سه شنبه 08 خرداد 1403 - 07:05

پایان جدال ماده تاریک و تونل‌زنی کوانتومی!

تعاملات کوچک بین ذرات ماده تاریک ممکن است اختلافاتی را که بین نظریات و مشاهدات نجومی پیرامون مفهوم تونل‌زنی کوانتومی وجود دارند، برطرف کنند.

تعاملات کوچک بین ذرات ماده تاریک ممکن است اختلافاتی را که بین نظریات و مشاهدات نجومی پیرامون مفهوم تونل زنی کوانتومی وجود دارند، برطرف کنند.

به گزارش ایسنا، نظریه رایج ماده تاریک می گوید این ماده از ذراتی تشکیل شده است که نسبت به همه ذرات شناخته شده در مدل استاندارد فیزیک بسیار سبک تر هستند.

به نقل از ادونسد ساینس نیوز، اگرچه این فرضیه به توضیح پدیده هایی مانند هاله های ماده تاریک در اطراف کهکشان ها کمک می کند اما یک نقص کشنده دارد که ناشی از اثرات احتمالی و کوانتومی، به ویژه مفهوم «تونل زنی کوانتومی» است.

تونل زنی کوانتومی به فرآیند تونل زدن یک ذره بنیادی در یک سد پتانسیل گفته می شود که معمولا ذره قادر به عبور از آن نیست. بنابراین، ماده تاریک حاصل از کهکشان های اقماری کوچک تر باید به طور پیوسته به سمت کهکشان های بزرگتری بروند که به دور آنها می چرخند و در نتیجه، کهکشان های کوچک تر جرم خود را از دست می دهند. براساس این نظریه، این امر باید به ناپدید شدن آنها منجر می شد.

تعاملات کوچک، تفاوت های بزرگ

پژوهشگران گفتند: با بررسی تعاملات کوچک بین ذرات ماده تاریک که در پژوهش های پیشین نادیده گرفته شده اند، این اختلاف را می توان برطرف کرد. سرعت خروج آنها از کهکشان های اقماری ممکن است به طور چشمگیری کمتر باشد و مشاهدات را پیرامون نظریه ماده تاریک فوق سبک به هم وصل کند.

«بیهاگ دیو»(Bihag Dave) فیزیکدان نظری «دانشگاه احمدآباد»(Ahmedabad University) هند و یکی از پژوهشگران این پروژه در یک ایمیل توضیح داد: جرم ذره ماده تاریک در این مدل می تواند به کوچکی ۱۰ تا ۵۸ کیلوگرم باشد که ۱۰۲۸ برابر سبک تر از الکترون است. با استفاده از دوگانگی ماده-موج مکانیکی کوانتومی، انتظار می رود چنین ماده تاریکی در مقیاس کهکشانی با رفتار موج مانند ظاهر شود. در مقیاس های بزرگ تر، رفتار ماده تاریک فوق سبک مشابه ماده تاریک سرد به نظر می رسد که از ذرات سنگین با تعامل ضعیف تشکیل شده و بارها در توصیف ساختار و ویژگی های مقیاس بزرگ جهان بسیار موفق بوده است.

وی افزود: با وجود این، نظریه ماده تاریک سرد در مقیاس های طولی کوچک تر با برخی مشکلات مانند پیش بینی بیش از اندازه تعداد کهکشان های اقماری، پیش بینی اشتباه چگالی در مرکز هاله های کوچک روبرو می شود. ماده تاریک فوق سبک به دلیل ویژگی موج مانند خود شاید بتواند عامل حل شدن این مشکلات باشد و در عین حال، موفقیت ماده تاریک سرد را در مقیاس های بزرگ تر حفظ کند.

تونل زنی کوانتومی زمانی اتفاق می افتد که یک جرم از سدی عبور می کند که براساس فیزیک کلاسیک نباید قادر به نفوذ در آن باشد. ذرات بنیادی معمولا می توانند در مقیاس های اتمی تونل بزنند و این بدان معناست که در همه پدیده های ماکروسکوپی مانند مقیاس سیاره ای یا کهکشانی، تونل زنی می تواند به طور کامل نادیده گرفته شود.

با وجود این، ذرات ماده تاریک فوق سبک فرضی به دلیل جرم بسیار کم خود باید بتوانند در فواصل کیهانی وسیع تونل بزنند تا بر کشش گرانشی کهکشان های اقماری کوچک غلبه کنند و به کهکشان های بزرگ تری راه پیدا کنند که در مدارشان می چرخند.

این نقص بالقوه در نظریه ماده تاریک فوق سبک در پژوهش مشترک «آبراهام لوب»(Abraham Loeb) و «مارک هرزبرگ»(Mark Herzberg) برجسته شد. آنها سرعت از دست دادن جرم ماده تاریک را توسط کهکشان اقماری «فورناکس»(Fornax) که در مدار راه شیری می چرخید، محاسبه کردند و به این نتیجه رسیدند که نظریه ماده تاریک فوق سبک رد می شود اما آن پژوهش و پژوهش های پیشین، تعامل احتمالی بین خود ذرات ماده تاریک را که می تواند بر سرعت تونل زنی تأثیر بگذارد، نادیده گرفتند.

دیو گفت: پژوهش های پیشین تونل زنی، اثر تعاملات خود ماده تاریک فوق سبک را در نظر نگرفته اند. منظور ما از تعاملات خود ماده تاریک فوق سبک این است که وقتی دو ذره ماده تاریک با یکدیگر تماس داشته باشند، می توانند یکدیگر را جذب یا دفع کنند. ما در پژوهش خود، روش تونل زنی را گسترش می دهیم تا تعاملات جاذبه و دافعه خود ماده تاریک را در بر بگیرد.

دیو و همکارش «گاوراو گوسوامی»(Gaurav Goswami) در پژوهش خود، اثر این تعاملات احتمالی را بر سرعت تونل زنی در کهکشان های اقماری تحلیل کردند و به این نتیجه رسیدند که حتی اگر آنها فقط کمی یکدیگر را جذب کنند، از دست دادن جرم محاسبه شده نظری کهکشان های اقماری، مطابق با مشاهدات است.

اگرچه این تعاملات ممکن است بتوانند نظریه ماده تاریک فوق سبک را در حال حاضر نجات دهند اما فقط آزمایش ها اثبات نهایی را ارائه خواهند داد.

در حال حاضر آزمایش هایی با هدف مطالعه ترکیب ماده تاریک در حال آماده سازی هستند که از آشکارسازهای امواج گرانشی، مطالعه نوسانات نوترینو، تداخل سنجی اتمی و مواردی از این دست استفاده می کنند. امید می رود که این تلاش ها روزی بتوانند این معمای کیهانی را حل کنند.

این پژوهش در «Journal of Cosmology and Astroparticle Physics» به چاپ رسید.