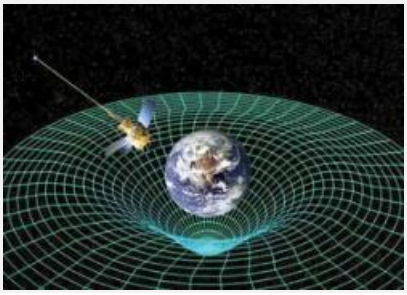

چهار شنبه 04 اسفند 1389 - 08:22

نظريه نسبيت اينشتين بار ديگر از آزمون سخت علمي سربلند بيرون آمد

نزديك به 100 سال از نخستين انتشار نظريه نسبيت اينشتين (1955 ـ 1879) مي‌گذرد. اين نظريه بزرگ كه در زمان خود و حتي دهه‌ها بعد به وضوح نشان داد قامت درك و توانايي‌هايي علمي بشريت براي فهم و اثبات دنياي آن هنوز كوچك است، بار ديگر دستاويز آزمون‌هاي علمي سخت و دشوار قرار گرفته و سر بلند بيرون آمده است.

زندگي زير چتر نسبيت جريان دارد

جام جم آنلاين: نزديك به 100 سال از نخستين انتشار نظريه نسبيت اينشتين (1955 ـ 1879) مي‌گذرد. اين نظريه بزرگ كه در زمان خود و حتي دهه‌ها بعد به وضوح نشان داد قامت درك و توانايي‌هايي علمي بشريت براي فهم و اثبات دنياي آن هنوز كوچك است، بار ديگر دستاويز آزمون‌هاي علمي سخت و دشوار قرار گرفته و سر بلند بيرون آمده است.

دانشمندان با انجام 5 آزمايش علمي خطير و مهم به اين نتيجه رسيده‌اند كه نظريه نسبيت هنوز نفس مي‌كشد و روزبه‌روز بر حقانيت دنياي بزرگ آن صحه گذاشته مي‌شود. اكنون و پس از يك‌قرن از اعلام نظريه نسبيت، مرزهاي دانش بشري بار ديگر نگاه‌ها را به سوي نابغه دوران و تفكرات عالي وي معطوف ساخته و ثابت مي‌كند هنوز هم حق با اينشتين است.

آخرين آزمايش نظريه نسبيت اينشتين كه در تابستان 2010 در نشريه Science منتشر شد، نگاه ويژه‌اي به مفهوم پارادوكس زماني دارد؛ يعني همان بخش از نظريه نسبيت كه پيش‌بيني مي‌كند 2 ساعت دقيقا همانند كه در ارتفاع‌هاي مختلف آرام گرفته يا در سرعت‌هاي مختلف حركت مي‌كنند، با آهنگ متفاوتي به تيك‌تاك خواهند افتاد. پارادوكس زماني در واقع معمول‌ترين تصور ما از اصطلاح پارادوكس توام يا دوقلو به شمار مي‌رود كه توصيف آشناي آن از اين قرار است: اگر يكي از دوقلوها سوار بر موشك در حال حركتي با سرعت فوق‌العاده زياد رهسپار اختروارهاي شود، در زمان برگشت به خانه سن كمتري از قل زميني‌اش خواهد داشت يا به بيان ديگر طي اين رفت و برگشت كمتر پير مي‌شود. اكنون اما گروهي از فيزيكدانان موسسه ملي استانداردها و فناوري آمريكا نشان داده‌اند پارادوكس زماني را مي‌توان حتي بدون وجود يك مسافرت سريع‌السير پرت و دورافتاده نيز بجا آورد. در بيان چند و چون انجام اين آزمايش بايد گفت محققان با استفاده از ساعت‌هاي نوري ابرحساس به اندازه‌گيري تغييرات در آهنگ سرعت اين ساعت‌ها در سرعت‌هاي كمتر از 40 كيلومتر در ساعت و در ارتفاع‌هاي مختلفي از حدود 30 سانتي‌متر اقدام كردند. هريك از اين ساعت‌هاي نوري توسط يك يون منفرد آلومينيوم توانبخشي مي‌شوند و تقريبا 40 برابر دقيق‌تر از ساعت‌هاي اتمي استاندارد بين‌المللي با توانبخشي سزيمي محسوب مي‌شوند. چنين دقتي براي محققان توانايي نگاه دقيق به اختلافات بسيار خرد در سرعت تيك‌تاك ساعت‌ها را فراهم مي‌آورد. ساعت‌هايي كه هنوز در ارتفاع يكساني نشسته‌اند از سرعت تيك‌تاك يكساني برخوردارند، اما محققان براي به‌حركت در آوردن يك ساعت كار را با يكي از يون‌هاي نوسان‌كننده در سرعت‌هاي انتخابي‌شان كليد زدند. آنها معتقدند نحوه حركت و تندي آن مي‌تواند هم به كندي زماني باشد كه روي تاب نشسته و به عقب و جلو تاب مي‌خوريد و هم به تندي يك گلوله تفنگ باشد. زماني كه محققان حركت يون را با سرعت 10 متر بر ثانيه ترتيب مي‌دهند (اندكي كمتر از سرعت 40 كيلومتر بر ثانيه)، به اين نكته مهم پي بردند كه ساعت با سرعت سنجش‌پذيري آهسته‌تر از ساعت ساكن به تيك‌تاك مي‌افتد. همين موضوع زماني كه ساعت‌ها در ارتفاع‌هايي با اختلاف اندك بودند نيز اتفاق افتاد. زماني كه محققان از يك جك هيدروليك براي بلند كردن يكي از ساعت‌ها استفاده كردند تا آن را فقط 30 سانتي‌متر بالا بياورند، مشاهده كردند سرعت تيك‌تاك ساعت پايين‌تر تا حدود زيادي نسبت به ساعت بالاتري خفيف‌تر مي‌شود.

از آنجايي كه ساعت‌هاي نوري امكان اندازه‌گيري دقيق لازم و كافي را فراهم مي‌كنند، محققان توانستند به خوبي مشاهده كنند كه پيش‌بيني‌هاي اينشتين در شرايط و مقتضيات روزمره زندگي ما نظير بلندي يك صندلي يا سرعت يك خودرو در يك خيابان محلي و مسكوني چگونه به نقش‌آفريني كماكان خود ادامه مي‌دهد. حال زماني را فرض كنيد كه فردي ارتفاع بالا و جابه‌جايي سريع را مثلا در يك هواپيما تجربه مي‌كند و خلبان اعلام مي‌كند ما هم اكنون در سرعت 800 كيلومتر در ساعت و ارتفاع تقريبا 10 هزار متري زمين به سر مي‌بريم. در چنين وضعيتي كدام پارادوكس زماني برنده ماجراست: سرعت تيك‌تاك آهسته‌تر در مقابل سرعت افزايش يافته، يا سرعت تيك‌تاك تندتر در مقابل جاذبه پايين‌تر؟ براي فهم بهتر موضوع فردي مثل شخصيت فيلم «آپ ــ بالا» را فرض كنيد كه در طول زندگي خود معادل 16 ميليون كيلومتر با هواپيما پرواز كرده است؛ جدا از به حساب آوردن رقمي حيرت انگيز براي كيلومترها پرواز هوايي كه اين جت‌نشين دائم‌السفر به ثبت رسانده، فيزيكدانان حساب كرده‌اند قهرمان هميشه در پرواز ما چيزي معادل 59 ميكروثانيه كمتر از رفقاي روي زمينش پيرتر شده است.

حركت تقدمي اسپين

مفهوم حركت تقدمي چرخشي يك اصل فرعي يا همروند به شمار مي‌رود كه در درون نظريه بزرگ نسبيت جمع شده است و پيش‌بيني مي‌كند زماني كه دو شيء حول مدار يكديگر مدارگردي مي‌كنند، جرم‌هايشان باعث واپيچيدن و از شكل افتادن محور

مركزي مي‌شود كه به دورش در حال گردش هستند به طوري كه به آهستگي باعث تغيير يافتن مسير و جهت حركت مي‌شود. اين تغيير تدريجي سبب مي‌شود دو شيء مزبور داخل مدارهايشان اصطلاحا وول بخورند.

نكته: دانشمندان با انجام 5 آزمايش علمي و مهم به اين نتيجه رسيده‌اند كه نظريه نسبيت هنوز نفس مي‌كشد و روزبه‌روز بر حقانيت كشف بزرگ اينشتين صحه گذاشته مي‌شود
در اين ميان و براي يافتن نمونه‌اي از وقوع جنبش و لنگ زدن طي حركت پيشرونده چرخشي، تيمي از محققان بين‌المللي دست به كار شده و به مطالعه يك جفت از پالسارها يا همان تب اخترها مشغول شدند. اجرام سماوي موسوم به تب اخترها، ستارگان نوتروني چگالي محسوب مي‌شوند كه هر كدام ديگري را در مدارهاي تنگ و نزديك احاطه كرده است و سيگنال‌هاي راديويي چنان قدرتمندي را ساطع مي‌كنند كه مي‌تواند از زمين رديابي شود. اين زوج تب اختر كه نخستين بار سال 2003 ديده باني و مشخص شدند، تنها زوج پالسار شناخته‌شده‌اي هستند كه معلوم شده به دور هم مدارگردي دارند و به اعتقاد محققان فرصت مناسبي را براي آزمايش كردن يكي از پيش‌بيني‌هاي تا به امروز ثابت نشده نظريه نسبيت فراهم مي‌كند. دانشمندان به دنبال 4 سال رديابي سيگنال‌هاي راديويي حاصل از يكي از اين ستارگان سرانجام در سال 2008 اعلام كردند به قدر كافي نسبت به موضوع جنبيدن اطمينان يافته‌اند و درست به همان صورتي كه اينشتين حدس زده بود وقوع چنين موضوعي به اثبات رسيد.

انحناي فضا ـ زمان

3 دهه پيش دانشمندان با ارسال و دريافت پيام‌هاي ارتباطي و مخابراتي از مريخ‌نشين وايكينگ در سال 1979 نشان دادند كه سيگنال‌هاي در سفر ميان زمين و مريخ نسبت به موقعي كه آنها از خورشيد مي‌گذرند اندكي بيشتر به درازا مي‌كشد و اين مهم به واسطه مفهوم خميدگي فضا ـ زمان است كه اين ستاره عظيم و گران سبب‌ساز آن مي‌شود، اما اين كه دانشمندان چگونه اين آزمايش را به انجام رساندند به تلاش‌هاي مجدد آنها براي اندازه‌گيري‌هاي جديد سيگنال‌هاي راديويي برمي‌گشت. در سال 2002 و همچنان كه فضاپيماي كاسيني رهسپار سياره كيوان بود، دانشمندان به سنجش مجدد اثر گرانش خورشيدي پرداختند و طي آن چگونگي تغيير يافتگي سفر رفت و برگشت زماني يك سيگنال راديويي را هنگام گذشتن از نزديك خورشيد مورد بررسي و دقت‌نظر بيشتر خود قرار دادند. در اين ميان گرچه آزمايش كاسيني همان نتايج وايكينگ را نشان داد، اما با درستي 20 در ميليون 50 بار دقيق‌تر از آن بود و اين سنجش قابل‌توجه در سايه سامانه ارتباطاتي بهتري حاصل شد كه مي‌توانست تداخل امواج ناشي از اكليل خورشيدي يا همان هاله را پالايش كند.

پارادوكس زماني در ليزر

آزمايش مربوط به پارادوكس زماني روي فواصل خرد نه يك‌بار بلكه دو بار در سال 2010 مورد آزمون قرار گرفت. پايه اصلي ماجراي اين آزمايش جالب توجه همان اتم‌هاي سزيمي بودند كه سامانه‌هاي زمان‌سنج ابردقيق امروزي را با آن مي‌شناسيم. در حالي كه زمان زيادي از ورود اتم‌هاي سزيم به بحث توانبخشي دقيق‌ترين ساعت‌هاي دنيا نمي‌گذرد، اما دانشمندان براي مشاهده مفهوم پارادوكس زماني حاكم بر كوچك‌ترين اختلاف ارتفاع تاكنون موجود ـ يعني يك‌دهم ميلي‌متر ـ از آن بهره جستند. در همين رابطه و بر اساس تحقيق جديدي كه سال 2010 در نشريه Science منتشر شد، دانشمندان به بمباران اتم‌هاي سزيم با فوتون‌هاي حاصل از يك اشعه ليزر اقدام كردند. بر اساس قانون مكانيك كوانتوم زماني كه يك فوتون به اتمي فرضي برخورد مي‌كند، آن را با فشار به دو موجوديت جانشين و متبادل مي‌نشاند. در يكي از اين موجوديت‌هاي جانشين، گذرگاه يا مسير اتم عوض نمي‌شود؛ به بيان ديگر، اتم مزبور فوتون را جذب كرده و آن را به فاصله يك‌دهم ميلي‌متر بالاتر مي‌راند. بر اين اساس دانشمندان با مشاهده اختلاف ميان سرعت نوسان اتم بالاتر و پايين‌تر، توانستند با دقتي معادل يك در 100 ميليون پارادوكس زماني را بر فراز چنين فاصله خردي مشاهده كنند.

نسبيت در مقياس بزرگ

نسبيت در مقياس بزرگ به بزرگي يك منظومه شمسي است؛ وقتي كسي بخواهد راه‌حلي براي آزمايش نظريه‌اي درباره كل عالم و جهان هستي صادر كند، بايد قبول كرد مقياسي در اين حد نيز نمونه كوچكي است. واقعيت امر اين است كه نسبيت عام روي مقياسي بزرگ‌تر از منظومه شمسي به اثبات نرسيده است؛ با وجود اين تصور و فرض اين مفهوم كه نظريه نسبيت روي فواصل بزرگ‌تر هنوز پا برجا باشد برخي دانشمندان را در حيرت و شگفتي باقي نگه‌داشته است، اما ماجراي آزمايش مفهوم نسبيت كهكشاني از اين قرار است كه محققان با استفاده از رصدگري‌هاي وسيع و دور رس حاصل از تلسكوپ اشعه ايكس قدرتمند ناسا موسوم به چندرا توانستند براي نظريه نسبيت آن هم روي يك مقياس كيهان‌شناختي تكيه‌گاه و پشتيباني تاييدكننده فراهم كنند. در واقع محققان با تدارکي چنين قوي و فراسويي به اين مهم پي بردند كه نظريه اينشتين به نحو دقيق و درستي چگونگي رشد خوشه‌هاي كهكشاني در طول زمان را پيش‌بيني كرده است. خوشه‌هاي كهكشاني دسته‌هاي بزرگي از كهكشان‌ها هستند كه توسط گرانش به صورت متفق با هم جمع مي‌شوند.

با اين اوصاف و پس از يك قرن همراهي با نظريه نسبيت و قوانين راهگشاي آن، به نظر مي‌رسد سال 2010 سال پركاري براي خوشامدگويي نظريه نسبيت و اثبات پرده‌هاي ناگشوده و پيش‌بيني‌هاي تاكنون محقق نشده اين نابغه دوران لقب بگيرد. سالي كه طي آن و با همت دانشمندان در سايه انجام آزمايشات مختلف، دانش بشري توانست تجربه افزون‌تري از نظريه نسبيت را براي توصيف و ادراك قوانين حاكم بر زندگي روزمره و از قلب اتم گرفته تا قلب كهكشان‌هاي دوردست به نمايش بگذارد.

منابع: Science, Discovery, Popularmechanics

مترجم: مهريار ميرنيا / جام جم