اخبار و اعلان های خانه نشریات

آرشیو کامل نشریات دانشجویی

نحوه دریافت حمایت مالی

نحوه درخواست مجوز نشریه

نحوه شرکت در جشنواره نشریات

نحوه ثبت آرشیو نشریه

اسناد و آئین نامه ها • دستور العمل نشریات دانشگاهی

اطلاعات کامل در خصوص کمیته ناظر بر نشریات

لیست نشریات فعال

در سایت سند • sanad.um.ac.ir

دو ماه نامه علمی، شماره دوم تابستان ۱۴۰۲

پارادایم

درهم تنیدگی کوانتومی (صفحه ۳)

نوبل ۲۰۲۲ فیزیک (صفحه ۴)

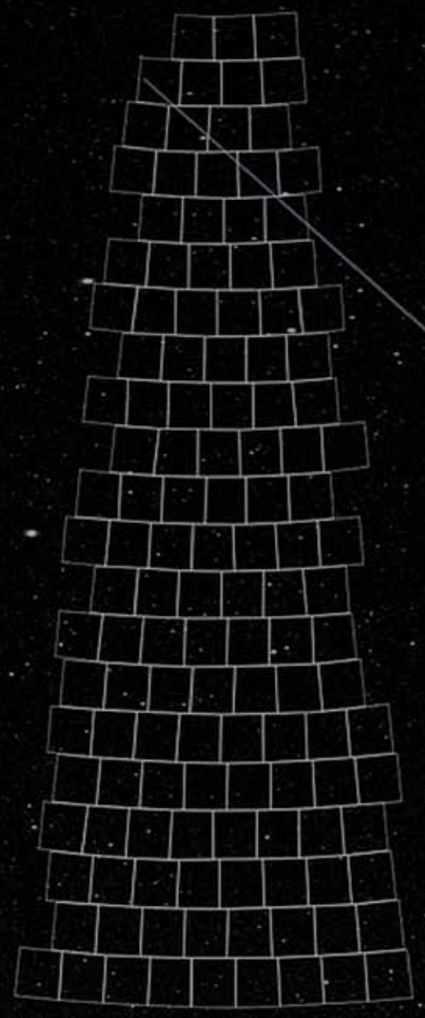
پروژه اقلیدس (صفحه ۵)

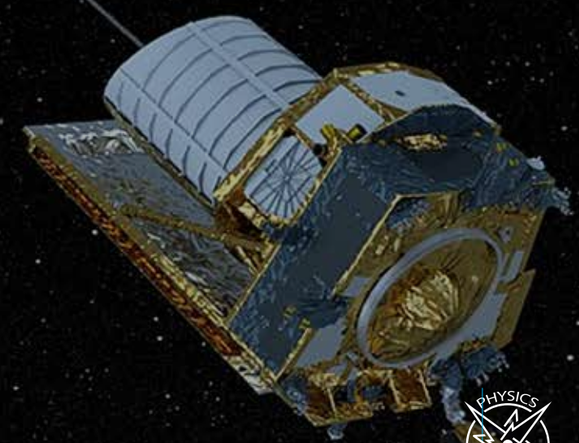
مصاحبه (صفحه ۶)

تبدیل گرانش به نور (صفحه ۹)

حالا من خود مرگ شده ام... (صفحه ۱۰)

ما تنها نیستیم (صفحه ۱۱)





ارتباط با ما: @FumPhysicsDep@gmail.com @physics_um @physics_um

بنام خداوند بخشنده و مهربان

دو ماه نامه علمی، شماره دوم تابستان۱۴۰۲... شماره مجوز: ۱۴۰۱۳۳۹۴

صاحب امتیاز: انجمن علمی فیزیک دانشگاه فـــردوسی مشهد

مدیر مسئول: هاشم محمدزاده بازه‌حوض ..... **سردبیر:** فاطره اصغری

هیئت تحریریه: مصطفی اخلاقی، یزدان اسدی، کیانا اعتصامی‌فر، بهاره عطایی، نرگس محسنی‌نیا، هاشم محمدزاده بازه‌حوض، فاطره اصغری، زهرا باشی زرگرآبادی ..... **ویراستاران علمی:** دکتر سید جواد اخترشناس، دکتر محمود روشن ..... **ویراستار ادبی:** فاطره اصغری ..... **طراح:** محدثه گـواهی

سخن سردبیر

با درود فراوان به فیزیک‌دوستان عزیز و عرض تشکر برای به دست گرفتن پارادایم

در این روزهایی که در انتظار شروع دوباره‌ی ترم و ورود افراد جدیدی (همان ترمک‌ها) به دانشگاه هستیم، پارادایم پیشاپیش قصد تبریک به جدیدالورودها را دارد؛ چنان که بیایند و شور دوباره‌ای به دانشگاه و دانشکده، وارد کنند.

در این شماره، قصد داریم شما را با اخبار فیزیکی تازه‌ای آشنا سازیم، به سمت نوبل ۲۰۲۲ فیزیک رفته و از فالکون ۹ به سوی لاگرانژی ۲ پرتاب شده تا به راز ماده‌ی تاریک پی ببریم. در این میان، کشف کنیم که حیات را چگونه می‌توان شناخت و با سازنده‌ی بمب اتمی، آشنا شویم. همچنین افتخار مصاحبه با دکتر محمود روشن، یکی از برجستگان علمی دانشگاه و کشور را داشتیم تا هم توضیح سرگذشتی از ایشان را شنیده و هم از دانششان بی‌بهره نمانیم.

به امید این‌که این صفحات، شما را به مسیر کنجکاوی بکشاند و در راستای عبور از کنار جیمزوب، خود را از آینه‌هایش ببینید و خرسند از این مسیر، خواب خوشی را تجربه کرده باشید.

فاطره اصغری

دانشجوی کارشناسی فیزیک، ورودی ۱۴۰۰

Fatere.asg۸۲۲@gmail.com

اخـــــبار

ممکن است جیمزوب ستاره‌های تاریک را مشاهده کرده باشد.

تلسکوپ فضایی جیمزوب ممکن است ستاره‌های عجیب و غریبی را دیده باشد که به جای هم‌جوشی هسته‌ای، از ماده تاریک تغذیه می‌کنند. اگر این ستارگان واقعاً وجود داشته باشند، می‌توانند رازهای بزرگ کیهانی را حل کنند.

ستارگان به اصطلاح تاریک اصلاً همجوشی نخواهند داشت؛ در اوایل جهان، آن‌ها می‌توانستند از ابرهای مشابه غنی از ماده تاریک تشکیل شوند. برای چندین نوع فرضی ماده تاریک، هنگامی که دو ذره با هم برخورد می‌کنند، باید در یک انفجار انرژی از بین بروند، که به اندازه کافی برای نیرو دادن به یک ستاره پرجرم است.

Leah Crane (۱۷ July ۲۰۲۳)
www.newscientist.com ,
jwst-may-have-spott-۲۳۸۲۹۳۳/https://www.newscientist.com/article
/ed-enormous-stars-powered-by-dark-matter

کشف یخ جدید ممکن است درک ما را از آب تغییر دهد.

محققان دانشگاه UCL و دانشگاه کمبریج نوع جدیدی از یخ را کشـــــف کرده‌اند که بیش‌تر از سایر یخ‌های شناخته شده شبیه آب مایع بوده و ممکن است درک ما از آب و ناهنجاری‌های فراوان آن را بازنویسی کند.

برای این مطالعه که در ژورنال Science منتشر شده است، تیم تحقیقاتی از فرآیندی به نام آسیاب گلوله‌ای استفاده کردند که یخ معمولی را با توپ‌های فولادی در یک شیشه خنک شده تا ۲۰۰- درجه سانتی‌گراد به شدت تکـــــان می‌دهد.

آن‌ها دریافتند که این فرایند به جای این‌که با تکه‌های کوچک یخ معمولی خاتمه یابد، شکل بی‌شکل جدیدی از یخ را به وجود آورده که بر خلاف سایر یخ‌های شناخته شده، چگالی مشابه آب مایع داشت و حالت آن به شکل جامد شبیه آب بود. آن‌ها نام یخ جدید را «یخ آمورف با چگالی متوسط» (MDA) گذاشتند.

University College London (۲ February ۲۰۲۳)
www.phys.org
https://phys.org/news/۰۲-۲۰۲۳-discovery-ice.html

فاطره اصغری

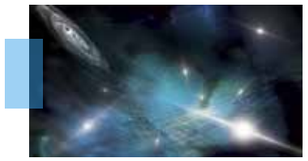
دانشجوی کارشناسی فیزیک، ورودی ۱۴۰۰

Fatere.asg۸۲۲@gmail.com

دانشمندان سرانجام صدای کر امواج گرانشی را شنیدند که در جهان موج می‌زند.

آن‌ها گزارش دادند که توانستند امواج گرانشی با فرکانس پایین را بشنوند؛ موج‌های ضعیف ناشی از حرکت سیاهچاله‌ها را مشاهده کردند که به آرامی همه چیز را در کیهان می‌کشند و می‌فشارند؛ تغییراتی در ساختار کیهان که توسط اجسام عظیمی که در اطراف، حرکت و برخورد می‌کنند در فضا ایجاد می‌شود.

کهکشان‌ها در سراسر جهان دائماً در حال برخورد و ادغام با یکدیگر هستند. سابولکس مارکا، اخترفیزیکدان دانشگاه کلمبیا که در این تحقیق شرکت نداشت، توضیح داد که با وقوع این اتفاق، دانشمندان بر این باورند که سیاه‌چاله‌های عظیم در مراکز این کهکشان‌ها نیز به هم می‌رسند و قبل از این‌که در نهایت به یک‌دیگر سقوط کنند، در یک رقص قفل می‌شوند.



Maddie Burakoff (۲ July ۲۰۲۳)
www.phys.org
https://phys.org/news/۰۶-۲۰۲۳-scientists-heard-chorus-gravitation
al-ripple.html

اتم‌های بزرگ می‌توانند به کامپیوترهای کوانتومی کمک کنند تا به فیبرهای نوری متصل شوند.

اتم‌های بزرگ می‌توانند خروجی رایانه‌های کوانتومی را به سیگنال‌های نوری‌ای که می‌توانند از طریق فیبرهای نوری عبور کنند، تبدیل کنند. این موضوع برای اتصال کامپیوترهای کوانتومی به یک شبکه بسیار مهم و حیاتی باشد.

چندین کامپیوتر کوانتومی که با هم شبکه شده‌اند ممکن است بتوانند محاسبات پیچیده‌تری را نسبت به یک کامپیوتر انجام دهند، با این حال، در حالی که شبکه‌های رایانه‌ای معمولی از فیبرهای نوری برای اتصالات سریع و دقیق استفاده می‌کنند، بسیاری از رایانه‌های کوانتومی نتایج خود را به‌عنوان سیگنال‌هایی ارسال می‌کنند که نمی‌توانند در فیبرها حرکت کنند.

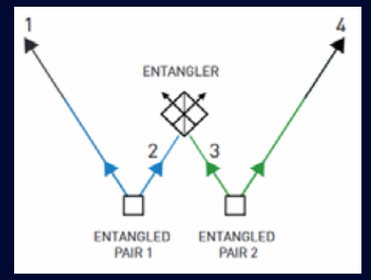
Karmela Padavic-Callaghan (۲۲ March ۲۰۲۳)
www.newscientist.com ,
https://www.newscientist.com/article/۲۳۶۵۵۷۶-supersized-atoms
-could-help-quantum-computers-link-to-optical-fibres/

درهم‌تنیدگی کوانتومی

درهم‌تنیدگی چیست؟

الن اَسپه ، جان کلاوزر و آنتون زایلینگر ، برندگان نوبل فیزیک ۲۰۲۲، با آزمایش‌های پیشگامانه در زمینه‌ی فناوری کوانتومی روی فوتون‌های درهم‌تنیده، نامساوی بل را نقض کردند. درهم تنیدگی دو ذره به این معناست که هراتفاقی برای یکی از ذرات یک جفت درهم‌تنیده بیفتد، آناً بلایی همان که در اندازه‌گیری خوانده شد، باقی خواهد ماند و باقی آن‌ها نابود می‌شوند و هیچ‌وقت نمی‌توانیم چیزی درباره‌شان بفهمیم. با این حال می‌توان ویژگی‌های کاملاً نامشخص کوانتومی را از طریق ترابرد تماماً به ذره دیگر منتقل کرد اما این کار به قیمت نابودی آن اطلاعات در ذره‌ی اصلی تمام می‌شود.

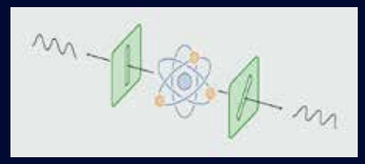
گام بعدی پس از این‌که درهم‌تنیدن یک جفت و یک تک‌ذره به‌طور تجربی انجام شد، استفاده از دو جفت درهم‌تنیده‌ی ذرات بود. فرض کنید مطابق شکل دو جفت ذره‌ی درهم‌تنیده داریم. اگر طی فرآیندی ذره ۲ را با ذره ۳ درهم‌تنیده کنیم، ذرات ۱ و ٤ نیز بدون این‌که با یک‌دیگر برهم‌کنشی داشته باشند، درهم‌تنیده خواهند شد. این تبادل درهم تنیدگی اولین‌بار توسط تیم تحقیقاتی آنتون زایلینگر در ۱۹۹۸ ایجاد شد.



جفت‌های فوتون درهم‌تنیده را می‌توان از طریق فیبرهای نوری در جهت مخالف ارسال کرد تا به عنوان سیگنال در یک شبکه کوانتومی عمل کنند. درهم‌تنیدگی دو جفت امکان گسترش فواصل بین گره‌ها را در چنین شبکه‌ای فراهم می‌کند. مسافتی که می‌توانیم فوتون‌ها را از طریق فیبر نوری پیش از آن که جذب شوند و یا ویژگی‌شان را از دست بدهند ارسال کنیم، دارای محدودیت است. سیگنال‌های نوری معمولی را می‌توانیم طی ارسال تقویت کنیم اما این برای جفت‌های درهم‌تنیده عملی نیست؛ چرا که تقویت‌کننده باید نور را گرفته و آن را اندازه‌گیری کند و این باعث برهم خوردن درهم‌تنیدگی می‌شود. با این وجود، تبادل درهم‌تنیدگی یعنی ارسال حالت اصلی به مسافت‌های بیشتر ممکن است پس می‌توانیم آن را در فواصل طولانی‌تری نسبت به آن‌چه که در غیر این صورت ممکن بود، منتقل کنیم.

هم‌بستگی قطبش در آزمایش

آزمایشی که جان کلاوزر و سه پژوهشگر دیگر برای بررسی نامساوی بل انجام دادند شامل ارسال یک جفت درهم‌تنیده ذرات در جهت مخالف بود. در عمل ویژگی‌ای که از فوتون‌ها مورد استفاده قرار گرفت، قطبش بود. وقتی ذرات تابیده می‌شوند، جهت قطبش نامعلوم است و تنها چیزی که به‌طور قطعی می‌دانیم این است که ذرات قطبش موازی دارند. این را می‌توان با فیلتری که اجازه‌ی قطبش تنها در یک جهت معین را می‌دهد، بررسی کرد. این همان اثری است که در بسیاری از عینک‌های آفتابی استفاده می‌شود و نور قطبیده شده در صفحه‌ای خاص مثلاً انعکاس نور در آب را مسدود می‌کند.



اگر هر دو ذره به سمت فیلترهایی که روی یک صفحه قرار دارند، مثلاً عمودی، فرستاده شوند و یکی از آن‌ها از شکاف عبور کند، دیگری هم عبور خواهد کرد؛ اما اگر فیلترها عمود بر یک‌دیگر باشند، یکی از ذرات متوقف می‌شود در حالی که ذره‌ی دیگر عبور می‌کند. ترفند در این آزمایش این است که فیلترها را با زوایای مختلف نسبت به هم قرار دهیم تا نتایج متفاوتی به‌دست آوریم؛ هر دو ذره عبور کنند، تنها یکی عبور کند یا هیچ‌کدام از شکاف رد نشوند. پس عبور هر دو ذره از شکاف‌ها بستگی به زاویه بین فیلترها دارد.

مکانیک کوانتومی منجر به هم‌بستگی بین اندازه‌گیری‌ها می‌شود. احتمال این‌که یک ذره از شکاف فیلتر عبور کند به زاویه فیلتر که قطبش همتایش را در جهت مخالف بررسی کرده، بستگی دارد؛ به عبارتی نتایج هر دو اندازه‌گیری، در برخی زاویا، نامساوی بل را نقض می‌کند و هم‌بستگی بیشتری را نسبت به زمانی نشان می‌دهد که متغیرهایی پنهان را دخیل در جهت قطبش هنگام گسیل فوتون‌ها در نظر بگیریم.

عصر اطلاعات کوانتومی

این آزمایش‌ها و آزمایش‌های مشابه، پایه و اساس تحقیقات گسترده‌ی فعلی در علم اطلاعات کوانتومی را بنا کردند.

توانایی دست‌کاری و مدیریت حالت‌های کوانتومی و ویژگی‌های آن‌ها به ما امکان دسترسی به ابزارهایی با ظرفیت‌های غیرمنتظره را می‌دهد. این مبنای محاسبات کوانتومی، انتقال و ذخیره‌سازی اطلاعات کوانتومی و الگوریتم‌های رمزگذاری کوانتومی است. سیستم‌هایی با بیش از دو ذره، که همگی درهم‌تنیده‌اند، امروزه مورد استفاده قرار می‌گیرند.

این ابزارها که به‌طور فزاینده‌ای اصلاح شده‌اند، کاربردهای واقع‌بینانه را هرچه بیشتر عملی می‌کنند. حالات کوانتومی درهم‌تنیده بین فوتون‌هایی که از ده‌ها کیلومتر فیبر نوری ارسال شده‌اند و بین یک ماهواره و یک ایستگاه روی زمین، نشان داده شده‌اند. در مدت زمان کوتاهی، محققان در سراسر جهان راه‌های جدیدی برای استفاده ازقوی‌ترین ویژگی مکانیک کوانتومی یافته‌اند.

منابع:
https://www.nobelprize.org/prizes/physics/۲۰۲۲/popular-information/
https://www.quantamagazine.org/how-bells-theorem-proved-spooky-action-at-a-distance-is-real-۲۰۲۱۰۷۲۰/

نرگس محسنی‌نیا
دانشجوی کارشناسی فیزیک، ورودی۱۴۰۰
NargesMohseninia@gmail.com

نوبل ۲۰۲۲ فیزیک

چگونه درهم‌تنیدگی به ابزاری قدرتمند تبدیل شده است.

همگی ما می‌دانیم که شهرت مکانیک کوانتومی مدیون برنده نوبل فیزیک سال ۱۹۳۳ یعنی آقای اروین شرودینگر اتریشی است که با فرمولی که برای مکانیک کوانتومی ارائه داد در واقع برای توصیف حالت یک ذره، یک معادله موج را پیشنهاد داد، یعنی دیدگاه موجی به یک ذره را پدیدار کرد.

معادله شرودینگر:

$$ih\,\partial/\partial t\;\psi(r.t)=H\psi(r.t)$$

این فرمول بحث مکانیک موجی یا همان نگاه موجی به ذرات را بیان می‌کند و حرف از احتمال وجود آن‌ها را می‌زند. در فیزیک، نظریه‌ها به دودسته‌ی خطی و غیرخطی تقسیم می‌شوند. نظریه‌های غیرخطی پیچیده‌تر از نظریه‌های خطی هستند. در یک نظریه‌ی خطی، یک واقعیت قابل توجه رخ می‌دهد: اگر دو جواب داشته باشید، به سادگی با جمع کردن دو جواب، راه حل سوم نظریه را به دست می آورید. این یعنی جمع حالت‌ها نیز یک حالت است که از ویژگی خطی بودن معادله ناشی می‌شود و به آن برهم‌نهی یا اصطلاحا Superposition می‌گویند. طبق اصل برهم‌نهی کوانتومی، در صورتی که یک شئ کوانتومی مشاهده نشود، می‌تواند به طور هم‌زمان در تمام حالت‌های ممکن قرار داشته باشد!

معادله‌ی شرودینگر یک معادله‌ی خطی (با ویژگی برهم‌نهی) است؛ در واقع جایزه نوبل ۲۰۲۲ فیزیک ریشه‌اش به این نگاه موجی به ذرات و معادله شرودینگر برمی‌گردد، اما مخالف اصلی مکانیک کوانتومی یعنی آلبرت اینشتین برای این‌که نشان دهد این نظریه کامل نیست، مقاله‌ای تحت عنوان «آیا توصیف مکانیک کوانتومی از واقعیت فیزیکی را می‌توان کامل دانست؟» را در ۱۵ می ۱۹۳۵ با همکاری بوریس پودولسکی و ناتان روزن به چاپ می‌رساند، که بعدها به مقاله EPR معروف می‌شود.

پارادوکس انیشتین، پودولسکی و روزن به عنوان استدلالی مطرح شد که مکانیک کوانتومی نمی‌تواند یک نظریه‌ی کامل باشد، اما باید با متغیرهای اضافی تکمیل شود. این متغیرهای اضافی برای بازگرداندن علیت و واقعیت به نظریه بودند. اساس کار آن‌ها بر روی دو فرض قرار داشت: موضعیت (Locality) و واقعیت (Realism). ابتدا این دو فرض را توضیح می‌دهیم.

موضعیت به این معناست که هیچ اثر یک‌باره‌ای ممکن نیست، یعنی یک سیستم نمی‌تواند در هرفاصله مکانی دل‌خواه بدون هیچ درنگی (= با سرعت بی‌نهایت) بر روی قسمت دیگری از سیستم مورد آزمایش اثر بگذارد؛ دلیل آن هم واضح است زیرا نظریه نسبیت خاص اینشتین انتقال اطلاعات با سرعت بیش از سرعت نور را غیر ممکن می‌داند.

واقعیت به این معناست که «ماه حتی اگر ما به آن نگاه نکنیم آنجاست!» به صورت فرمال‌تر این بدان معناست که همه‌ی ویژگی‌های قابل اندازه‌گیری همه‌ی اشیاء فیزیکی باید یک مقدار پیشین، برای هراندازه‌گیری ممکن، حتی قبل از آن که ما آن اندازه‌گیری را انجام دهیم داشته باشند؛ مثلا قبل از این‌که من دمای داخل یخچال خانه‌ام را اندازه‌گیری کنم باید آن دما وجود داشته باشد.

این دو فرض در کنار هم واقعیت محلی (Local realism) نامیده می‌شوند که یک ویژگی مهم در مکانیک کلاسیک، الکترودینامیک و نسبیت عام است. این فرض‌ها آن‌قدر طبیعی و کلی به نظر می‌رسیدند که امکان نقض آن‌ها از دید انیشتین تقریبا ناممکن بود؛ اما آیا حق با اینشتین است؟!

در حدود سال ۱۹۳۵ بحث و جدلی علمی رخ می‌دهد که در یک سمت آن گروهی با اینشتن موافقند و می‌گویند باید برویم سراغ این‌که کوانتوم را کامل کنیم و در واقع اعتقاد آن‌ها این است که مکانیک کوانتومی کامل نیست، در طرف دیگر گروهی با نیلز بور موافق هستند و می‌گویند که مکانیک کوانتومی کامل است، طبیعت را توصیف می‌کند و می‌توان به آن اقتدا کرد.

در نهایت این کشمکش علمی در سال ۱۹٦٤ توسط آقای جان استوارت بِل فرمول‌بندی می‌شود.

نامساوی بل:

$$\langle A_0\otimes B_0\rangle+\langle A_0\otimes B_1\rangle+\langle A_1\otimes B_0\rangle-\langle A_1\otimes B_1\rangle\le 2$$

این نامساوی با بکار بردن متغیرهای پنهان و با فرض واقعیت محلی بدست آمد و کمیتی را معرفی نمود که نمیتوانست با توجه به مفروضات بالا بزرگ‌تر از دو باشد؛ اما پیش‌بینی مکانیک کوانتومی، نقض این نامساوی برای حالت‌هایی است که به آن‌ها حالت‌های درهم‌تنیده می‌گویند.

این نامساوی که به نامساوی بل معروف است می‌گوید اگر آزمایش انجام دهیم و پارامترهای اندازه‌گیری شده در این نامساوی نتیجه‌ای کوچک‌تر یا مساوی با دو بدهد یعنی صحبت‌های انیشتین تحت عنوان کامل نبودن مکانیک کوانتومی (و بحث متغیرهای پنهان) درست خواهد بود و اگر نتیجه این نامساوی عددی بزرگ‌تر از دو را به ما بدهد، یعنی کامل بودن مکانیک کوانتومی را اثبات کرده و صحتی بر حرف های بور خواهد بود.

حدود ۵ سال پس از آقای بل یعنی در سال ۱۹٦۹ آقای جان کلاِزر که یکی از برندگان نوبل ۲۰۲۲ فیزیک نیز هستند، تغییراتی در نامساوی بل ایجاد می‌کنند که به صورت آزمایشگاهی هم امکان‌پذیر باشد که به نامساوی CHSH معروف است. آقای کلاِزر آزمایشی طراحی می‌کند که با تاباندن نور خاصی به اتم کلسیم، فوتون‌هایی توسط کلسیم تشعشع می‌شود که در قطبش درهم‌تنیده هستند و در نهایت اندازه‌گیری‌هایی که برای این آزمایش بدست می‌آورد، مقداری بیشتر از نامساوی بل می‌شود.

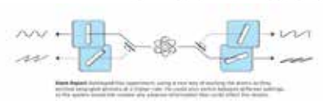
پس می‌توان گفت اولین آزمایشی که نامساوی بل را نقض کرد، توسط آقای کلاِزر طراحی شد و به همین خاطر جایزه نوبل فیزیک ۲۰۲۲ را مشترکاً به ایشان اهدا کردند. جالب است بدانید کلاِزر برای کار بر روی نجوم رادیویی و جستجوی مولکول‌ها در محیط بین ستاره‌ای، در دانشگاه کالیفرنیا استخدام شده بود اما علاقه‌اش به مکانیک کوانتومی، او را به این مسیر سوق داد.

موضوعی که لازم است برای شناخت دو نفر دیگر برنده نوبل بدانیم، Locality loophole یا شکاف موضعیت است. این بحث به ما می‌گوید برای اندازه‌گیری در سمت باب و آلیس نیازمند یک مختصات هستیم.

فرض کنید می‌خواهیم اسپین دو فوتون درهم تنیده که در دستان باب و آلیس است و فاصله‌ی زیادی از هم دارند را اندازه‌گیری کنیم، نیازمند محور مختصاتی مثلاً در راستای Z هستیم که ببینیم کدام یک اسپین Z+ و کدام یک اسپین Z- دارد. مثلاً قبل از اندازه‌گیری انتخاب می‌کنیم که برای باب در چه راستایی اندازه‌گیری کنیم، ممکن است ذره‌ای اطلاعات این سمت را به آلیس برساند و آن را مطلع کند که قرار است در چه راستایی اندازه‌گیری کنیم.

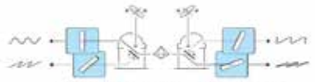
در واقع قبل از اندازه‌گیری که داریم محورهای مختصات را انتخاب می‌کنیم ممکن است آلیس و باب توطئه کرده باشند و از مختصات یکدیگر (به عنوان یک محور) مطلع شوند و این روی اندازه‌گیری ما تاثیر می‌گذارد، پس باید این شکاف موضعیت را ببندیم.

برای حل این مسئله (مسئله شکاف موضعیت) آلن اَسپه که بسیار در جزئیات آزمایش وسواس به خرج می‌دهد، پیشنهادی دارد. او می‌گوید مادامی که فوتون در حال پرواز است، جهت قطبش‌گرها را عوض می‌کنم؛ در واقع باید عمل تعویض جهت قطبش‌گر آن‌قدر سریع رخ بدهد که اطلاعات سمت باب به سمت دیگر، برای محور اندازه‌گیری، منتقل نشود. اما برای سرعت نیز محدودیت داریم، پس اَسپه از نبوغ خود بهره می‌برد و به جای استفاده از یک قطبش‌گر از دو قطبش‌گر در دو سمت اندازه‌گیری، استفاده می‌کند که همراه با یک سوئیچ الکتریکی برای هدایت فوتون‌ها می‌باشد.



آقای آنتوان زایلینگر که یکی دیگر از برندگان است، بیشتر به کاربرد آزمایش‌ها فکر می‌کند، مثلاً حالت‌های خاص درهم‌تنیدگی یا رمزنگاری‌های کوانتومی و یا موضوع جذاب تله‌پورت کوانتومی! اما زایلینگر به این نیز فکر می‌کند که شاید سوئیچ الکتریکی که با نوسانات الکتریکی کار می‌کند، متغیرهای توطئه‌گر ما باشند؛ او برای رفع این مشکل با استفاده از تلسکوپ‌های رادیویی از تابش پس‌زمینه کیهانی الگو می‌گیرد تا سوئیچ‌ها کار کنند، در واقع با این کار فرض اختیار را رد می‌کند.

با بستن این شکاف موضعیت در واقع نقض نامساوی بل نه به خاطر واقعیت و نه به خاطر موضعیت و نه حتی به دلیل اختیار است بلکه فقط به خاطر وجود درهم‌تنیدگی اتفاق می‌افتد.



فرض کنید سه ذره داریم که دو ذره‌ی (۱) و (۲) با هم درهم‌تنیده هستند یا به عبارتی در حالت Singlet قرار دارند و ذره‌ی (۳) به طور قطع حالتش مشخص است. حال اگر یکی از دو ذره‌ی درهم‌تنیده، یعنی ذره‌ی (۱) یا (۲) با ذره (۳) که حالتش مشخص است، برهم‌کنش کنند، ذره‌های (۱) و (۳) با هم درهم‌تنیده می‌شوند و ذره‌ی شماره (۲) که قبلاً با ذره‌ی شماره (۱) درهم‌تنیده بود، پس از این دقیقاً به حالتی که ذره‌ی (۳) قبلاً داشته است، فروپاشی می‌کند. به این صورت می‌توان اطلاعات حالت‌ها را به طرز عجیبی انتقال داد؛ در واقع اتفاقی که در تله‌پورت کوانتومی می‌افتد این‌گونه است. نکته‌ی ناراحت کننده این است که آقای بل خودش برنده‌ی نوبل نشده اما دیگر فیزیک‌دان‌ها پس از ۵۸ سال با نقض نامساوی او، برنده‌ی نوبل فیزیک شدند.

آکادمی سلطنتی علوم سوئد تصمیم گرفت جایزه نوبل فیزیک ۲۰۲۲ را به این افراد اعطا کند:

آلن اسپه، متولد ۱۹۴۷ در آژن فرانسه. دکتری ۱۹۸۳ از دانشگاه پاریس-سود، اورسی، فرانسه.

جان اف.کلاوزر متولد ۱۹۴۲ در پاسادنا، کالیفرنیا، ایالات متحده آمریکا، دکتری ۱۹٦۹ از دانشگاه کلمبیا، نیویورک، ایالات متحده آمریکا.

آنتون زایلینگر، متولد ۱۹۴۵ در ریت ایم اینکرایس اتریش. دکتری ۱۹۷۱ از دانشگاه وین، اتریش.

منابع:
WWW.KVA.SE
www.nobelprize.org
https://www.kva.se/nyheter/nobelpriset-i-fysik-۲۰۲۲/

هاشم محمدزاده بازه‌حوض
دانشجوی کارشناسی فیزیک، ورودی ۹۸
HashemMohammadzadeh۴۳۹@gmail.com

پروژه اقلیدس

مصطفی اخلاقی
دانشجوی کارشناسی فیزیک، ورودی ۹۸
AkhyMostafa@gmail.com

در ماه مارس سال ۲۰۰۷ میلادی، آژانس فضایی اروپا (ESA) که شامل ۲۲ کشور عضو می‌باشد، دو ماموریت پیشنهادی به نام‌های DUNE (کاوش‌گر جهان تاریک) و SPACE (رصدگر همه‌ی آسمان) را برای پروژه‌ی cosmic vision (چشم‌انداز کیهانی) مورد بررسی قرار داد. هردو ماموریت تکنیک‌هایی را برای بررسی شکل هندسی جهان پیشنهاد می‌دادند که سرانجام با ادغام هردو، بر سر پروژه ای ترکیبی توافق حاصل شد. این پروژه را به افتخار ریاضی دان یونانی، اقلیدس نامیدند. در ژوئن سال ۲۰۱۲ این پروژه به‌طور رسمی توسط کمیته‌ی علمی ESA به تصویب رسید.

هدف این پروژه بررسی و درک بهتر ماده و انرژی تاریک با اندازه‌گیری شتاب جهان می‌باشد.

برای این منظور فضاپیمای اقلیدس که با تلسکوپ فروسرخ خود به رصد آسمان می‌پردازد، اشکال کهکشان‌های دور دست و انتقال سرخ آن‌ها را اندازه‌گیری می‌کند. تمام اشیاء نورانی که طول موج‌هایی از امواج الکترومغناطیسی را از خود ساطع می‌کنند، وقتی با سرعت زیادی از ما دور می شوند، شامل انتقال به سرخ می‌شوند؛ به این معنی که طول موج‌های دریافتی توسط ما بلندتر از طول موج‌هایی است که از آن اشیاء گسیل شده است و این‌که این طول موج‌ها چقدر بلندتر می‌شود، بسته به سرعت دور شدنشان از ماست؛ پس یک راه به‌دست آوردن سرعت کهکشان‌ها بررسی امواجی است که به سمت ما انتشار می‌دهند.

تلسکوپ اقلیدس تا ۱۰ میلیارد سال نوری ورای مکان استقرار خودش را مورد بررسی قرار می‌دهد که این یعنی ۱۰ میلیارد سال گذشته را زیر نظر می‌گیرد. با اندازه‌گیری انتقال به سرخ کهکشان‌ها و اشکالشان، این تلسکوپ تاریخ انبساط جهان و تشکیل ساختار کیهانی را مطالعه خواهد کرد.

ارتباط بین اشکال کهکشان‌ها و انتقال به سرخشان که همان سرعت دور شدنشان را نشان می‌دهد و همچنین قانون هابل که به نوعی رابطه‌ی بین فاصله کهکشان‌ها و سرعتشان را مشخص می‌کند، کمک می‌کند که درک بهتری از انرژی تاریک در انبساط جهان داشته باشیم.

این تلسکوپ همچنین از پدیده‌ی عدسی گرانشی استفاده می‌کند تا نحوه‌ی توزیع ماده‌ی تاریک در جهان را مشخص کند.

در عدسی گرانشی، نور به‌خاطر وجود ماده که فضا-زمان را خمیده کرده، خمیده می‌شود و این باعث می‌شود که مکان ظاهری اجرام سماوی از مکان واقعیشان انحراف داشته باشد و عملا با اندازه‌گیری این انحراف می‌توان مقدار ماده را مشخص کرد. این ماده‌ی خم‌کننده‌ی فضا-زمان، از کهکشان‌های قابل مشاهده و طبق تئوری‌های اخیر بیشتر از ماده‌ی تاریک ساخته شده است.

با تحلیل داده‌های پروژه‌ی اقلیدس، می‌توان شکل هندسی کلی کیهان و نحوه‌ی تشکیل و توزیع کهکشان‌ها و همچنین قضاوتی بهتر درباره‌ی ماده و انرژی تاریک و انبساط جهان و تاریخچه‌ی آن ارائه داد.

قرار بود فضاپیمای اقلیدس بعد از طی ۱۱ سال فرایند ساخت، در سه ماه اول سال ۲۰۲۳ از روی یک سایوز روسی به فضا پرتاب شود ولی بعد از حمله‌ی روسیه به اوکراین پرتاب به تعویق افتاد و این فضاپیما در نهایت در ۱ ژوئیه ۲۰۲۳ توسط موشک فالکون ۹، ساخت شرکت اسپیس ایکس از یک مقر فضایی در فلوریدا به فضا پرتاب شد.

تلسکوپ اقلیدس بعد از ۳۰ روز سفر با پیمودن ۱۵۰ میلیون کیلومتر در نزدیکی نقطه‌ی لاگرانژی L۲ خورشید-زمین استقرار یافته و مدت زمان ماموریت آن ۶ سال تخمین زده شده است. در این مدت این تلسکوپ حدود ۱۵۰۰۰ درجه مربع آسمان را رصد می‌کند که حدود یک‌سوم تمام آسمان است.

حدود ۱۰ میلیارد منبع نجومی توسط اقلیدس مشاهده خواهد شد که از این مقدار حدود ۱ میلیارد برای هدف عدسی گرانشی و با دقت ۵۰ برابر بیش‌تر از تلسکوپ‌های روی زمین و ۵۰ میلیون برای هدف انتقال به سرخ مورد مطالعه قرار خواهند گرفت.

بهره‌برداری از داده‌های این پروژه و هدایت آن توسط کنسرسیوم اقلیدس انجام می‌شود که شامل ۱۵ کشور و بیش از ۱۰۰ آزمایشگاه و ۱۲۰۰ نفر عضو می‌شود. هزینه‌ی این پروژه ۵۰۰ میلیون یورو براورد شده که تا زمان اتمام پروژه حدود ۳۰٪ از آن توسط کنسرسیوم اقلیدس تامین خواهد شد.

منابع:
"Euclid overview" esa.int
Euronews

مصاحبه

دکتر محمود روشن
استاد تمام دانشکده فیزیک دانشگاه فردوسی مشهد
عضو پژوهشگاه دانش‌های بنیادی (IPM)
عضو مرکز بین‌المللی فیزیک نظری عبدالسلام (ICTP)
پژوهشگر حوزه‌ی کیهان شناسی (Cosmology) و تکامل کهکشانی (Galaxy evolution)

مصاحبه‌گر: مصطفی اخلاقی
دانشجوی کارشناسی فیزیک، ورودی ۹۸
AkhyMostafa@gmail.com

نویسنده متن: زهرا باشی زرگرآبادی
دانشجوی کارشناسی فیزیک، ورودی ۱۴۰۰
zargarzahra۳۲۱@gmail.com

+ اگر می‌شه در ابتدا یکم خودتون رو معرفی کنید و توضیح مختصری بدید که کیهان‌شناسی در مورد چه چیزهایی هست؟

- من سال ۹۰ از دانشگاه تهران فارغ التحصیل شدم، در گرایش گرانش و کیهان‌شناسی دکترام رو گرفتم، ۹۰ تا ۹۱ پسادکتری IPM بودم و از سال ۹۱ هم اومدم اینجا (دانشگاه فردوسی)؛ این‌که چی شد رفتم سمت کیهان‌شناسی قصه‌ش خیلی طولانیه ولی اتفاقی رفتم توی این رشته. من قرار بود برم اطلاعات کوانتومی، رفته بودم دانشگاه تبریز تا با یک فرد شاخصی که اونجا هست، به نام دکتر جعفری‌زاده، توی این زمینه کار کنم ولی بنا به دلایلی نشد و تنها راهی که اون موقع برام مونده بود، کیهان‌شناسی بود، منم رفتم کیهان‌شناسی. ارشد رو هم که کیهان‌شناسی کار کردم علاقه‌م بیش‌تر شد و ادامه دادم؛ داخل پرانتز بگم که بخشی از تز دکترام هم شبیه‌سازی کهکشانی بود.

+ اتفاقا سوال بعضی از بچه‌ها هم بود که رساله دکتری‌تون درباره چی بوده؟

- سال ۱۳۸۶ که من دکترام رو شروع کردم، یک مدل گرانشی بود، به نام F(R) Gravity، این مدل یکی دو سال بود که ارائه شده بود، مردم روش کارهای مختلفی انجام می‌دادن، منم به اون مدل علاقه‌مند شده بودم، هم به قسمت کیهان‌شناسیش، که مثلا فرض کنید نسبیت عام رو برداشته و یک تئوری جدید جای اون گذاشته بودن که بهشون می‌گن نظریات جایگزین گرانش؛ و کلا هم وقتی لیسانس بودم، دکتر ثبوتی در مورد همین F(R) Gravity یک سخنرانی توی دانشگاه ما ارائه دادن که یعنی من این موضوع رو توی کارشناسی شنیده بودم و خیلی هم خوشم اومده بود ولی نمی‌خواستم توی این کار برم، می‌خواستم برم اطلاعات کوانتومی، اما دوباره دست سرنوشت من‌رو به همین سمت برگردوند.

من با استادم دنبال این گشتم که چه جواب‌های کیهان‌شناسی‌ای توی این مدل وجود داره، این‌که وقتی این تئوری جدید رو می‌ذاریم، برهم‌کنش گرانشی عوض می‌شه تاثیرش در کهکشان چه چیزی می‌تونه باشه؟ و خب اینم یکی از سوال‌های اساسی ما بود، سراغش رفتیم و شبیه‌سازی‌های کهکشانی رو انجام دادیم و بعد که من اومدم مشهد، این قسمت شبیه‌سازی‌های کهکشانی و کارهای اخترفیزیکیم پررنگ‌تر شد.

دوره دکترای خودمم انجام داده بودم و هنوز هم همون مسیر رو ادامه دادیم و بعد رفتیم سراغ شبیه‌سازی‌های بزرگ کیهانی که دیگران انجام می‌دادن. دیگه کهکشانی نبود، کیهان رو شبیه‌سازی می‌کردن مثل شبیه‌سازی Eagle، TNG و ... که روی آنالیز کردن اون‌ها هم کارهایی انجام می‌دیم.

+ بسیار عالی؛ بریم سمت پروژه اقلیدس که هدفش در واقع شناسایی و درک بهتر ماده و انرژی تاریک هست. قبل از هرچیزی سوال اینه که این ماده و انرژی تاریک چی هست و عملا وجودشون چجوری نتیجه‌گیری شده؟

- ببینید مشکل ماده تاریک از انرژی تاریک قدیمی‌تره، برمی‌گرده به ۱۹۳۰ و یا خیلی شفاف ۱۹۳۳ یک نفر به نام فریدزوئیکی یک فیزیک‌دان سوییسی بود که در رصدخانه‌ی معروف کوه ویلسون (Mount Wilson) آمریکا کار می‌کرد؛ کوه ویلسون همون جایی هست که انیشتین با ادوین هابل ازش بازدید می‌کنن که اتفاقات و آزمایشات عجیبی داخلش افتاده مثل یکی از آزمایش‌های مایکلسون مورلی. آقای زوییکی اون‌جا متوجه یک چیز عجیب غریبی می‌شه، وقتی خوشه کما یا گیسو رو رصد می‌کرده، خوشه گیسو یک خوشه‌ی کهکشانیه یعنی در نظر بگیرید که حدود ۱۱۰۰ کهکشان، یک کره با هم تشکیل دادن و ایشون سرعت کهکشان‌ها رو نسبت به مرکز خوشه اندازه می‌گرفت، جرمشون رو حساب می‌کرد، می‌دید چقدر نور مرئی دارن، تخمین می‌زد که مثلا هرکهکشان $۱۰^{۱۲}$ ستاره مثل خورشید داره جرمشون هم مشخصه و بعد می‌دید که در نهایت کل خوشه وزن بسیار ناچیزی داره. از طرفی سرعت کهکشان‌ها رو که رصد می‌کرد، می‌دید این سرعت‌ها بسیار زیادن پس چطور سرعت کهکشان‌های یک خوشه که فقط گرانشش می‌تونه نگهش داره، انقدر زیادن درحالی که جرمشون انقدر کمه؟ سوالش این بود و به این نتیجه رسیده بود که اون خوشه ۱۰۰ برابر سنگین‌تر از چیزی هست که می‌بینیم و برای اولین بار می‌گه که یک ماده کشف نشده (unseen matter) وجود داره، یعنی یک چیزی باید وجود داشته باشه وگرنه جور در نمیاد.

از اون‌جا قصه شروع می‌شه اما هیچ‌کس توجهی نمی‌کنه. در حدود ۴۰ سال هیچ رجوعی به این مقاله نمی‌شه؛ اما از سال ۱۹۷۳ به بعد مردم به صورت نمایی به این مقاله توجه می‌کنن که هنوز هم تعداد ارجاعات بهش همون اندازه بالاست.

حالا توی این بازه از ۱۹۳۳ تا ۱۹۷۳ چه اتفاقاتی می‌افته؟ اول این‌که مردم فکر می‌کردن اشتباه رصدی بوده، تلسکوپ‌ها دقیق نبودن، جدی نمی‌گرفتن و بعد هم مشخص شد یک منجم خیلی معروف به نام ورا روبین (Vera Rubin)، شروع می‌کنه به اندازه‌گیری کردن سرعت کهکشان‌های خیلی مارپیچی نسبت به مرکز کهکشان، که هرچه دورتر می‌ریم، سرعت ستاره‌ها کم‌تر یا بیش‌تر می‌شه؛ مثل این‌که بگیم از خورشید که فاصله بگیریم، سرعت سیاره‌ها کم‌تر می‌شه یا بیش‌تر؟ یقینا کم‌تر می‌شه دیگه. حالا تو کهکشان هم همینه فقط تعداد ذرات بیش‌تره، اما چیزی که دیدن این بود که سرعت چرخش بالا می‌رفت و ثابت می‌موند درحالی که باید پایین می‌اومد؛ در نتیجه یک ماده اضافی‌ای هست که منحنی چرخش رو تخت نگه می‌داره و نمی‌ذاره بیاد بالا. این یک نکته دیگه‌ای بود که مردم رو خیلی کنجکاو کرده بود و می‌گفتن احتمالا یک ماده‌ی تاریکی باید وجود داشته باشه که ما نمی‌بینیمش و نمی‌تونیم حسابش کنیم اما اثرش هست.

تیر خلاص به این داستان سال ۱۹۷۳ بود که آقای پیبلس (James Peebles) که دو سه سال پیش در زمینه کیهان‌شناسی جایزه نوبل گرفت و یک نفر به نام استرایکر که اونم در اخترفیزیک آدم معروفی بود، برای این‌که ببینن بازوهای کهکشانی چطور تشکیل می‌شه، به این نتیجه رسیدن که اگر شما یک دیسک از ذرات بسازید که به صورت منظم و در تعادل حول مرکز بچرخند، وقتی رها کنیدش، باید همچنان به چرخش خودشون ادامه بدن دیگه، اما وقتی با کامپیوتر شبیه‌سازی می‌کردن، فقط با ۶۰۰-۷۰۰ تا ذره، متوجه شدن که این دیسک سریعا مچاله می‌شد و تبدیل می‌شد به یک میله یا اصطلاحا Bar، به کل این ماجرا می‌گن Bar Stability.

اون موقع فکر می‌کردن میله‌ها توی کهکشان‌ها وجود ندارن و بیش‌تر کهکشان‌ها تخت‌اند. راهی که می‌شد جلوی تبدیل یک کهکشان به میله رو گرفت، این بود که یک هاله اضافه کنیم، اولین بار ۱۹۷۳ استرایکر و پیبلس از کلمه‌ی هاله‌ی تاریک (Dark Halo) استفاده کردند، برای چی؟ برای پایدار کردن کهکشان‌ها، چرا؟ چون به‌نظر می‌رسید کهکشان‌ها پایدارند، پس چرا سریع تبدیل می‌شن به میله؟ و همون سال توی کیهان‌شناسی فهمیدن اصلا اگر ماده تاریک نباشه هیچ ساختاری تشکیل نمی‌شه، بعد از بیگ‌بنگ، کهکشان‌ها اصلا تشکیل نمی‌شن (به کهکشان‌ها و خوشه‌ها می‌گیم ساختار یا structure و به این اتفاق می‌گیم structure formation) و بدون ماده تاریک تشکیل ساختار رخ نمی‌ده. البته بخوایم دقیق‌تر حرف بزنیم، باید خیلی صبر کرد و عملا توی مدت زمان کوتاه رخ نمی‌ده؛ بنابراین این شد که ماده تاریک از دهه ۱۹۸۰ میلادی پایه ثابت کیهان‌شناسی بوده؛ نیست ولی اثر گرانشیش دیده می‌شه. کلی دارن دنبالش می‌گردن، ولی هنوز هم پیدا نشده و خیلی قصه داره که توی هرآزمایشگاه چه کارهایی انجام می‌دن برای پیدا کردنش.

در هرصورت این ذرات هنوز پیدا نشدن، قراره ذراتی باشن که جرم دارن، فاقد بار الکتریکی هستن و فقط اثر گرانشی اون‌ها دیده می‌شه، اون وقت کلی کاندید برای این ذرات وجود داره.

اما انرژی تاریک، قصه‌ش برمی‌گرده به سال ۱۹۹۸. این سال دوتا گروه خیلی مهم روی ابرنواخترها کار می‌کردن؛ ابرنواخترها یک عده شمع‌های استاندارد‌ن که می‌شه برای فاصله‌یابی ازشون استفاده کرد و دوتا گروه مختلف فاصله این‌ها رو برحسب انتقال به سرخ (Redshift) اندازه می گرفتن، همین‌طور این فاصله‌ها رو از نسبیت عام هم بدست می‌آوردن و بعد هردو مقدار رو مقایسه می‌کردن ببینن چقدر تئوری درسته و توی این کار متوجه شدن، همه‌ی کهکشان‌های اطراف به‌جز چندتایی که به ما نزدیک می‌شن، بقیه در حال دور شدن هستن کـه اینو هابل سال ۱۹۳۵ کشف کرده بود؛ بعد هم فهمیدن سرعتشون نسبت به ما با زمان داره افزایش پیدا می‌کنه، یعنی دنیا شتاب مثبت داره، درحالی که می تونست شتابش منفی باشه؛ همون‌طور که تا سال ۱۹۹۸ همه فکر می کردن بعد بیگ‌بنگ، شتاب کم می‌شه که بعد برگرده، ولی معلوم می شه که شتاب مثبته. یک چیزی هست که دافعه ایجاد می‌کنه و باعث می‌شه کهکشان‌ها سرعتشون بیش‌تر و بیش‌تر بشه.

از اونجا باید به تئوری نسبیت عام یک چیزی اضافه می‌کردن که در کیهان دافعه ایجاد کنه. بعد همه یاد کاری افتادن که انیشتین سال ۱۹۱۷ انجام داد، یعنی یک ترم به نسبیت عام اضافه کرده بود تا دافعه ایجاد کنه و خوب اون موقع تصوری از دینامیک کیهان اصلا وجود نداشت، نمی‌دونستن که همه چی از هم دور می‌شن و انیشتین فکر می‌کرد همه چیز ثابته، بعد برای این‌که جاذبه باعث نشه همه چیز حرکت کنن و در جای خودشون بمونن یک دافعه لازم بود، انیشتین هم اون موقع یک دافعه لازم داشت و یک ترمی اضافه کرده بود به نام ثابت کیهان‌شناسی (Cosmological Constant) اونم ایده‌ی دافعه داشت همون ثابت لاندا رو دوباره فیزیک‌دانان برمی‌گردونن توی رابطه و می‌بینن اگر مقدار خاصی داشته باشه، که به طرز عجیبی خیلی ریزه، این چیزهایی که از نسبیت عام برای شتاب کیهان درمی‌آد با اون چیزهایی که توی رصد می‌بینن جفت و جور می‌شه. به این لاندا می‌گن انرژی تاریک و هنرش اینه که شتاب دنیا رو مثبت می‌کنه و حالا این‌که ماهیتش چیه، مشکل انرژی تاریکه و قصه‌ش اینه که نمی‌دونیم دقیقا چیه.

اون اوایل می‌گفتن که ما از مکانیک کوانتومی می‌دونیم که خلاء انرژی داره و خالی نیست، شاید این همون انرژی خلاء باشه و برعکس همه‌ی انرژی‌ها که طبق رابطه $E=mc^2$ جاذبه ایجاد می‌کنن، این دافعه ایجاد می‌کنه؛ ولی مردم خیلی زود متوجه می‌شن که نمی‌تونه اینجوری باشه، چون مقداری که از مکانیک کوانتومی برای انرژی خلاء به‌دست می‌آد به شدت بزرگه و این چیزی که از رصدهای نجومی به دست می‌آد به شدت کوچیک؛ به‌طوری که وقتی این‌ها رو برهم تقسیم می‌کنن می‌شه 10^{120} درحالی که باید می‌شد ۱. برای همین دوباره توی انرژی تاریک هم داستان زیاد هست و تئوری‌های مختلفی ساخته می‌شه، بعضی‌ها می‌گن لاندا نباید ثابت باشه و باید متغیر باشه، تئوری‌هایی مثل انرژی تاریک فانتوم ساخته می‌شه و کلی مدل دیگه؛ در واقع ماهیت انرژی تاریک و این‌که مدل درست اون چیه، کماکان نامعلومه، ماده تاریکی که آیا وجود داره و بیش‌تر فیزیک‌دانان بهش معتقدن و این‌که توزیعش چجوریه، هم‌چنان نامعلومه که اقلیدس قراره به فهمیدن این موضوع خیلی کمک کنه و به ما بگه کدوم مدل انرژی تاریک بالاخره درسته.

+ حالا این پروژه‌ی اقلیدس دقیقا از چه روش‌هایی استفاده می‌کنه؟ یعنی با اندازه‌گیری چه چیزهایی قراره اطلاعاتی از ماده یا انرژی تاریک به ما بده؟

- ببینید اولا اقلیدس یک آینه‌ی اصلی به قطر ۱٫۲ متری داره که هم توی نور مرئی و هم توی مادون قرمز می‌تونه رصد انجام بده و دو سه تا هم دوربین خاص داره. حالا مهم‌ترین کاری که قراره انجام بده، اینه که تقریبا یک‌سوم آسمان رو تا فاصله‌های خیلی دور اسکن کنه، تا انتقال به سرخ نزدیک به دو. شما فرض کنید در نجوم ما به انتقال به سرخ بالای یک دهم می‌گیم انتقال به سرخ شدید، یعنی انتقال به سرخ ۲ خیلی مقدار بالاییه؛ اگر شما کهکشانی رو ببینید که انتقال به سرخش دو باشه، تقریبا نور ده میلیارد سال پیش رو دارید؛ بنابراین فاصله‌ی خیلی دور رو اندازه‌گیری می‌کنه. حالا شما فرض کنید اسکنری دارید که تا فاصله خیلی دور انتقال به سرخ ۲، یکی یکی کهکشان‌ها رو اسکن می‌کنه و قراره یک توزیعی از ماده رو پیدا کنه.

این خیلی اهمیت داره، چون این تلسکوپ علاوه بر کهکشان‌ها، فاصله‌هاشون رو هم پیدا می‌کنه که فاصله برحسب انتقال به سرخ خودش اطلاعات زیادی درمورد انرژی تاریک می‌ده، و اصلا از همین طریق فهمیدن که انرژی تاریک وجود داره؛ حالا از این دیتاهای فاصله ای که اقلیدس پیدا خواهد کرد، دقیق‌تر می‌شه گفت که کدوم تئوری انرژی تاریک دقیق‌تر کار می‌کنه.

رئیس بخش نظری اقلیدس، پروفسور لوکا آمندولا (Luca Amendola)، که در دانشگاه هایدلبرگ آلمان هست کارش نظریات گرانش اصلاح شده‌ست (Modified Gravity)، یعنی نظریات تعمیم یافته‌ای که به جای لاندا سی‌دی‌ام (یا ماده تاریک سرد لاندا) قراره انرژی تاریک رو توضیح بدن، می‌گفت یکی از کارهای اصلی که اقلیدس انجام خواهد داد و یکی از اهدافش اینه که بفهمن کدوم مدل انرژی تاریک بهتره. پس یکی فاصله‌هاست که وقتی فاصله‌ی کهکشان‌ها و یکی یکی خوشه‌ها رو پیدا می‌کنید، توزیع ماده رو هم براساس زمان پیدا می‌کنید، توی کیهان‌شناسی خیلی جالبه که زمان متوقفه و شما می‌تونید به هرزمانی که در گذشته دوست دارید، نگاه کنید و قراره که اقلیدس این کار رو انجام بده.

بنابراین شما فکر کنید وقتی درمورد کیهان‌شناسی حرف می‌زنید، مهم‌ترین چیز توی فیزیک، دینامیک و تحول زمانی یک سیستمه، که قراره اقلیدس تحول زمانی توزیع ماده رو بهمون بده. اون‌وقت بهتر می‌شه تئوری رو باهاش مطابقت داد و درست‌ترین تئوری رو فهمید؛ این یک نکته که تحول زمانی، هم توش ماده تاریک وجود داره هم انرژی تاریک و یک نکته دیگه این‌که کار دیگه‌ای که انجام می‌ده با همون دوربین‌های نورمرئی‌ش، با دقت بالایی که داره، از مرتبه‌ی هزار مگا پیکسل، می‌تونه عدسی‌های گرانشی رو اندازه بگیره، چطوری؟ نوری که از فاصله‌های دور به ما می‌رسه موقع عبور از کهکشان‌ها و خوشه‌ها، کج و کوله می‌شه، یعنی نور و تصویری که ما از آسمون می‌بینیم، تصویر واقعی نیست، نور پیچ و خم پیدا کرده و به ما رسیده، اون‌وقت دوربین می‌تونه این‌ها رو تشخیص بده و این‌که عدسی‌های گرانشی چطور می‌تونن این کار رو انجام بدن، تئوری داره که اگر خیلی ساده در موردش حرف بزنیم، مهم‌ترین کاری که انجام می‌ده اینه که به ما می‌گه چقدر جرم وجود داره، یعنی چقدر جرم هست که نور کج شده. بخوایم خیلی غیرحرفه‌ای حرف بزنیم، منجم‌ها میان می‌بینن نور یه مسیری رو طی کرده و منحرف شده، اون‌وقت می بینن اینجا یک کیلوگرم ماده باریونی وجود داره ولی برای این‌که انقدر انحراف ایجاد بشه، ده کیلوگرم ماده لازمه، پس می‌گن اینجا ده کیلوگرم ماده تاریک وجود داره و یکی از اساسی‌ترین کارهایی که اقلیدس قراره انجام بده اینه که توزیع ماده تاریک در کیهان رو پیدا کنه و تازه تحولش براساس زمان رو هم پیدا می‌کنیم.

+ آیا شانس این هست که بگیم ماده تاریکی وجود نداره و بشه عدم نیاز به این ماده رو نتیجه گرفت؟

- شانسش هست ولی به‌نظر من خیلی کمه؛ آدمایی که به این معتقدن، تعدادشون خیلی کم‌تر از کسانی هست که قبول دارن. ببینین حضور ماده تاریک خیلی کارها رو راحت می‌کنه، توی نسبیت عام وجود داره، نسبیت عام هم تئوری معمولی‌ای نیست که انیشین نوشته و تموم شده باشه. شما فرض کنید اولین چیزی که از نظریه ریسمان به‌دست اومد، نسبیت عام بود یعنی از توی یک نگاه کاملا متفاوت به دنیا، نسبیت عام خارج شد، بنابراین گرچه من خودم نظریات گرانش اصلاح‌شده زیاد کار کردم، ولی فکر می‌کنم شانسش در مقایسه با ماده تاریک کم‌تر باشه. قبلا هم تو فیزیک اتفاق افتاده که مردم دنبال ذره می‌گشتن و مجبور شدن تئوری رو عوض کنن، ولی بیش‌تر توی فیزیک ذرات گفتن مثلا باید نوترون، پروتون، ذره ایکس، نوترینو و ... وجود داشته باشه که همه هم کشف شدند. حالا با توجه به این‌که نسبیت عام خیلی تئوری قدرتمندی هست، بنابراین مردم بهش اعتقاد دارن. شخصا خودم فکر می‌کنم احتمال اینکه ماده تاریک کشف بشه بیش‌تر از اینه که نظریه گرانش عوض بشـــن، اینطوری خیلی راحت‌تره.

+ سوال بعدی این‌که پیش‌بینی‌تون برای خود پروژه اقلیدس چیه؟ با توجه به هزینه‌های زیادی که انجام شده، آیا قراره تمام سوال‌هایی که درباره ماده و انرژی تاریک وجود داره رو جواب بده؟

- ببینین بشر برای کنجکاویش همیشه هزینه می‌کنه و خیلی کمن پروژه‌هایی که منفجر نشده باشن و بعد از رفتن و به مقصد رسیدن، منجم‌ها و فیزیک‌دانان داده‌ها رو بگیرند و تهش هم بگن: «نه هیچی گیرمون نیومد». همچین چیزی نداریم غیر از LHC (برخوردهنده‌ی بزرگ هادرونی) که قرار بود روی زمین ذرات فوق‌العاده متقارن (Super Symmetric) و ماده تاریک رو پیدا کنه و پیدا نکرد، اما هیگز رو پیدا کرد. حتما نتیجه‌ش رو که می‌گیره، یعنی اطلاعات جدید رو مـــی‌ده، می‌گم تنها اقلیدس نیست که، کلی پروژه دیگه بزرگ‌تر از این هست که برای این‌ها هزینه صرف می‌شه و دیتای خیلی عظیمی میاد و قراره اون‌ها رو آنالیز کنه که یک پله دیگه، بیش‌تر می‌فهمن کیهان رو، چون ما اصلا ادعا نداریم که همه چیز رو می‌فهمیم؛ بدون رصد هم نمی‌شه هیچ‌کاری توی کیهان‌شناسی انجام داد؛ باید رصد باشه تا تئوری‌ها به دست بیاد.

بنابراین اگر براش مشکلی پیش نیاد، که به احتمال خیلی قوی پیش نمی‌آد چون توی این پروژه‌ها دقیق کارشونو انجام میدن، ۶ و ۷ سال کار می‌کنه و دیتا می‌ده و بعد این دیتاها رو هم مثل باقی کاوش‌ها (Survey)، به صورت عمومی انتشار می‌دن و همه می‌تونن دسترسی داشه باشن و روش کار می‌کنند تا بگن خب حالا چی دستیگرمون شد. یا مثلا پلانک، یک چیزی مثل اقلیدس بود فقط یکم ضعیف‌تر، کلی پارامترهای کیهان‌شناسی رو از روی ماهواره پلانک اندازه‌گیری کردند، حالا اقلیدس اون رو تقویت می‌کنه، یک پله دیگه بهتره.

این وسط ممکنه چیزهای عجیب غریب کشف بشه، یعنی فرض کنید مثلا چیزهایی که جیمزوب تا الان کشف کرده و کهکشان‌هایی پیدا کرده که نباید تا الان وجود داشته باشن، هی یواش یواش این‌ها بخش تئوری رو مورد سوال قرار می‌دن که کدوم بخش‌هاش باید عـــوض یا درست بشه.

+ سهم ایران در این ماموریت‌های فضایی تا به حال چطور بوده؟

- من خیلی به این فکر کردم، دلایل زیادی می‌تونه داشته باشه، نه لزوما سیاسی، می‌دونید باید یک کشوری اونقدر ثروتمند باشه و اولویت داشته باشه که بخواد ببینه توزیع سلولی کهکشان‌های عالم چه شکلیه، الان مشکل اصلیه ما مسئله‌ی آبه، اگر قرار باشه پولی هم خرج بشه باید توی مدیریت آب و این چیزها توی ایران توزیع بشه و بعد این که جامعه علمی چقدر قوی باشه و چقدر آدمای شاخص وجود داشته باشن، یعنی عملا چندتا کیهان‌شناس شاخص از ایران وجود داشته باشه که تونسته باشن به هر نحوی با این پروژه‌ها لینک شده باشن، خیلی اهمیت داره و خب متاسفانه ایجاد کردن این رابطه‌ها، رفت و آمد خیلی زیاد می‌خواد، دعوتشون کنی اینجا، خودت بری پیششون، بتونی به اون انجمن‌ها وصل بشی و این‌ها، یک مقدماتی داره که اینجا وجود نـــداره.

ولی با این حال تک و توک توی پروژه‌هایی مثل نانوگرو (NanoGrav) که مربوط به امواج گرانشی هست دکتر اشویون از IPM با اون‌ها لینک شده بود یا ایرانی‌هایی که اینجا نیستن و جاهای دیگه‌ان، از دانشگاه های ایران توی این‌طور کاوش‌ها خیلی کمن ولی تو پروژه‌های نجومی چند نفر داریم، خانم دکتر طباطبایی که چون همش اون طرف بوده و تونسته از طریق ارتباط‌هایی که از اونجا داشته، لینک بشه؛ ولی در مجموع که ایران چقدر سهم داره تو این موضوعات به‌نظرم ناچیزه، چون این‌طور رابطه‌ها پول می‌خواد.

تبدیل گرانش به نور

می‌توانیم این ادعا را داشته باشیم که در شرایط معمول، نمی‌توانیم از هیچی چیزی به دست آوریم.

همان‌طور که می‌دانیم، ذرات در مدل استاندارد دائما از طریق واکنش‌ها و فرآیندهای مختلف نسبت به یک‌دیگر تغییر می‌کنند، اما اگر شرایط کاملا مناسب باشد، می‌توان در طی یک فرآیند از ذره‌ای که بدون جرم و حامل انرژی‌ست، اجرام حامل جرمی را به‌وجود آورد؛ به عنوان مثال وقتی یک فوتون با یک اتم سنگین برهم‌کنش کند، می‌تواند خودبه‌خود جدا شده و به یک الکترون و یک پوزیترون تبدیل شود، که هر دو حامل جرم هستند.

طبق مثال ارائه شده گروهی از فیزیک‌دانان نظری به نام‌های: Robert Brandenberger (از دپارتمان فیزیک دانشگاه مک‌گیل کانادا)، Paola C. M. Delgado، Alexander Ganz و Chunshan Lin (از دانشکده فیزیک، نجوم و علوم کامپیوتر کاربردی، دانشگاه Jagiellonian کراکوف لهستان) مقاله‌ای با این صورت مساله که «آیا امواج گرانشی می‌تواند به ذرات دیگری تبدیل شود؟» ارائه دادند.

قبل از آن لازم است بگوییم امواج گرانشی چیست؟

امواج گرانشی، موج‌هایی در بافت فضا-زمان است که منشا تشکیل آن‌ها متفاوت می‌باشد؛ یکی از عوامل تشکیل این امواج، در برخورد اجرام کیهانی عظیم صورت می‌گیرد اما باید این نکته را تاکید کرد که تنها عامل تشکیل نیست، بلکه در اثر چرخش ستاره‌های نوترونی حول یکدیگر نیز امواج گرانشی تشکیل می‌شود.

درحال حاضر امواج گرانشی از طریق سامانه‌ی LIGO که تداخل‌سنج لیزری دارد اندازه‌گیری می‌شود (البته آشکارسازهای دیگری نیز وجود دارد). به‌طور کلی، کارکرد این سامانه بدین شرح است که از نور لیزر برای مقایسه‌ی تفاوت تغییر طول دو بازوی عمود بر هم خود هنگام عبور امواج گرانشی استفاده می‌کنند. در حین ثبت این تغییرات، نویزها و عوامل اختلالی شامل نویز گرمایی، نویز لرزش زمین و نویز کوانتومی در اندازه‌گیری تداخل‌سنج دخیل است. درخصوص نویزهای کوانتومی می‌توانیم بگوییم، حدی است که مکانیک کوانتومی در اندازه‌گیری مکان ایجاد می‌کند و شامل نویز شمارش فوتون و نویز فشار تابشی می‌باشد. تصور آن‌که امواج گرانشی چگونه می‌تواند ذراتی ایجاد کند، بسیار دشوار است؛ اما می‌توان امواج گرانشی را از طریق آشکارسازهای‌گرانشی هم‌چون LIGO بررسی کرد و نیروی‌گرانشی را که توسط ذرات نامرئی برای آزمایش این ایده، محققان شرایط اولیه کیهان را مورد مطالعه قرار دادند؛ زمانی که کیهان بسیار جوان، کوچک، گرم و متراکم بود. در این کیهان جوان، خصلت‌های فیزیکی آن هم‌چون فشار، دما، جرم اجزاء وغبارهای تشکیل دهنده‌ی آن با یک رشد جهشی افزایش می‌یابد. این جهش بسیار بیش‌تر از آن است که حتی قوی‌ترین برخورددهنده‌ی ذرات به‌رسیدن این جهش عاجز هستند.

محققان دریافتند که امواج گرانشی نقش مهمی ایفا می‌کنند. به طور معمول، امواج گرانشی بسیار ضعیف هستند و می‌توانند اتم را در فاصله‌ی کمتر از عرض هسته ی خود به حرکت در آورند؛ اما در کیهان اولیه، این امواج می‌توانستند بسیار قوی‌تر باشند و به طور جدی بر همه‌چیز تاثیر بگذارند.

به گفته‌ی محققان، امواج گرانشی کیهان طی بسامدهایی که دارند، دچار پدیده‌ی تشدید نیز می‌شوند. امواج گرانشی می‌توانند مانند یک پمپ عمل کنند و تا مراتب متعدد ماده را به صورت توده‌های فشرده هدایت نمایند.

همچنین این امواج می‌توانند بر میدان الکترومغناطیسی تاثیر بگذارند. با این تفاسیر، امواج گرانشی‌خود را به برهم‌کنش با اجسام عظیم محدود نمی‌کنند؛ همانطور که امواج به پمپاژ ادامه می‌دهند، می‌توانند فرآیند تشکیل ماده جدید در جهان را به سمت انرژی‌های بسیاربالا سوق دهند و باعث ظهور خودبه‌خودی فوتون شوند.

به طورکلی، این فرآیند نسبتا ناکارآمد است. کیهان اولیه نیز درحالت انبساط بوده است، بنابراین الگوهای استاندارد امواج گرانشی ماندگاری زیادی نداشتند؛ با این حال، دانشمندان دریافتند که اگر کیهان اولیه به اندازه کافی ماده داشته تا سرعت نور کاهش یابد (سرعت مؤثر نور در محیط‌های گوناگون متفاوت است)، ممکن است امواج به اندازه کافی برای طی یک فرایند ایجاد فوتون در اطراف محبوس باشند تا به معنای واقعی سیلی از فوتون‌ها را ایجاد کنند.

کماکان به طور کامل، دانشمندان فیزیک کیهان اولیه را درک نکردند. این تحقیق تنها گامی برای درک پیدایش امواج گرانشی است و می‌توان این موضوع را منجر به نتایج شگفت‌آور و به وجود آمدن دریچه‌های جدیدی در راستای شناخت امواج گرانشی شود.

منبع:

برگرفته از مقاله Graviton to Photon Conversion via Parametric Resonance Physics of the dark universe

یزدان اسدی

دانشجوی کارشناسی فیزیک، ورودی ۱۴۰۰

YazdanAsadi۱۸۳۱@gmail.com

کیانا اعتصامی‌فر

دانشجوی کارشناسی فیزیک، ورودی ۱۴۰۰

kia.etesam۲۰۲۲@gmail.com

حالا من خود مرگ شده‌ام، ویرانگر دنیاها

او زندگی پرفراز و نشیبی داشت؛ از اشتباهی دعوت شدن برای سخنرانی انجمن کانی‌شناسی در ۱۲ سالگی تا تلاش برای مسموم کردن استادش با سیب سمی، مغزی بود که بر مخرب‌ترین پروژه در تمام تاریخ بشریت نظارت داشت، دانشمندی که همواره ذهنش در کلاف پرپیچ و تاب علم به دنبال جواب می‌گشت؛ اما با وجود تمام تلاش‌هایش، توسط دولتش به جاسوسی برای اتحاد جماهیر شوروی متهم شد و در حاشیه قرار گرفت.

در این نشریه به بهانه‌ی اکران فیلم اوپنهایمر، نگاهی گذرا به زندگی جی رابرت اوپنهایمر می‌اندازیم.

اوایل زندگی

جولیوس رابرت اوپنهامیر در آوریل ۱۹۰۴ در نیویورک متولد شد. او در نوجوانی در حال مکاتبه با زمین‌شناسی که نمی‌دانست رابرت ۱۲ سال دارد، به انجمن کانی‌شناسی دعوت و باعث شگفتی حضار شد. رابرت جوان در برقراری ارتباط اجتماعی خوب نبود؛ او از همان ابتدا خود را باهوش‌ترین فرد کلاس می‌دانست، به همین دلیل دیگران علاقه‌ی چندانی به برقراری ارتباط با او نداشتند.

کشف فیزیک

بعد از پایان تحصیلات دبیرستان به دانشگاه هاروارد رفت تا به طور جدی تحصیلات علمی را ادامه دهد. رابرت در رشته‌ی شیمی شروع به تحصیل کرد، اما پس از گذراندن دوره‌ای درباره‌ی ترمودینامیک، عاشق فیزیک تجربی شد و زیر نظر فیزیک‌دان مشهوری به نام پرسی بریجمن، فیزیک را ادامه داد. در آن زمان دانشگاه‌های آمریکایی نمی‌توانستند با آزمایشگاه‌های فیزیک در اروپا رقابت کنند، بنابراین هر فیزیکدان آمریکایی که می‌خواست به طور جدی پیشرفت کند، باید با وطن وداع کرده، از اقیانوس اطلس گذشته و به اروپا قدم می‌گذاشت.

و متاسفانه جنگ

بمباران پرل هاربر در دسامبر ۱۹۴۱ زندگی فیزیکدانان آمریکایی را عمیقا تغییر داد.

آن‌ها در آزمایشگاه تشعشع موسسه فناوری ماساچوست گرد هم آمدند تا دانش خود را برای پیروزی در جنگ به کار گیرند. در سپتامبر ۱۹۴۲ کار روی برنامه‌ای آغاز شد که بسیار از پروژه رادار تاثیرگذارتر بود؛ یعنی بمب اتم!

در سال ۱۹۳۹ سه فیزیکدان آلمانی، شکافت هسته‌ای را کشف کردند که موجب می‌شد یک اتم سنگین مثل اورانیوم، به ۲ اتم سبک‌تر تبدیل شود و بر پایه‌ی فرمول معروف انیشتین $E=mc^2$ مقداری از جرم آن در حین این فرایند، به انرژی تبدیل شود. دو دانشمند مجارستانی در میان اولین افرادی بودند که متوجه شدند در صورت مهار این انرژی به صورت بمب، می‌توان یک وسیله‌ی به شدت مخرب به وجود آورد. در نهایت، این دو دانشمند با حمایت انیشتین توانستند هشدار و خطرات ناشی از دسترسی نازی‌ها، پیش از آمریکا، به بمب اتم را متوجه رئیس جمهور آمریکا کنند.

پروژه‌ی منهتن

رهبری پروژه‌ی منهتن در سال ۱۹۴۳ به رابرت اوپنهایمر سپرده شد. او از سال ۱۹۳۲ قبل از تمام این اتفاقات و اکتشافات، تحقیقات گسترده‌ی خود را در زمینه‌ی فیزیک هسته‌ای شروع کرده بود. این دانشمند هم دانش و تجربه‌ی مورد نیاز برای رهبری این پروژه را داشت و هم به شدت علاقه‌مند بود تا در پروژه‌های علمی که مربوط به امنیت آمریکا می‌شود، مشارکت داشته باشد. از آن‌جایی که این پروژه در یک مکان واحد قرار نداشت، آزمایشگاهی با نام Los Alamos در منطقه‌ای متروک درشمال نیومکزیکو ساخته شد.

آزمایش ترینیتی

در فوریه ۱۹۴۵ مغزهای لوس آلاموس دو طرح برای بمب اتمی ارائه دادند.

آن‌ها با اسم رمز Little boy و Fat man شناخته می‌شدند. اوپنهایمر تصمیم گرفت Fat man را در نزدیکی Alamagordo نیومکزیکو آزمایش کند.

انفجار در ساعت ۵:۲۹ دقیقه صبح روز شانزدهم ژوئیه ۱۹۴۵اروی داد. نور حاصل از این انفجار از سه ایالت دورتر قابل مشاهده بود و ابر قارچی ۳۸۰۰۰ فوتی یا ۱۱/۵ کیلومتری به هوا بلند شد. سایر دانشمندانی که در محل آزمایش بودند، در پی انفجار شروع به تشویق کردند، اما اوپنهایمر به انفجار خیره شده بود و متن هندوی خود را زمزمه می‌کرد: «حالا من به مرگ تبدیل شده‌ام؛ ویرانگر دنیاها»

پرتاب بمب

با تصمیم هری ترومن، در ٦ آگوست بمب Little boy بر فراز هیروشیما و در پی عقب‌نشینی نکردن ژاپن، سه روز بعد بمب Fat boy در شهر ناگازاکی (Nagasaki) انداخته شد و حدود ۲۲۰ هزار نفر به صورت مستقیم و غیرمستقیم جان باختند. سرانجام در ۱۵ آگوست ۱۹۴۵ ژاپن تسلیم شد و جنگ جهانی دوم در ۸ مِی ۱۹۴۵ پایان یافت.

خنثی شدن دانشمند

بعد از هسته‌ای شدن شوروی، آمریکا به دنبال راهی برای پاسخ به بمب اتمی شوروی بود. بمبی هیدروژنی با قدرت تخریب ۱۰۰۰ برابر نسبت به بمب اتم! اما با وجود مخالفت اوپنهایمر، بالاخره این بمب با نام رمز مایک در ۱۹۵۲ منفجر شد.

در نوامبر۱۹۵۳، نامه‌ای از FBI مبنی بر جاسوسی اوپنهایمر برای شوروی و به لطف ارتباط سابقش با عضو کمونیست _جین تاتلاک_ باعث شد مجوز امنیتی پدر بمب اتم برای همیشه باطل شود.

اوپنهایمر به موسسه مطالعات پیشرفته برگشت و در سال ۱۹۶۳ دولت برای قدردانی از زحمات این دانشمند در تحقیقات هسته‌ای جایزه‌ی فِرمی را به او اهدا کرد. ٤ سال بعد در ۱۸ فوریه ۱۹۶۷ رابرت اوپنهایمر بر اثر سرطان گلو درگذشت.

منابع:

کتاب "پرومتئوس آمریکایی : پیروزی و تراژدی رابرت اوپنهایمر " اثر کای برد

ویکی پدیا

ما تنها نیستیم

آیا حیات خارج از زمین وجود دارد؟

ابتدا روی سیـــــاره‌ی خودمان متمرکز می‌شویم، که در آن میلیون‌ها گونه‌ی حیات وجود دارد؛ از کویرهای خشک گرفته تا غارهایی که سالیان سال در آن نور تابیده نشده است.

اما مهم‌ترین شرایط برای حیات چیست؟

از مهم‌تـــــــرین شرایط حیات، آب است. برای این که سیاره‌ای از حیات پشتیبانی کند باید در منطقه‌ی طلایی باشد؛ به عبارتی دمای آن بین ۰ تا ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد، تا آب به صورت مایع وجود داشته باشد. اگر بخواهیـــــم مثال‌های خوبی از میزبانان حیات در منظومه شمسی نام ببریم، یکی «مریخ» و دیگری یکی از قمرهای گالیله‌ای مشتری «اروپا» است.

در مریخ وجود آب به صورت منجمد در سمت قطب‌های آن تایید و حتی گفته شده که زمانی این سیاره رودخانه‌هایی از آب داشته، پس ممکن است در گذشته و حتی در زمان حال هم دارای گونه‌هایی از حیات باشد، اما با تکنولوژی اکنون فقط می‌دانیم که شامل حیات هوشمند نیست، وگرنه با توجه به تکنولوژی امروزه، تاکنون متوجه وجود حیات هوشمند روی سیاره‌ی سرخ می‌شدیم.

اما یک کاندید خوب دیگر در منظومه شمسی، یکی از ٤ قمر گالیله‌ای مشتری «اروپا» است. این قمر شامل یک سطح ضخیم از یخ بوده که زیر این سطح، اقیانوسی آبی وجود دارد؛ پس ممکن است که در همین لحظه موجوداتی زیر این سطح یخی، در حال شنا کردن باشند؛ پس تاکنون می‌توان گفت که احتمال زیادی وجود دارد که در خارج زمین حیات وجود داشته باشد.

شرایط شکل‌گیری حیات هوشمند چیست؟

به‌جز آب شرایط دیگری هم برای شکل‌گیری حیات هوشمند الزامی‌ست که عبارت‌اند از: وجود منابع انرژی، وجود منابع آلی، وجود شرایط جوی مناسب، وجود محیط مناسب.

اگر نگاه خود را مجددا از سیاره زمین در محوطه‌ی منظومه شمسی در نظر بگیریم، تقریبا هیچ‌یک از سیارات دیگر این منظومه نمی‌توانند از حیات هوشمند پشتیبانی کنند؛ ناهید و عطارد آن‌قدر نزدیـــک هستند که آب روی آن‌ها بخار می‌شود و علاوه بر آن، در ناهید به دلیل جو بسیار سمی و غلیظی که از دی‌اکسید کربن و ابرهای سولفوریک اسید تشکیل شده، احتمال وجود حیات در این سیاره نسبت به سیارات دیگر این منظومه کمتر است. ابرهای سولفوریک اسید آن‌قدر چگال هستند که دمای ناهید را به ٤٧٠ درجه سیلیسیوس می‌رسانند؛ به‌طوری که ناهید داغ‌ترین سیاره‌ی منظومه است.

از سیارات دیگری که نمی‌تواند حیات هوشمند داشته باشد، «مریخ» است، چرا که ۹۵ درصد جو این سیاره را گاز کربن دی‌اکسید تشکیل می‌دهد.

در رابطه با ٤ سیاره گازی به دلیل داشتن جو بسیار ضخیمی از گازها، اقلیم بسیار سرد و فشار بالا، احتمالا حیات هوشمندی مثل زمین را پشتـــــــیبانی نمی‌کنند.

و اما در رابطه با قمرها فقط بزرگ‌ترین قمر زحل «تیتان» دارای جو است، که توسط منجم آلمانی «کریشتیان هویگنز» در سال ۱٦٥٥ کشف شد. بیشتر جو این قمر از نیتروژن و مقدار کمی متان است. دانشمندان فکر می‌کنند که شرایط جوی این قمر شبیه به ابتدای پیدایش زمین بوده است.فرستاد و کشف کرد که در آنجا باران می‌بارد (اما باران آن از جنس متان است).

بعدها تصویربرداری کاسینی شواهدی از وجود هیدروکربن‌ها را آشکار کرد. در طول میلیاردها سال که خورشید به غول گازی تبدیل شود، تیتان گرمای لازم برای حیات را پیدا خواهد کرد.

اما آیا بررسی وجود بیگانگان و تلاش برای برقراری ارتباط در علم جایگاهی دارد یا فقط می‌توان برای داستان‌های علنی تخیلی استفاده کرد؟ تحقیق درباره موجودات بیگانه یک داستان تخیلی نیست!

تحقیق درباره وجود بیگانگان هوشمند بر عهده انجـــــمن SETI می‌باشد. این انجمن یک سازمان غیرانتفاعی است که در سال ۱۹۸٤ توسط «فرد دراک ایلیانس» به‌منظور جستجوی حیات هوشمند خارج از زمین تاسیس شد. هدف اصلی این انجمن، شناسایی نشانه‌هایی از وجود حیات هوشمند در فضا است. برای این منظور، از تلسکوپ‌ها و دستگاه‌های پردازش داده استفاده می‌کنند، تا سیگنال‌های الکترومغناطیسی را از فضا دریافت و تحلیل کنند.

«معادله دریک» در سال ۱۹٦۱ توسط دکتر فرانک دریک فرمول بندی شد. این معادله مجموعه‌ای از سوالاتی است که به ما کمک می‌کند تعداد تمدن‌های هوشمندی که دارای توانایی برقراری ارتباط با ما هستند را محاسبه کنیم. معادله دریک به‌صورت زیر است:

$$N=N_x \times f_P \times n_e \times f_L \times f_i \times f_c \times L$$

Nx: نشان‌دهنده‌ی تعداد ستارگانی است که هرساله در کهکشان راه شیری متولد می‌شود؛ کهکشان ما حدود ۱۲ میلیارد سال عمر دارد و حدود ۳۰۰ میلیارد ستاره را در بر می‌گیرد. بنابراین نرخ تولد ستارگان، ۲۵ ستاره در هرسال است (۳۰۰/۱۲).

fP: تعداد ستارگانی که به دور خود سیاره دارند؛ درصد تخمین زده شده فعلی ۲۰ تا ۷۰ درصد است.

ne: تعداد سیاره‌ها، به ازای هرستاره که توانایی حفظ حیات را دارند؛ حدسیات فعلی بین ۰/۵ تا ۵ متغیر است.

fL: کسری از سیاراتی که توانایی حفظ حیات را دارند و حیات در آن‌ها در حال تکامل است؛ حدسیات از ۱۰۰ تا ۰ درصد متغیر است.

fi: سیاراتی که قابلیت سکونت دارند، دارای حیات هستند و امکان تکامل حیات هوشمند در آن‌ها وجود دارد؛ بین ۰ تا ۱۰۰ درصد می‌تواند متغیر باشد.

fc: سیاراتی با حیات هوشمند که قابلیت برقراری ارتباط دارند؛ ۱۰ تا ۲۰ درصد.

L: متوسط سال‌هایی که یک تمدن به برقراری ارتباط ادامه می‌دهد.

این سوال بسیار سخت است، اگر زمین را در نظر بگیریم، مـــا کم‌تر از ۱۰۰ سال است که به وسیله‌ی امواج رادیویی می‌توانیم ارتباط برقرار کنیم؛ اما برای چه مدت تمدن ما می‌تواند ادامه داشته باشد؟

اگر تمام متغیرهای بالا را در هم ضرب کنیم، تعداد تمدن‌های در حال ارتباط در کهکشان را به‌دست خواهیم آورد؛ اما ارتباط با بیگانگان، کار ساده‌ای نیست، برای برقراری ارتباط ممکن است هیچ‌وقت نتوانیم ملاقات رودررو داشته باشیم، یا بر فرض حتی اگر خواسته باشیم به سیاره‌ای در منظومه‌ی ستـــــــــاره‌ای «پروکسیما سنتوری» که دارای تمدن هوشمند است سفر کرده و این تمدن فرضی را ملاقات کنیم، باید ٤ سال با سرعت نور پیش برویم.

اما راه‌هایی برای برقراری ارتباط وجود دارند. یکی از این راه‌ها استفاده از کاوش‌گرانی هست که به فضا پرتاب می‌شوند. یکی از این دست تلاش‌ها، بر روی کاوش‌گر پایونیر ۱۰ و ۱۱ بوده است که لوح‌هایی حکاکی شده با تصویری از یک زن و مرد و همچنین نقشه‌ای که نشان می‌دهد این کاوشگر از کجا آمده است، با خودشان حمل می‌کنند. با حرکت پایونیر در اعماق فضا، این احتمال وجود دارد که این پیام‌ها روزی به بیگانگان منتقل شود. علاوه بر پایونیر، کاوش‌گرهای ویجر عکس‌هایی از شهرهـــــا، چشم‌اندازها، مردم زمین و هم‌چنین صدای ضبط شده‌ی سلام و تبریک به زبان‌های مختلف زمین به همراه خود به فضا برده‌اند.

یک راه خوب برای برقراری ارتباط با فضایی‌ها، استفاده از امواج رادیویی است. امواج رادیویی یک نوع امواج الکترومغناطیسی هستند. این امواج توسط آنتن‌ها تولید می‌شوند، قابلیت انتقال اطلاعات را دارند و می‌توانند با سرعت نور حرکت کنند.

این یعنی می‌توان اطلاعات را به خوبی میان ستارگان منتقل کرد و اگر تمدن هوشمندی باشد، بتوانیم با آن ارتباط برقرار کنیم، اما مطمئنا مثل پیام‌رسان‌هایی که می‌شناسیم نمی‌توانیم صحبت کنیم، مثلا اگر دوباره فرض کنیم که سیاره‌ای در اطراف «پروکسیما سنتوری» دارای تمدن هوشمند است، اگر ما فقط «سلام» بفرستیم، ٤ سال طول می‌کشد تا جواب آن برسد و تا جواب آن بیاید ٤ سال دیگر طول می‌کشد؛ به همین دلیل باید پیامی که می‌فرستیم، شامل تمام اطلاعات از تمدن‌مان باشد تا بتوانند با آن آشنا شوند.

البته چالش جالبی که دور بودن سیارات و ستاره‌ها در فاصله‌ی میلیون‌ها سال نوری ایجاد می‌کند، تشخیص در وجود حیات هوشمند مثل انسان است؛ اگر کسی در سیاره‌ای در فاصله‌ی ٦٦ میلیون سالی ما قرار داشته باشد و هم اکنون به سیاره ما نگاه کند، تمدن ما و زمان حال ما را نخواهد دید، او اکنون می‌تواند دایناسورها را ببیند که شهـــــــاب‌سنگی بزرگ بر سرشان فرود می‌آید.

تماس با بیگانگان مثل انداختن تیری در تاریکی است، برای امواجی که می‌فرستیم یا دریافت می‌کنیم باید آنتن‌ها را دقیق در همان مسیر تنظیم کنیم. این امـــــــــواج ممکن است میکروموج‌هایی باشند که از انفجار بزرگ، ستارگان یا حتی سیاه چاله‌ها رسیده‌اند و حتی واقعا ممکن است بیگانگان متوجه تمدن ما شده و سعی در برقراری ارتباط با ما را داشته باشند؛ اما با وجود تمام این مشکلات، می‌توان گفت که امکان ندارد اصلا بتوانیم با فضایی‌ها ارتباط برقرار کنیم؟

شناخت امواج رادیویی که بیگانگان بفرستند، یک کار غیرممکن

از طرف بیگانگان آمده، گزارش نشده است؛ هرچند پیام‌هایی مثل «آرسیبو» توسط «دکتر فرانک دریک» و «دکتر کارل ساگان» در سال ۱۹۷۳ به فضا فرستاده شده‌اند، محتوای این پیام شامل یک نمایش‌گر عدد به همـــــــراه شکل‌های هندسی مرتبط با موضوعات فضایی و زندگی در زمین بود.

اما برای آمادگی برای دریافت پیام از سوی بیگانگان هم پروژه‌ی «نشانه‌ای در فضا» اختصاص داده شده است. این پروژه در ۳ خرداد ۱٤۰۲ انجام شد. قرار بر این بود که مدارگرد ردیابی گاز (متعلق به آژانس فضایی اروپا) یک پیام رمزگذاری شده را به زمین بفرستد تا در ۳ بخش از موسسه‌ی ستی آرایه تلسکوپ آلن رصدخانه گرین بانک در ویرجینیای غربی و ایستگاه نجومی مدیسینا در شمال ایتالیا دریافت شود؛ البته به دلیل فاصله‌ی زمین تا مریخ تقریبا ۲۰ دقیقه طول کشید تا پیام به زمین برسد.

اما علاوه بر پیام‌ها، گفته می‌شود که طی چندین سال گذشته، تعدادی از خلبانان ارتش آمریکا در طی عملیات‌های خود متوجه حضور اشیاء ناشناس (بشقاب‌پرنده‌ها یا همان یوفوها) شدند. در چهارشنبه ٤ مرداد ۱٤۰۲ کنگره آمریکا، یک جلسه استماع عمومی در این باره برگزار کرد؛ در این جلسه سه نفر در رابطه با دیدن یوفوها، «رایان گریوز»، خلبان بازنشسته‌ی نیروی دریایی و مدیر فعلی «آمریکایی‌ها برای هوا فضا ایمن» و «دیوید فری ور» فرمانده بازنشسته‌ی نیروی دریایی «دیوید گراش» افسر اطلاعاتی سابق نیروی دریایی شهادت دادند و آن‌ها را تهدیدی برای امنیت ملی آمریکا به شمار آوردند.

رایان گریوز: «اگر بشقاب‌پرنده‌ها همان پهپادهای خارجی باشند، این اشیاء نگرانی برای ایمنی پرواز هستند.»

فری ور: «فناوری‌ای که ما به چشم دیدیم، بسیار برتر از چیزی بود که خودمان داشتیم.»

گراش ادعا کرد که نه تنها بشقاب‌پرنده‌ها، بلکه خلبانان غیر انسان در اختیار ایالات متحده است، البته این چیزی بود که دیگران به او گفته بودند: «این چیزی است که خودم شاهد آن نبودم».

البته علاوه بر این‌ها در سال ۲۰۰٤ فیلمی از پرواز شئ ناشناس توسط دو جنگنده‌ی نیروی دریایی ثبت شده است که در رابطه با فیلم گرفته شده، مجلس نمایندگان آمریکا اعلام کرد: «ما در کیهان تنها نیستیم.»

اما یک پارادوکس درباره‌ی تلاش برای شناخت بیگانگان وجود دارد. برای برقراری ارتباط با یک تمدن، آن تمدن آن‌قدر باید پیشرفت کرده باشد تا از امواج رادیویی بتواند برای فرستادن یا دریافت پیام استفاده کند، از طرفی اگر طول عمر یک تمدن خیلی بیشتر باشد، ممکن است آن‌ها برای برقراری ارتباط از تجهیزاتی دیگر استفاده کنند که در این صورت دیگر امواج رادیویی کاربردی ندارند و این یعنی می‌خواهیم که در این فاصله‌ی کوتاه، شناختی کامل از بیگانگان داشته باشیم.

منابع:
astronomy magazine
www.space.com
universe today
nasa.gov
تاریخچه زمان، استیون هاوکینگ
جهان در پوست گردو، استیون هاوکینگ
Calculating the probability of detecting radio signals from alien civilizations_
Zagreb, Croatia ۱۰۰۰۰-HR ,۳ Faculty of Electrical Engineering and Computing, University of Zagreb Unska ۱ Marko Horvati
Howard, A. & Horowitz, P. & Coldwell, C. AN ALL-SKY OPTICAL SETI SURVEY, Department of Physics, Harvard University,_
USA ۰۲۱۳۸ ,Cambridge

بهاره عطایی
دانشجوی کارشناسی فیزیک، ورودی ۱٤۰۱
ataeibahare۰۳۹@gmail.com