر در فیزیک یعنی الکترومغناطیسی و برهمکنش‌های هسته‌ای قوی و ضعیف را توصیف می‌کنند، نظریه نسبیت عام فقط در گرانش ضعیف آزمایش شده است.

انحرافات و مکانیک کوانتومی

به گفته اینشتین، جهان ما در پی یک مه بانگ ایجاد شده است. تکینگی‌های دیگر درون سیاهچاله‌ها پنهان می‌شوند؛ مکان و زمان در آنجا معنایی ندارند، در حالی که مقادیری همچون چگالی انرژی و فشار در آنجا بی‌نهایت می‌شوند. این‌ها نشان می‌دهد که نظریه اینشتین در آنجا شکست می‌خورد و باید با نظریه‌ای اساسی‌تر جایگزین شود.

تکینگی‌های فضا-زمان باید توسط مکانیک کوانتومی که در مقیاس‌های بسیار کوچک اعمال می‌شود، حل شوند.

فیزیک کوانتومی بر دو ایده ساده تکیه دارد: ذرات نقطه‌ای معنی ندارند. و اصل عدم قطعیت هایزنبرگ.

این اصل بیان می‌کند که هرگز نمی‌توان ارزش جفت‌های خاصی از کمیت‌ها را با دقت مطلق دانست. برای مثال، موقعیت و سرعت یک ذره را نمی‌توان با دقت مطلق دانست زیرا که ذرات را نباید به عنوان نقطه، بلکه باید به عنوان امواج در نظر گرفت که در مقیاس‌های کوچک مانند امواج ماده رفتار می‌کنند.

این برای درک این نکته کافی است که نظریه‌ای که هم نسبیت عام و هم فیزیک کوانتومی را در بر می‌گیرد باید عاری از چنین ناهنجاری باشد. با این حال، تمام تلاش‌ها برای ترکیب نسبیت عام و فیزیک کوانتومی لزوماً با انحرافات از نظریه اینشتین همراه است.

بنابراین، گرانش اینشتین نمی‌تواند نظریه نهایی گرانش باشد. در واقع، مدت زیادی پس از معرفی نسبیت عام توسط اینشتین در سال ۱۹۱۵ گذشته بود که آرتور ادینگتون (Arthur Eddington)، که بیشتر به دلیل تأیید این نظریه در خورشید گرفتگی سال ۱۹۱۹ شناخته شده بود، شروع به جستجوی جایگزینی برای آن کرد تا ببیند چگونه همه چیز می‌تواند متفاوت باشد.

نظریه اینشتین تا به امروز از تمام آزمایشات جان سالم به در برده است و به طور دقیق نتایج مختلفی را از سرعت حرکت مدار عطارد تا وجود امواج گرانشی پیش‌بینی می‌کند. بنابراین، این انحرافات از نسبیت عام در کجا پنهان شده است؟

کیهان‌شناسی مهم است

یک قرن تحقیقات مدل استاندارد کیهان‌شناسی را به ما ارائه کرده است که به عنوان مدل ماده تاریک (Cold Dark Matter)؛ Λ شناخته می‌شود. در اینجا Λ مخفف ثابت کیهانی معروف اینشتین یا انرژی تاریک مرموز با خواص مشابه است.

انرژی تاریک توسط اخترشناسان برای توضیح شتاب انبساط کیهانی معرفی شد. به رغم داده‌های بسیار مناسب کیهان‌شناسی تا همین اواخر، مدل ماده تاریک از نقطه نظر تئوری به طرز چشمگیری ناقص بود و رضایت بخش نبود.

در پنج سال اخیر نیز این مدل با تنش‌های رصدی شدیدی مواجه بوده است. ثابت هابل که سن و مقیاس فاصله در جهان را تعیین می‌کند را می‌توان در کیهان اولیه با استفاده از امواج پس‌زمینه مایکروویو کیهانی و در روزهای اخیر جهان با استفاده از ابرنواخترها اندازه‌گیری کرد.

این دو اندازه‌گیری نتایج ناسازگاری ارائه می‌دهند. حتی مهم‌تر از آن، ماهیت اجزای اصلی مدل انرژی تاریک، ماده تاریک و آن چه انبساط اولیه جهان را ایجاد کرده است، همچنان یک راز باقی مانده است.

از دیدگاه رصدی، قانع‌کننده‌ترین انگیزه برای گرانش اصلاح شده، شتاب جهان است که در سال ۱۹۹۸ با ابرنواخترهای نوع Ia کشف شد، که درخشندگی آنها با این شتاب زیاد، کم می‌شود. مدل ماده تاریک بر اساس نسبیت عام، یک انرژی تاریک بسیار عجیب و غریب با فشار منفی در جهان را متصور می‌شود.

مشکل این است که این انرژی تاریک هیچ توجیه فیزیکی ندارد. ماهیت آن کاملاً ناشناخته است، اگرچه مدل‌های زیادی پیشنهاد شده است. جایگزین پیشنهادی برای انرژی تاریک، یک ثابت کیهانی Λ است که طبق محاسبات مکانیکی کوانتومی باید عظیم باشد.

با این حال، ثابت کیهانی Λ باید به طور باورنکردنی به مقدار بسیار کوچکی تنظیم شود تا با مشاهدات کیهان‌شناسی مطابقت داشته باشد. اگر انرژی تاریک وجود داشته باشد، ناآگاهی ما از ماهیت آن عمیقاً نگران‌کننده است.

جایگزین‌های نظریه اینشتین

آیا ممکن است این مشکلات، ناشی از تلاش نادرست ما برای گنجانیدن مشاهدات کیهانی در نسبیت عام باشد، مانند قرار دادن یک فرد در یک شلوار خیلی تنگ؟ آیا ما اولین انحرافات را از نسبیت عام مشاهده می کنیم در حالی که انرژی تاریک مرموز وجود ندارد؟

این ایده که برای اولین بار توسط محققان دانشگاه ناپل ارائه شد، محبوبیت فوق العاده ای به دست آورد ... انحراف از گرانش اینشتین توسط آزمایشات منظومه شمسی، مشاهدات اخیر امواج گرانشی و تصاویر نزدیک به افق سیاهچاله ها محدود می شود.

اکنون مقالات زیادی در مورد نظریه های گرانشی که می توانند جایگزین نسبیت عام شوند وجود دارد که به تحقیقات اولیه ادینگتون در سال ۱۹۲۳ برمی گردند. یک گروه بسیار محبوب از جایگزین ها، گرانش اسکالر تانسور (scalar-tensor) است. این نظریه از نظر مفهومی بسیار ساده است زیرا فقط یک عنصر اضافی را به توصیف هندسی گرانش اینشتین اضافه می کند که میدان اسکالر مربوط به ساده ترین ذره بدون چرخش است.

یک پدیده قابل توجه «اثر آفتاب پرست» است که این واقعیت را شامل می شود که این نظریه ها می توانند خود را به عنوان نسبیت عام در محیط های با چگالی بالا مانند ستارگان یا منظومه شمسی جایگزین کنند در حالی که در محیط های کم چگالی کیهان شناسی به شدت از آن منحرف می شوند.

در نتیجه، میدان اضافی (گرانشی) به طور موثر در سیستم های نوع اول وجود ندارد و خود را مانند آفتاب پرست پنهان می کند و تنها در بزرگترین مقیاس (کیهان شناختی) احساس می شود.

وضعیت فعلی

امروزه طیف جایگزین های گرانش اینشتین به طور چشمگیری گسترش یافته است. حتی افزودن یک برانگیختگی اسکالر عظیم یعنی یک ذره اسپین صفر به گرانش اینشتین و «ساده» نگه داشتن معادلات حاصل برای جلوگیری از برخی ناپایداری های بسیار نامناسب شناخته شده منجر به ایجاد گروه بسیار گسترده تری از نظریه های هوندسکی (Horndeski) شده است.

نظریه پردازان دهه گذشته را صرف استخراج پیامدهای فیزیکی از این نظریه ها کرده اند. کشف اخیر امواج گرانشی راهی برای محدود کردن گروه فیزیکی تغییرات مجاز گرانش اینشتین فراهم کرده است.

با این حال، هنوز کار زیادی باید انجام شود، با این امید که پیشرفت های آینده در نجوم منجر به کشف تغییرات نسبیت عام شود که در آن گرانش بسیار قوی است.