

آمادگی برای آشکارسازی امواج گرانشی ناشی

از برخورد ستارگان نوترونی

بیگ بنگ: دانشمندان در فوریه گذشته امواج گرانشی حاصل از برخورد دو سیاهچاله را کشف کردند. حال، محققان در آینده ای نزدیک، انتظار آشکارسازی سیگنال های امواج گرانشی حاصل از برخورد ستارگان نوترونی را دارند. برای مثال، ادغام دو ستاره نوترونی برای تشکیل یک سیاهچاله و یا ادغام یک ستاره نوترونی و یک سیاهچاله!



یک معادله بهبود یافته از توصیف ماده کوارکی، پیش بینی های نظری در رابطه با ویژگی های ماده ستاره نوترونی-که محققان امیدوارند در آینده قادر به آزمایش کردن آن باشند- فراهم آورده است. این تصویر، تشعشاتی از یک ستاره نوترونی در حال چرخش را نشان می دهد.

به گزارش بیگ بنگ، در مطالعه جدیدی الکسی کورکلا از دانشگاه استونجر در نروژ و سازمان اروپایی پژوهش های هسته ای اروپا (سرن) و الکسی وراینن از دانشگاه هلسینکی فنلاند روش بهبود یافته ای به منظور تجزیه و تحلیل ماده به شدت متراکمی به نام ماده کوارکی (quark matter) که تصور می شود در هسته های ستارگان نوترونی وجود دارد- پیدا کرده اند. روش آنها، پیش بینی های نظری را درباره ویژگی های ماده ستاره نوترونی- که پژوهشگران امیدوارند با داده هایی که در آینده به دست خواهند آورد قادر به آزمایش آن شوند- فراهم می آورد.

تاکنون، بهترین توصیف کمی از ماده کوارکی تنها در دمای صفر مطلق کار کرده است. اگرچه دمای نزدیک به صفر مطلق، برای توصیف ستارگان نوترونی خاموش مناسب است؛ با این حال، برخورد ستاره نوترونی چنان دماهای بالایی ایجاد می کند که نیاز به اصلاحات دمایی ضروری است. در این مطالعه، کورکلا و وراینن تاثیرات درجه حرارت بالا را محاسبه کردند و آن را با معادله حالتی که ماده کوارکی را توصیف می کند یکی کردند، این معادله برای دمای نسبتاً کوچک ولی غیر صفر تعمیم داده شد. این چارچوب اصلاح شده، توصیف بسیار دقیق تری از ماده کوارکی فراهم می آورد که در شرایط داغ ادغام ستاره نوترونی معتبر است.

ماده کوارکی

همانطور که از نامش پیداست، ستارگان نوترونی عمدتاً از نوترون تشکیل شده اند و مثل تمامی مواد شناخته شده، نوترون ها نیز از کوارک ساخته شده اند. معمولاً کوارک ها به طور تنگاتنگی در گروه های سه تایی به یکدیگر چسبیده اند ولی تصور می شود به دلیل چگالی و فشار بسیار بالا در هسته یک ستاره نوترونی ساختار نوترون ها شکسته شده، از یکدیگر جدا می شوند و تشکیل ماده کوارکی را می دهند. در

حالی که، اتم‌ها جز اساسی تشکیل ماده اتمی- که برای ما آشنا هستند- میباشند، جز اصلی ماده کوارکی، کوارک‌ها هستند (همراه با گلوئون‌ها که کوارک‌ها را در کنار یکدیگر نگه می‌دارند).

در حال حاضر، ماده کوارکی به خوبی شناخته نشده است، عمدتاً به این دلیل که به طور طبیعی بر روی زمین یافت نمی‌شوند. پژوهشگران می‌توانند پلاسمای کوارک گلوئون را در برخورد ذرات پرنرژی، همانند آنچه در شتاب دهنده بزرگ هادرونی (LHC) اتفاق می‌افتد را تولید کنند ولی آنها، تنها در کسری از ثانیه وجود خواهند داشت چرا که حفظ و نگهداری آنها به شرایط بسیار شدیدی نیاز دارد.

امواج گرانشی حاصل از ستاره‌های نوترونی

یک جایگزین برای تولید ماده کوارکی جستجوی آن در فضا است. با استفاده از روش‌های مشابهی که به تازگی برای آشکارسازی امواج گرانشی حاصل از برخورد دو سیاهچاله صورت گرفت، حال، پژوهشگران در جستجوی امواج گرانشی حاصل از برخورد ستارگان نوترونی هستند. آشکارسازی سیگنال چنین برخوردی برای دانشمندان اطلاعات جدید و با ارزشی درباره ماده کوارکی فراهم می‌کند.



تصویری هنری از برخورد و ادغام دو ستاره‌ی نوترونی

کورکلا می‌گوید: «این امید وجود دارد که سیگنال امواج گرانشی ناشی از ادغام دو ستاره نوترونی و یا یک ستاره نوترونی با یک سیاهچاله اطلاعات دقیقی درباره‌ی ساختار ستارگان نوترونی فراهم کند. این کشف به نوبه خود پژوهشگران را قادر می‌سازد تا به معادله حالت ماده‌ای که ستارگان از آن تشکیل شده‌اند- همانند ویژگی‌های ترمودینامیک ماده هسته‌ای و کوارکی- پی ببرند.»

اگر چه آشکارسازی ماده کوارکی به طور آزمایشگاهی دشوار است، توصیف آن به صورت نظری به همان اندازه چالش برانگیز است. این دشواری به این دلیل است که این توضیحات شامل استفاده از نیروی قوی (به واسطه گلوئون‌ها) برای انرژی بسیار شدید ماده ستارگان نوترونی است. واین می‌گوید: «هدف ما به عنوان نظریه پردازان ذرات/ هسته‌ای پیش بینی معادله حالت از اصول اولیه است، برای مثال با شروع کردن از ویژگی‌های بنیادین تئوری واکنش‌های شدید و کرومودینامیک کوانتومی (QCD). این یک چالش طولانی مدت و بسیار سخت است، ولی اگر موفق شویم؛ هنگامی که مشاهدات ستاره نوترونی به اندازه کافی دقیق شدند، نتایج ما می‌تواند برای تفسیر داده‌های مشاهده‌ای از ادغام ستاره‌های نوترونی استفاده شود و در نهایت، بگویند که آیا ستاره‌های نوترونی دارای هسته‌های ماده کوارکی هستند یا خیر؟»

در اینجا نیز نتایج برای پلاسمای کوارک- گلوئون تولید شده در شتاب دهنده‌های ذرات استفاده می‌شود، دانشمندان توضیح می‌دهند که تا حدی تفاوت نسبت به ماده کوارکی مورد انتظار در ستاره‌های نوترونی وجود دارد. کورکلا می‌گوید: «پلاسمای کوارک- گلوئون که در برخورد دهنده‌های یون سنگین تولید می‌شود تصور می‌شد که می‌تواند به عنوان یک سوپ‌نه چندان متراکم از کوارک و گلوئون‌ها باشد، این در حالی است که ماده کوارکی بسیار متراکم و سرد و اساساً در حالت جامد است. در

حقیقت، کار ما پلی بین گپ موجود بین این دو سیستم است، چنانکه نتایج ما برخلاف نتایج گذشته، در همه درجه حرارت ها قابل اجراست.»

در آینده، پژوهشگران برای بهبود روش های خود به منظور اصلاح پیش بینی هایشان برنامه ریزی خواهند کرد. ورائین می گوید: «ما به طور فعالانه، همراه با همکاران مان هم از اروپا و هم از آمریکا در جهت بهبود نتایج فعلی برای معادله حالت ماده کوارکی صفر درجه کار خواهیم کرد. ما به تلاش های آینده درباره ی انبساط جفت شدگی ضعیف از معادله حالت امیدواریم؛ این تلاش ها، اجازه پیش بینی مناسبی از ویژگی های ماده کوارکی سرد را به ما می دهد.» جزئیات بیشتر این پژوهش در مجله [Physical Review Letters](#) منتشر شده است.

ترجمه: مریم امامی جعفری/ [سایت علمی بیگ بنگ](#)

منبع: [phys.org](#)