



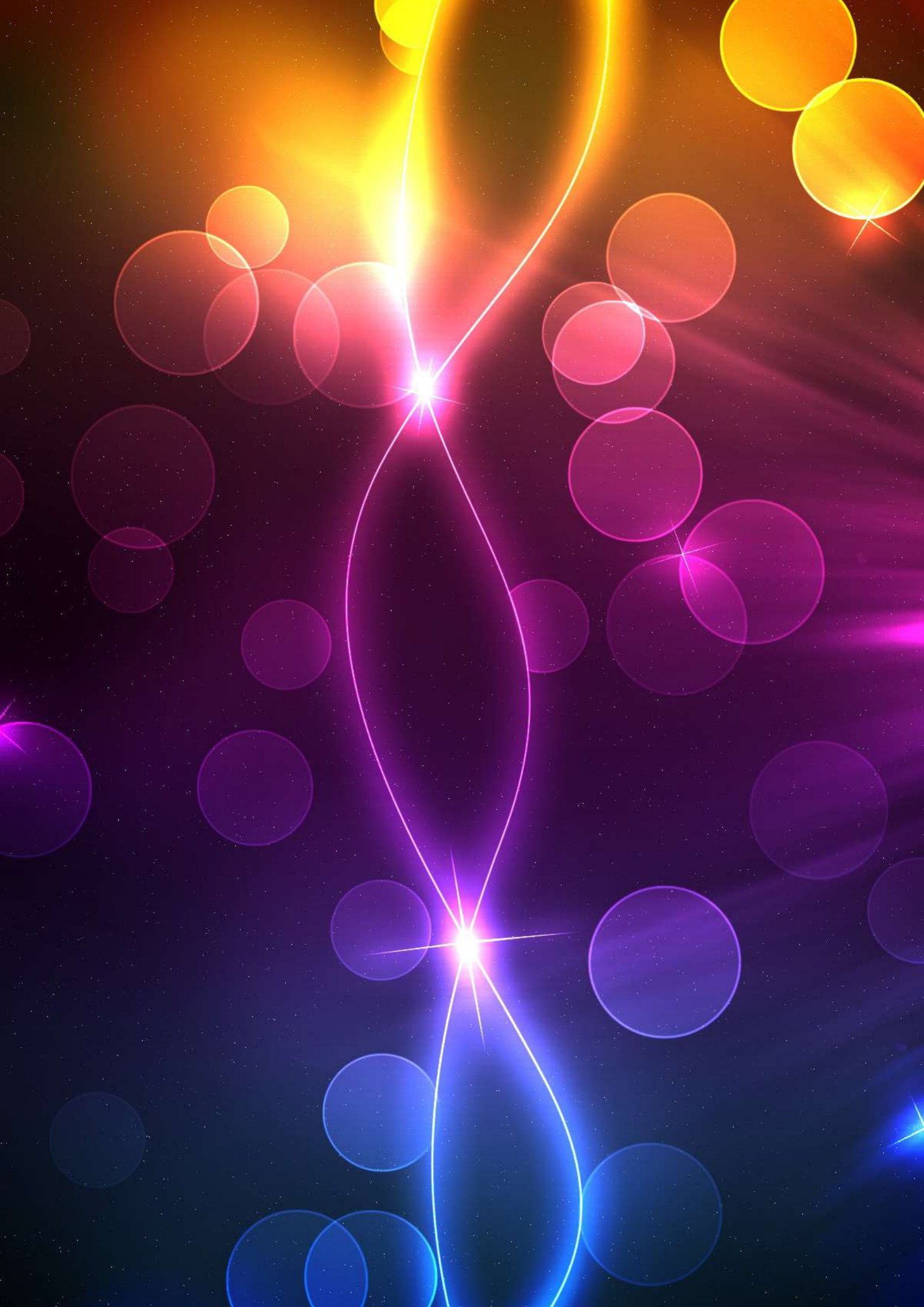
نشریه تکفام

گاهنامه شماره هشتم - اردیبهشت ماه ۱۴۰۳



فصلنامه علمی-پژوهشی
معاونت امور فرهنگی
دانشگاه تبریز





اطلاعات نشریه

صاحب امتیاز: انجمن علمی فیزیک

مدیر مسئول: محمد سعید توکلی صدر

سر دبیر: معصومه مارندگانی

تیم تحریریه: محمد سعید توکلی صدر

معصومه مارندگانی

معین مزگی نژاد

محمد رضا شبانی

حانیه خسروی

نرجس آهنی

مرضیه عابدینی

اساتید مشاور: دکتر سید محمد خراشادیزاده

دکتر رضا فلاح

دکتر محمد مهدی فیروزآبادی

دکتر فیصل اطمینان

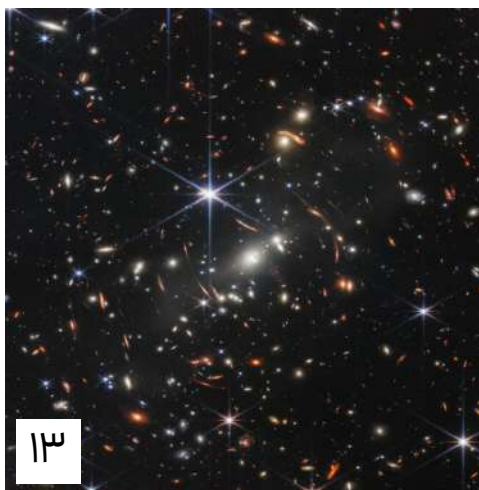
دکتر عباس عابدی

دکتر کیهان دخت کریمی

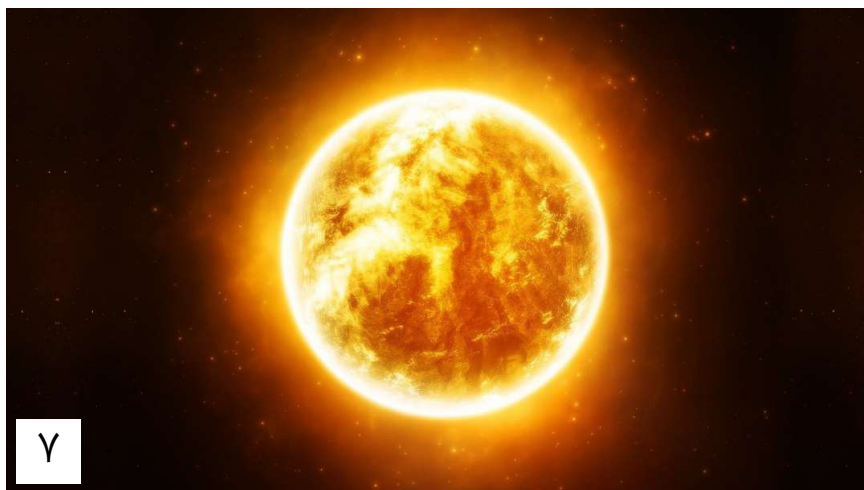
دکتر رضا پژوهش

گرافیک و صفحه آرا: محمد زمین کشت

ناشر: معاونت فرهنگی و اجتماعی دانشگاه بیرجند



۱۳



۷



۳۳

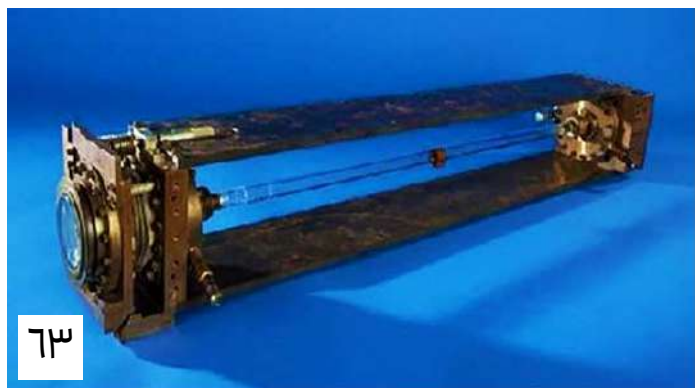
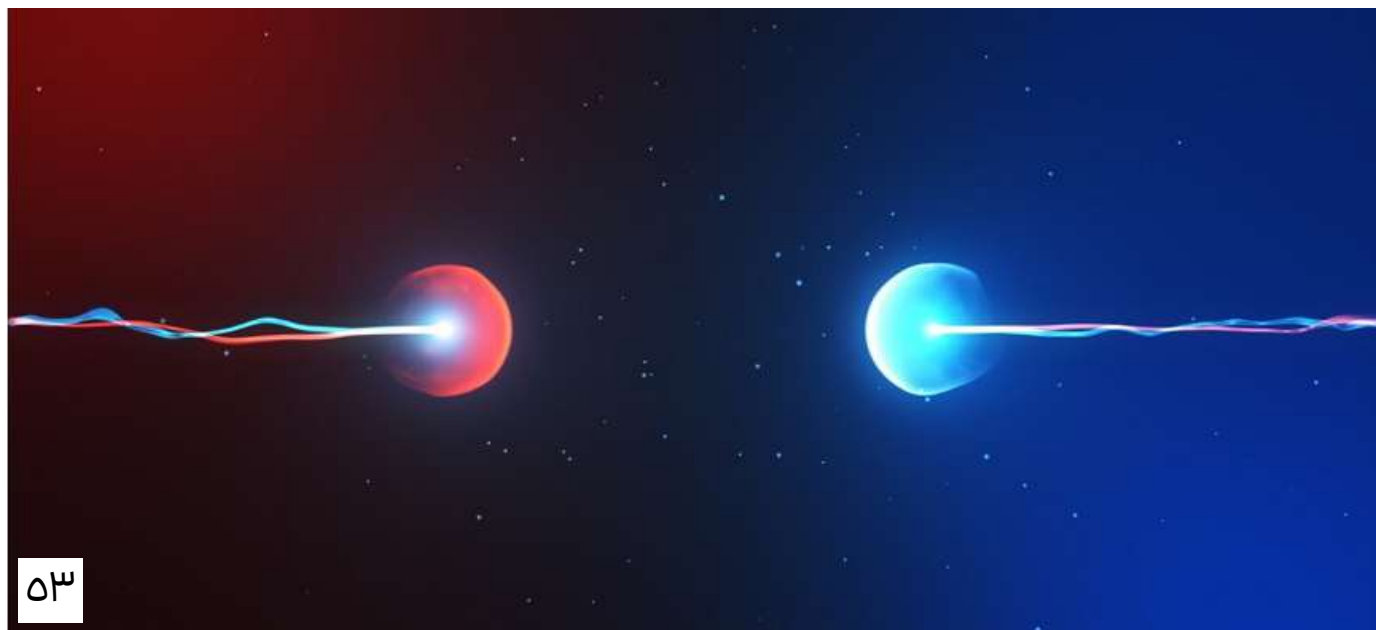
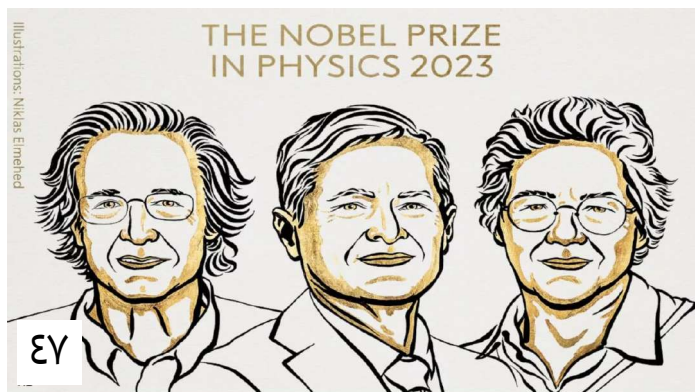


۱۹



۳۹

- آغاز تا سرنوشت نهایی ستاره
- تلسکوپ جیمز وب
- ۹۵ درصد جهان انرژی و ماده تاریک
- نظریه ریسمان
- ۹۹ درصد ماده طبیعت - پلاسما



..... دیوار صوتی

..... نوبل ۲۰۲۳ فیزیک - مروری بر تاریخچه

..... پاد ماده - سلاح آن

..... جریان متناوب - پیروزی تسلا

..... دکتر علی جوان - مخترع اولین لیزر گازی

سخن مدیر مسئول

به نام خداوند فیزیکدان
با درود و عرض تبریک و شادباش به مناسبت آغاز بهار محضر شما گرامیان دانشجو و دانش پژوه ، هشتمین شماره نشریه تکفام که حاصل تلاش های جمعی از دانشجویان و استادان محترم دانشگاه بیرجند است را به شما تقدیم می کنیم.

مطالعه فیزیک ، مطالعه جهان و به طور اخص مطالعه چگونگی کارکرد جهان است. این بدون شک جالب ترین شاخه علم است ، چون جهان بسیار پیچیده تر از آن چیزیست که به نظر می رسد.

فیزیک یک جعبه پاندورای شگفت انگیزی است که با هر جواب ، سوالات بیشتر و بزرگتری در آن مطرح می شود.

این نشریه از علم ستاره ها که سازنده و نور بخش ما هستند شروع کرده و به قلب ناشناخته ها و عجایب فیزیک می رود به امید اینکه این صفحات شما را به مسیر کنجکاوی بکشاند و در راستای عبور از کنار جیمزوب ، خود را از آینه هایش ببینید و خرسند از این مسیر ، خواب خوشی را تجربه کرده باشید.

تشکر ویژه ای از تمامی همکارانم در انجمن علمی فیزیک دارم که با سخت کوشی و دل سوزی آنها ، نشریه شماره هشتم تکفام رقم خورد. همین طور از استاد های گرامی گروه فیزیک بابت همکاری و یاری رساندنشان کمال قدردانی و سپاس را دارم.

سعید توکلی - مدیر مسئول

آغاز تا سرنوشت نـهـای ستاره



کهکشان راه شیری با چشم غیرمسلح از روی زمین قابل دیده شدن نیستند. در حقیقت بیشتر آن‌ها حتی از دید قوی‌ترین تلسکوپها نیز پنهان می‌مانند.

یک ستاره حداقل در بخشی از عمر خود، به دلیل همجوشی هسته‌ای هیدروژن به هلیوم در مرکز آن، می‌درخشد. انرژی ایجاد شده از بخش درونی ستاره می‌گذرد و به فضای بیرونی اطراف تابیده می‌شود. وقتی ذخیره هیدروژن در هسته یک ستاره رو به اتمام می‌رود، تقریباً تمام عناصر طبیعی سنگین‌تر از هلیوم از طریق هسته‌زایی، یا در برخی از ستارگان از طریق هسته‌زایی ابرنواختری در هنگام انفجار آن‌ها پدید می‌آیند. ستاره در اواخر عمر خود ممکن است شامل ماده تباهیده نیز باشد. اخترشناسان با بررسی حرکت ستاره‌ها در فضا، درخشندگی آن‌ها و طیف

ستاره یا آخرت یک شیء آسمانی درخشان و گوی‌وار است که از پلاسما تشکیل شده و انسجام خود را توسط نیروی گرانش خود حفظ می‌کند. نزدیک‌ترین ستاره به زمین خورشید و پس از آن پروکسیما قنطورس است. ستارگان قابل دیدن در شب از روی زمین، به دلیل فاصله بسیار دورشان، به شکل نقاطی ثابت (گاهی چشمک‌زن) و روشن دیده می‌شوند. در طول تاریخ، گروه‌های ستاره‌های برجسته‌تر، به نام صورت‌ها و صورت‌واره‌های فلکی، گروه بندی شده و روشن‌ترین ستارگان نیز نام‌گذاری شده‌اند.

کاتالوگ‌هایی از ستارگان توسط اخترشناسان گردآوری شده‌است که ستارگان شناخته‌شده را مشخص می‌کند و نام‌های استاندارد برای ستارگان پیشنهاد می‌کنند. بیشتر ستارگان جهان از جمله تمامی ستارگان خارج از

گرانشی خودش جلوگیری می‌کند. وقتی که سوخت هیدروژن ستاره به پایان می‌رسد، اگر جرم ستاره حداقل 4×10^4 بار از خورشید بزرگ‌تر باشد، منبسط شده و تبدیل به غول سرخ می‌گردد. ۲- پس از آن ستاره به مرحله تباهیدگی رسیده و بخشی از جرم خود را در فضا دفع می‌کند که بعدها در تشکیل ستارگان نسل جدیدتر با عناصر سنگین تر به کار می‌رود. ۳- و هسته ستاره هم به بقایای ستاره‌ای تبدیل می‌شود که ممکن است کوتوله سفید، ستاره نوترونی یا در صورت کافی بودن جرم سیاه چاله باشد.

ستاره دوگانه یا چندگانه شامل دو یا چند ستاره کوچک می‌شود که در میدان گرانش یکدیگر اسیر هستند و معمولاً در مدارهای پایداری به دور یکدیگر می‌گردند. وقتی دو ستاره خیلی به هم نزدیک باشند، برهمکنش گرانشی میان آن‌ها بر تکامل آن‌ها تأثیر می‌گذارد. ۴- ستارگان می‌توانند بخشی از ساختارهای بزرگ مثل خوشه‌های ستاره‌ای یا کهکشانها باشند.

برخی ستارگان درخشان‌تر و برخی کم‌نورتر هستند، برخی

سنجی نجومی می‌توانند جرم، سن، فلزینگی (ترکیب شیمیایی ستاره) و سایر ویژگی‌های ستاره‌ها را به دست آورند. جرم کلی یک ستاره تعیین‌کننده مراحل تکامل و سرنوشت نهایی آن است. سایر مشخصات یک ستاره مانند قطر و دما در طول عمر ستاره متغیر هستند. با استفاده از نموداری به نام نمودار هرتسپرونگ-راسل دمای بسیاری از ستارگان، نسبت به روشنایی آن‌ها مشخص می‌شود که از طریق آن می‌توان وضعیت تکامل و سن ستاره را تعیین نمود.

عمر یک ستاره از رمبش گرانشی یک سحابی گازی آغاز می‌شود که عمدتاً شامل هیدروژن به همراه هلیوم و کمی از عناصر دیگر است. وقتی که چگالی هسته ستاره به اندازه کافی می‌رسد، هیدروژن در فرایندی پایدار توسط همجوشی هسته‌ای به هلیوم تبدیل شده و انرژی فراوانی آزاد می‌شود. ۱- سایر قسمت‌های داخلی ستاره این انرژی را از طریق فرایندهای تابش و همرفت به بیرون انتقال می‌دهند. فشار داخلی ستاره از فروریختن آن بر اثر نیروی





می‌توانید برخی قمرهای سیارات را هم اطراف آنها ببینید و از حمله آنها چهار قمر روشن‌تر سیاره مشتری را هم احتمالاً بتوانید ببینید. اما در اغلب شب‌های تاریک و صاف تنها ستارگان را می‌بینید. ستارگان نقاط روشن و نورانی هستند که چشمک می‌زنند. هزاران ستاره در دایره دید ما قرار دارند و هرچقدر آسمان تاریک تر باشد تعداد بیشتری ستاره خواهید دید. میلیون‌ها ستاره هم هستند که خارج از حوزه دید ما هستند. تمام ستارگان بجز خورشید بسیار از ما دورند و خارج از منظومه شمسی ما قرار دارند. نزدیکترین ستاره که پروکسیما-قنطورس است ۴٫۲ سال نوری از ما فاصله دارد. ستاره ای که هیدورژنش را مصرف می‌کند تا هلیوم تولید کند را ستاره رشته اصلی می‌نامند. وقتی تمام هیدروژن ستاره در نتیجه تبدیل به هلیوم

آبی به نظر می‌رسند، برخی سفید، و برخی هم زرد کمرنگ یا سرخ به نظر می‌آیند. خورشید مانند دیگر ستاره‌های کیهان، کره‌ای عظیم و روشن و داغ است و از گازهایی سوزان تشکیل شده که به واسطه جاذبه درونی آن در کنار هم نگاه داشته شده‌اند. خورشید به همراه ۴۰۰ میلیارد ستاره دیگر در کهکشان راه شیری واقع است.

اصل حاکم بر ستاره‌ها یکسان است: ستاره‌ها با همجوشی اتم‌ها در هسته خود، تولید نور و گرما می‌کنند. این راز زندگی ستارگان است. زمانیکه به آسمان شب نگاه می‌کنید اجرام مختلفی را می‌بینید. برای مثال ممکن است ماه را ببینید. گاهی ممکن است نقاط روشنی را ببینید که مانند ستاره‌ها چشمک نمی‌زنند. این نقاط روشن سیارات هستند. اگر تلسکوپ یا دوربین دو چشمی داشته باشید



پیش از میلاد در دوره کاسی‌ها گردآوری شده‌است (۱۵۳۱-۱۱۵۵ پیش از میلاد).

نام‌گذاری

بر اساس سنت باستانی ستارگان هر کدام در یک صورت فلکی که مجموعه‌ای بصری از ستارگان است قرار می‌گیرند و ستارگان پرنورتر یا ویژه، نام یا عنوان خاصی داشتند که گاه نسبت آن‌ها را با صورت فلکی‌شان معین می‌کند (مانند ستاره قلب‌العقرب در صورت فلکی عقرب).

در سال ۱۶۰۳ میلادی ستاره‌شناس آلمانی یوهان بایر ۱۶ نقشه صورت‌های فلکی را ترسیم کرد و به هریک از ستارگان

مصرف شد هسته (به دلیل ناکافی بودن فشار بیرونی تشعشعات جهت برقراری توازن با نیروی جاذبه) منقبض می‌شود. در این حالت دمای هسته به دلیل فشرده شدن افزایش یافته و هلیوم با همجوشی به کربن تبدیل می‌شود. در این حالت ستاره به شکل غول سرخ در می‌آید. ستاره‌های پر جرم منفجر شده و ابرنواختر را می‌سازند. به این ترتیب مواد سازنده ستاره به فضا پراکنده می‌گردند. آشناترین مثال در مورد سحابی‌ها سحابی خرچنگ در صورت فلکی ثور است. هسته ستاره اصلی در زمان تبدیل ستاره به ابرنواختر یا ستاره نوترونی می‌شود یا به شکل چاله سیاه در می‌آید.

تاریخچه مشاهدات

از نظر تاریخی ستارگان برای تمدن‌های مختلف در سراسر تاریخ اهمیت داشته‌اند. گاهی ستارگان بخشی از آیین‌های مذهبی بوده‌اند و برای ناوبری فلکی و جهت‌یابی از آن‌ها استفاده می‌شده‌است. بسیاری از ستاره‌شناسان باستان بر این باور بودند که ستارگان به‌طور دائمی به کره آسمانی دوخته شده‌اند و هرگز تغییر نمی‌کنند. ستاره‌شناسان بر مبنای قراردادهایی ستارگان را در قالب صور فلکی دسته بندی می‌کردند و از آن‌ها برای ردیابی مسیر حرکت سیارات و موقعیت خورشید استفاده می‌کردند. ۵ از حرکت خورشید نسبت به ستارگان پس‌زمینه و افق در ساختن گاه شمار استفاده شد که در قاعده‌مند کردن فعالیت‌های کشاورزی به‌کار می‌رفت. گاه‌شمار میلادی که امروزه در بسیاری از نقاط دنیا مورد استفاده قرار می‌گیرد، یک گاه شمار خورشیدی بر اساس زاویه محور چرخشی زمین نسبت به ستاره محلی‌اش خورشید است.

قدیمی‌ترین نقشه آسمان که تاریخ دقیقی دارد، حاصل تلاش‌های اخترشناسی مصر باستان در سال ۱۵۴۸ پیش از میلاد است. قدیمی‌ترین کاتالوگ ستارگان کشف شده توسط اخترشناسان بابلی بین‌النهرین در اواخر هزاره دوم

از زمان باستان ستارگان بر اساس درخشندگی ظاهری تقسیم می شده اند. چشم ظاهری حدود ۶۰۰۰ ستاره را می تواند مشاهده کند. از نظر روشنایی [قدر] ظاهری رتبه بندی [قدر] ستارگان چنین است:

قدر اول: ۲۰ ستاره روشنتر

قدر دوم: حدود ۵۰ ستاره

قدر سوم: حدود ۲۰۰ ستاره معرفی شده اند

قدر چهارم: تنها حدود ۴۷۰ ستاره به طور ویژه معرفی شده اند

قدر پنجم: تنها حدود ۲۲۰ ستاره به طور ویژه معرفی شده اند

قدر ششم: تنها حدود ۵۰ ستاره به طور ویژه معرفی شده اند

انرژی

انرژی ستارگان ناشی از واکنش های هسته ای است. ماده اصلی تشکیل دهنده ستارگان رشته اصلی، هیدروژن است. هیدروژن موجود در ستارگان طی فرایند همجوشی هسته ای به هلیوم تبدیل می شود و در حین این واکنش گرما و نور بسیار زیادی تابش می یابد.

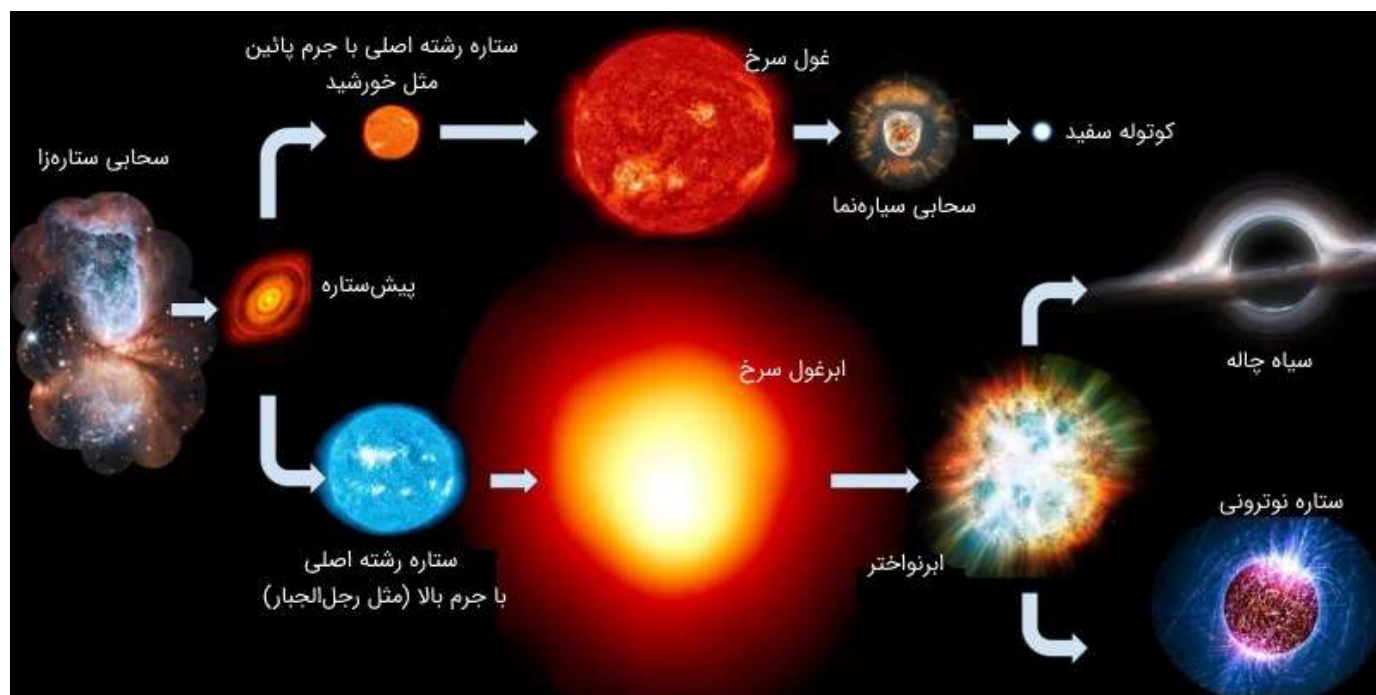
سرگذشت

به طور کلی چرخه تبدیل مواد بین ستاره ای به ستاره ها که

یکی از حروف الفبای یونانی را اختصاص داد، به این ترتیب که نخستین حرف الفبا ویژه روشن ترین ستاره آن صورت باشد و به همین ترتیب از حرفی به حرف دیگر برسد و اگر شماره ستارگان صورتی از عدد ۲۴ شماره حروف الفبای یونانی تجاوز کرده، باقی ستارگان را با حروف الفبای لاتینی نمایانده است.

پس از آن که با اکتشاف دوربین های بزرگ شماره ستارگان هر صورت فلکی رو به فزونی گذاشته، اخترشناسان از نشانه های دیگری، از جمله اعداد، برای شناساندن بازمانده ستارگان هر صورت استفاده کردند. نخستین کسی که چنین کرد ستاره شناس انگلیسی جان فلمستید بود. وی در جدول مشهور ستارگان خویش که چاپ آن در ۱۷۲۵ م پایان پذیرفت، نزدیک به سه هزار ستاره را با تعیین طول و عرض آن ها آورده است. امروزه هر زمان از جدول او انتخابی شود، ستاره مورد نظر را با عدد آن جدول می نمایند و پیش از آن حرف FI را که اشاره به نام فلمستید است قرار می دهند.

درخشندگی



بستگی به نوع ستاره دارد. ستارگان عظیم پس از این مرحله آنقدر انبساط یافته‌اند که دیگر نمی‌تواند جاذبه‌ای روی سطوح بیرونی خود داشته باشند. پس از آن این ستارگان منفجر شده و تبدیل به نواختر می‌گردند. هرچه ستاره بزرگ‌تر باشد میزان نواختر بزرگ‌تر خواهد بود. غول‌ها تبدیل به ابرنواختر می‌گردند. پس از آن این ستاره‌ها بسته به نوع نواختر ادامه عمر می‌دهند. نواخترهای معمولی تبدیل به کوتوله شده و عمری طولانی را آغاز می‌کنند. اما ابرنواخترها در خود فرو می‌ریزند و بسته به جرم هسته آن‌ها ستارگان بسیار کوچکی و چگالی به نام ستارگان نوترونی به وجود می‌آورند. این ستارگان عمر طولانی دیگری در پیش خواهند داشت. بعد از آن کوتوله‌ها یا کوتوله‌های سفید تبدیل به کوتوله سیاه شده و تا آخر جهان زندگی خواهند کرد. اگر جرم آن بسیار زیادتر از این موارد باشد تبدیل به سیاهچاله می‌شود.

در نتیجه این چرخه واکنش‌های هسته‌ای با عناصر سنگین غنی می‌شود و سپس به صورت باد ستاره‌ای یا سحابی سیاره‌ای یا آبرنواختر به فضای میان‌ستاره‌ای بازمی‌گردد را اخترش astration می‌گویند.

زایش

تولد ستارگان در ناحیه‌هایی از فضا که نام سحابی دارند صورت می‌گیرد بدین صورت که ملکول‌های هیدروژن که در ناحیه‌های بزرگی از فضا پراکنده هستند آرام آرام به هم نزدیک می‌شوند و زمانی که ستاره به تعادل هیدرودینامیکی برسد پیش‌ستاره و زمانی که بتواند همجوشی هسته‌ای انجام دهد تا انرژی خود را آزاد کند یک ستاره رشته اصلی به شمار می‌آید. حداقل جرم ستاره برای سوزاندن هیدروژن 10^4 جرم خورشید، سوزاندن هلیوم 10^4 جرم خورشید، سوزاندن کربن ۵ برابر جرم خورشید و سوزاندن نئون نیاز به جرمی برابر ۸ جرم خورشید دارد.

عمر

هر ستاره دارای دوره عمر می‌باشد که بسته به نوع ستاره متفاوت است. ستارگان حجیم با نور بیشتر و حرارت زیاد عمر کوتاهتری نسبت به ستارگان کم نور و کوچک دارند. پایان عمر هر ستاره بستگی به میزان ذخیره هیدروژن در آن دارد. زمانی که هیدروژن درون ستاره‌ای پایان یابد هلیوم تبدیل به سوخت اصلی می‌شود و می‌سوزد. سوختن هلیوم سبب ایجاد گرمای بسیار زیادی می‌شود که تا آن زمان در ستاره پیش نیامده بوده است (این مراحل تا سوزاندن سیلیسیم پیش می‌رود زیرا تولید آهن که از همجوشی سیلیسیم به وجود می‌آید فرایندی گرماگیر و نه گرماده است) این گرمای زیاد سبب انبساط ستاره می‌شود و حجم آن را چند برابر می‌کند؛ مثلاً اگر زمانی خورشید شروع به سوزاندن هلیوم کند آنقدر انبساط می‌یابد که زمین در حجم زیاد آن محو می‌شود. این انبساط تا سر حد مریخ ادامه پیدا کرده و سپس متوقف می‌شود. مرحله بعدی

تلسکوپ جیمزوب



بنابراین احتمال اکتشافات جدید بسیار زیاد است. با وجود میلیاردها میلیارد اجرام میان ستاره ای در سراسر جهان، ستاره شناسان نمی دانند قرار است با چه چیزی روبرو شوند، اما اطمینان دارند که هرچه که هست، بسیار شگفت انگیز خواهد بود. پس میتوان گفت که وب، اسرار منظومه شمسی ما را حل خواهد کرد. در این مقاله نگاهی کلی به اهداف، ویژگیها و اجزای مهم تلسکوپ فضایی جیمزوب و همچنین نوآوری های بکار برده شده در آن می اندازیم.

مقدمه: نجوم در حقیقت علمی رصدی است. مشاهدات پردردسر پدیده های کیهانی همواره مقدم بر هرگونه درک

چکیده: تلسکوپ فضایی جیمزوب یکی از مهمترین پروژههای علمی در قرن ۲۱ می باشد که به تازگی توسط ناسا به فضا پرتاب شده است. این تلسکوپ، قدرتمندترین تلسکوپ فضایی میباشد که تا به حال توسط بشر ساخته شده است. جیمزوب دارای مجموعه ای از آشکارسازها برای استفاده در طول موجهای مرئی و فروسرخ است و مأموریت اصلی آن، مطالعه شکل گیری اولیه ستارگان و کهکشان ها، اندازه گیری ساختار جهان در مقیاس بزرگ و بررسی تکامل سیارات، ستارگان و کهکشانها میباشد. تا به امروز، اجرام میان ستاره ای در محدوده مهم طول موج فروسرخ نزدیک و میانه، مشاهده نشده اند؛

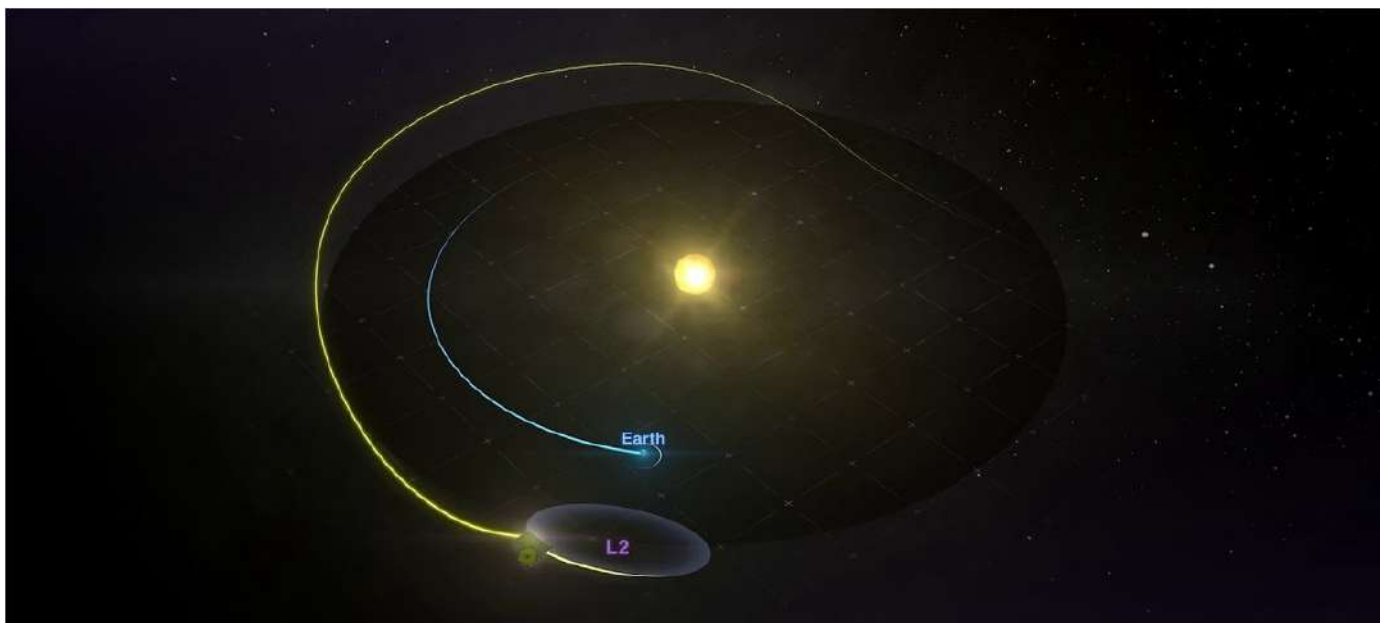
پیشرفته ترین و بزرگ ترین رصدخانه زمین در فضا خواهد بود. ساخت این تلسکوپ ۱۰ میلیارد دلاری سالیان دراز طول کشید و پس از تاخیر فراوان، نهایتاً در تاریخ ۲۵ دسامبر ۲۰۲۱ به فضا پرتاب شد. موشک آریان با طول ۵۰ متر، تلسکوپ فضایی جیمزوب را از سطح زمین به خانه جدید آن در فاصله حدود ۱.۵ میلیون کیلومتری زمین، یعنی تقریباً ۴ برابر فاصله زمین تا ماه، حمل کرد. نه آینه اولیه و نه حفاظ خورشیدی آن اگر به طور کامل باز بودند، درون محفظه این موشک جا نمی شدند، این بخش ها به شکل تاخورده درون محفظه قرار داده شدند و زمانی که تلسکوپ در فضا از پرتاب کننده خود جدا شد، باز شدند. تلسکوپ فضایی جیمزوب از مرکز راه اندازی آریان اسپیس در نزدیکی کورو درگویان فرانسه واقع در جنوب آمریکا، به فضا پرتاب شد؛ این مکان نزدیک استوا قرار دارد و با بهره گیری از حرکت زاویه ای حاصل از چرخش زمین، به موشک کمک می کند تا با انرژی کمتری به سمت مدار و مقصد نهایی خود حرکت کند، همچنین به علت چرخش زمین، موشک به سمت شرق پرتاب می شود و این مکان از شرق به دریا راه دارد، پس بعید است بقایای ناشی از پرتاب، در محل زندگی انسان ها سقوط کند و جان آن ها را به خطر اندازد.

نظری از ماهیت آن ها بوده است و در نتیجه ابزار های آشکارسازی ما یعنی تلسکوپ ها به گونه ای تکامل یافت اند تا محدوده ای از طول موج های ممکن را رصد کنند. تا اواسط قرن بیستم، تلسکوپ ها تنها به گسترده نور مرئی محدود بودند اما پس از آن زمان، پیشرفت تکنولوژی سبب گسترش دیدگاه ما از جهان به تمام طیف های امواج الکترومغناطیس شد. برخی از تلسکوپ ها روی زمین قرار دارند و برخی باید در فضا قرار گیرند، در هر حال با وجود تفاوت در جزئیات و ویژگی تلسکوپ ها، هدف اصلی تمامی آنها جمع آوری تابش های الکترومغناطیس و انتقال آن به آشکارساز برای مطالعه است.

تلسکوپ ها همچون ماشین زمان و ستاره شناسان به تعبیری مورخ هستند. تلسکوپ ها ما را قادر می سازند تا به فضا و در نتیجه به زمان های دور بنگریم. آن ها به ما این امکان را می دهند تا اجسام موجود در فواصل بسیار دورتر از آنچه می توان با چشم غیرمسلح دید را بررسی کنیم و تابش هایی در طول موج های فراتر از دید انسان را درک کنیم.

درباره جیمزوب

اختصاراً JWST یا James Webb Space Telescope



ستاره ها ، با جذب یک الکترون به ذراتی با یک بار منفی و به عبارتی به یون یک بار منفی ، تبدیل شدند

۲-۱ چگونگی تشکیل و تکامل کهکشان ها ، ماده تاریک ، گاز ها ، ستاره ها ، فلزات و از عصر یونیزاسیون مجدد تا به امروز

رصد کهکشان ها برای مطالعه چگونگی تشکیل مواد در مقیاس های عظیم ، راه بسیار مفیدی است که می تواند در زمینه چگونگی تکامل کیهان ، سرخ هایی به ما بدهد. کهکشان های مارپیچی و بیضوی که ما امروزه آن ها را مشاهده می کنیم، در حقیقت حاصل تکامل اشکال مختلفی از اجرام موجود در میلیارد ها سال قبل هستند. اخترشناسان دوست دارند بدانند که نخستین ستارگان و کهکشان ها چگونه شکل گرفتند و در طول زمان تکامل یافتند.

ناسا و آژانس فضایی اروپا در این خصوص گفته اند : تلسکوپ فضایی جیمزوب به ما کمک خواهد کرد تا اندازه و ژئومتری جهان را بهتر درک کنیم و بر ماده تاریک ، انرژی تاریک و سرنوشت نهایی جهان هستی ، نوری از آگاهی خواهد تاباند.

در همین راستا ، یکی از اهداف تلسکوپ فضایی جیمزوب ، رصد کهکشان های اولیه است تا به درک بهتری از نحوه تکامل کیهان برسیم. دانشمندان همچنین در تلاش هستند تا دریابند که اولاً چرا امروزه انواع مختلفی از کهکشان ها قابل رویت هستند و ثانیاً نحوه تشکیل و گردهمایی اجزای مختلف کهکشان ها چگونه است. به عبارت زیباتر، همان طور که گفته شد ، ما بایک ماشین زمان طرف هستیم، با تلسکوپ جیمزوب ما به گذشته نگاهی می اندازیم تا ببینیم نخستین اجرام چگونه شکل گرفته اند، به دنبال نوری خواهیم بود که از نخستین لحظه های کیهان شروع به ساطع شدن کردند و حالا قرار است جیمزوب آن ها را دریافت کند.

وب طی ۳۰ روز پس از پرتاب، میلیون ها مایل پرواز کرد تا به خانه ابدی خود ، در یک نقطه لاگرانژی برسد. نقطه لاگرانژی محلی بین دو جرم بزرگ آسمانی - در اینجا زمین و خورشید- است که نیروهای جاذبه دو جسم، یکدیگر را خنثی می کنند. این نقاط، محلی مناسب برای تلسکوپ های فضایی هستند. جیمزوب در نقطه لاگرانژی جایی در ۱.۵ میلیون کیلومتری زمین، مستقر خواهد شد و از این نقطه ، با تناوبی برابر با تناوب زمین ، به دور خورشید خواهد چرخید و توسط سایه بان هایی از تشعشعات زمین و خورشید محافظت خواهد شد. سابق بر این نیز دو تلسکوپ فضایی هارشل و پلانک به این نقطه اعزام شده بودند.

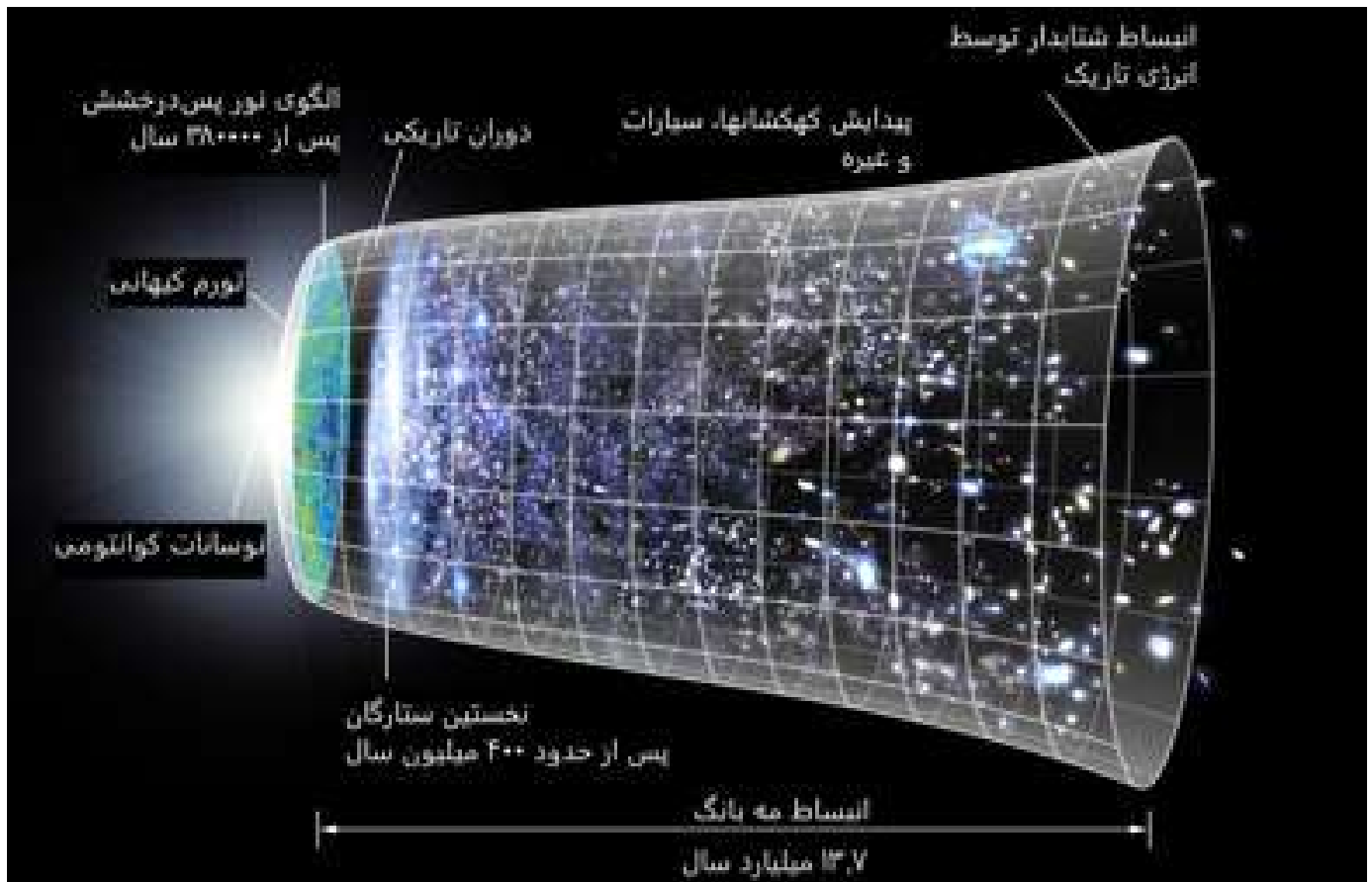
نام جیمزوب برگرفته از نام جیمز ادوین وب است که از سال ۱۹۶۱ تا ۱۹۶۸ مدیر ناسا بود و نقش مهمی در برنامه آپولو داشت.

اهداف

فعالیت های علمی وب به چهار مقوله زیر تقسیم می شوند.

۱-۱ یافتن منشا نور اولیه و یونیزاسیون مجدد

در این قسمت ، به دنبال شناسایی اولین منابع نور تشکیل شده و تعیین تاریخچه یونیزاسیون جهان اولیه هستیم. این موضوع برمی گردد به مراحل اولیه تشکیل جهان، زمانی که پس از انفجار بزرگ یا بیگ بنگ، کیهان شروع به تبدیل شدن به آن چیزی کرد که امروز شاهد آن هستیم. در مراحل اولیه پس از بیگ بنگ، کیهان دریایی از ذرات الکترون، نوترون و پروتون بود و نور تا زمانی که محیط این ذرات برای ترکیب شدن به اندازه کافی رو به سردی نرفته بود، قابل رویت نبود. موضوع دیگری که تلسکوپ فضایی جیمزوب به مطالعه آن خواهد پرداخت ، اتفاقات رخ داده پس از شکل گیری اولین ستاره هاست ، دوره ای که از آن تحت عنوان عصر یونیزاسیون مجدد یاد می شود، چرا که در آن زمان ، هیدروژن های خنثی تحت تاثیر تشعشعات اولین



۱-۳ تولد و تکامل ستارگان و منظومه پیش سیاره ای

اجزای اساسی تشکیل دهنده سحابی عقاب، مشهورترین مناطقی هستند که ستارگان در آن جا متولد می شوند. ابتدا ستارگان درون ابرهای گازی قرار می گیرند، در ادامه با رشد بیشتر ستاره، فشار حاصل از تشعشعات آن، گازهای مولد خود را پراکنده می کند و همین امر می تواند موجب تشکیل ابرهای گازی شود که بستر تولد یک ستاره دیگر را مهیا می کنند. اما در صورتی که فشار تشعشعات ستاره آن قدر بالا باشد که بیش از اندازه گازها را پراکنده کند، چنین رویدادی رخ نخواهد داد. با این حال، مشاهده ساختار درونی گازها دشوار است. تلسکوپ فضایی جیمزوب با چشمان مجهز به مادون قرمز خود، قادر به ردیابی سرچشمه گرما است، همان مناطقی که گازهای مولد ستارگان در آن جا وجود دارند. این موضوع یک مزیت مهم دارد، برخلاف نورفرابنفش و مرئی که تلسکوپ هابل بیشتر با آن ها کار

می کرد، طول موج های بلندتر نور فروسرخ می تواند به آسانی در گرد و غبار نفوذ کند، در نتیجه کیهان اولیه را بهتر خواهیم دید. لازم است تا به پدیده انتقال به سرخ نیز اشاره کنیم، در این پدیده، نور گسیل شده از یک جسم به سمت طول موج قرمز در انتهای طیف می رود. این پدیده در اینجا به وب کمک می کند تا گذشته های دورتری را کاوش کند. به عبارت بهتر، نوری که از اجرام بسیار دوردست به زمین می رسد، با انبساط کیهان، به سمت انتهای طیف قرمز شیفت می کند.

۱-۴ سیستم های ستاره ای و منشا حیات

در این بخش به دنبال تعیین خواص فیزیکی و شیمیایی سیستم های سیاره ای و بررسی منشا حیات در آن سیستم ها هستیم. کشف سیارات فراخورشیدی، پیشینه ای نه چندان طویل دارد. نخستین بار در سال ۱۹۹۵ سیاره ای مورد شناسایی قرار گرفت. تاکنون حدود ۵ هزار سیاره

اتم‌سفر و شرایط شکل‌گیری این سیارات، می‌تواند در جهت پیش‌بینی زیست‌پذیر بودن یا نبودن این سیارات به دانشمندان کمک کند. جیمزوب مانند تلسکوپ‌های فضایی پیشین، از روش گذر برای مطالعه این سیارات استفاده می‌کند. این روش به طور خلاصه به شناسایی و مطالعه ویژگی‌های یک سیاره از طریق کم و زیاد شدن روشنایی آن که حاصل بازتاب نور ستاره میزبان آن در حالتی است که سیاره از بین ستاره میزبان خود و تلسکوپ عبور می‌کند گفته می‌شود.

۲- اجزای اصلی تلسکوپ

۱-۲ عنصر تلسکوپ نوری: شامل آینه اولیه و ثانویه است.

فراخورشیدی کشف شده اند، این اصطلاح برای سیارات خارج از منظومه شمسی به کار می رود. برخی از آن ها قابل سکونت به نظر می رسند، اما این ها اجرامی هستند که دانشمندان اطلاعات کمی درباره آن ها دارند. در دهه گذشته شمار زیادی از سیارات فراخورشیدی کشف شده که بار عظیم این کشفیات بردوش تلسکوپ فضایی کپلر بوده است. مطالعه اتمسفر این سیارات به روش های اسپکترومتری انجام خواهد شد. سنسور های قدرتمند تلسکوپ فضایی جیمزوب قادر است با تصویربرداری از اتمسفر سیاره و یا روش های دیگر، با دقت زیادی به مشاهده عمیق تر این سیارات بپردازد. بی بردن به ساختار



۲-۲ ماژول یکپارچه تجهیزات علمی : یک ساختار داربست یک تکه است که مهندسان به آن قلب تلسکوپ می گویند و شامل ابزارهای علمی زیر است :

۲-۲-۱ دورین مادون قرمز نزدیک

۲-۲-۲ طیف سنج مادون قرمز نزدیک

۲-۲-۳ ابزار مادون قرمز متوسط

۴-۲-۲ سنسور دقیق هدایت / تصویربردار مادون قرمز

نزدیک و طیف سنج بدون شکست

۳-۲ محافظ خورشیدی

۴-۲ ردياب ستاره ای

۵-۲ اتوبوس (محفظه) فضایما

۶-۲ آنتن ارتباط با زمین

۷-۲ آرایه خورشیدی

۸-۲ بالچه ی تكانه ای

۳- مراحل اصلی مستقر شدن جیمزوب

۳-۱ یرتاب به فضا

۳-۲ جدا شدن وب از موشک

۳-۳ مستقر شدن پیل خورشیدی

۳-۴ روشن شدن پيشران

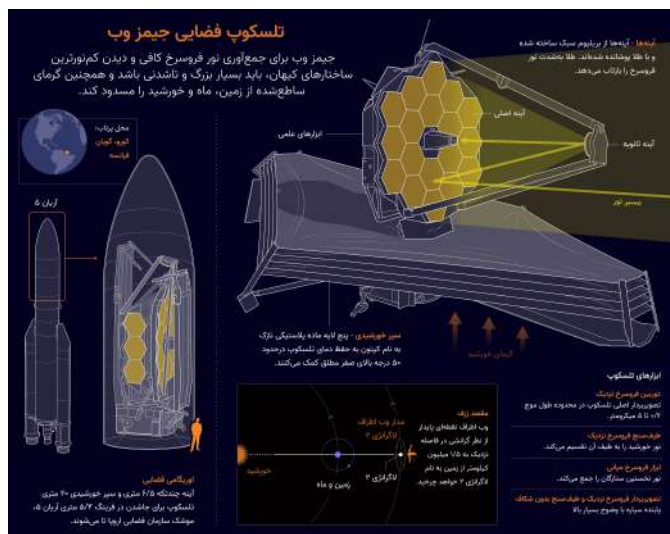
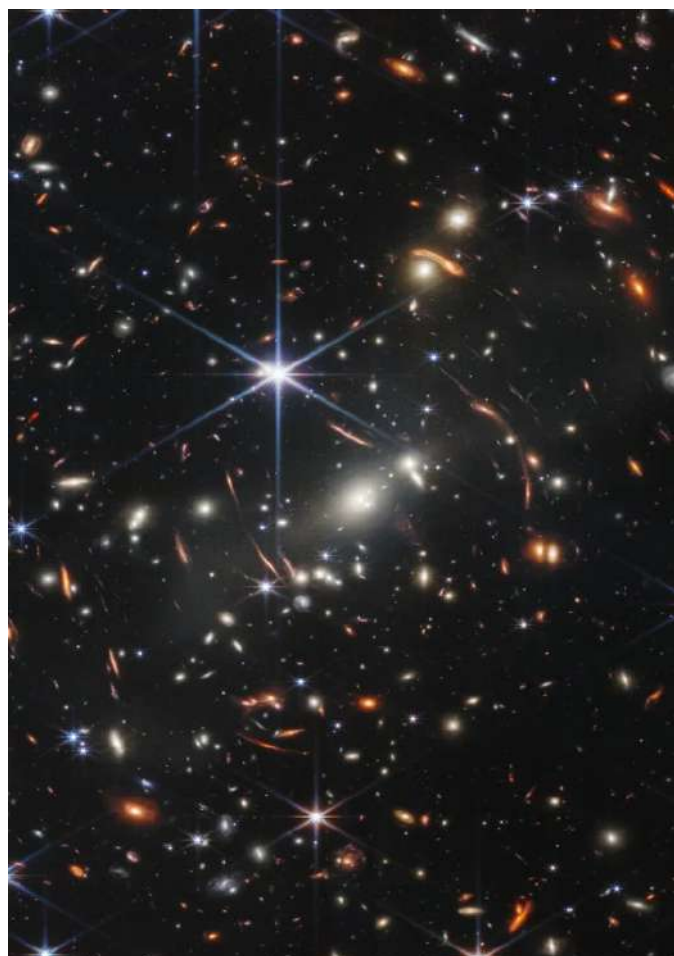
۳-۵ مستقر شدن سیرخورشیدی

۶-۳ باز شدن آینه ثانویه

۷-۳ اتمام مراحل مستقر شدن

۳-۸ رسیدن به نقطه لاگرانژی

نتیجه گیری : تلسکوپ فضایی جیمزوب، مرزهای دید ما را جابه جا خواهد کرد. طراحی خلاقانه، اندازه عظیم و وضوح باورنکردنی آن، جزئیات جدیدی درباره جهان ناشناخته ما کشف می کند، پس می توان گفت که بسیاری از جنبه های اسرارآمیز عالم، از چگونگی شکل گرفتن کهکشان ها تا ماهیت انرژی تاریک، در انتظار پاسخ داده شدن هستند.



۹۵ درصد جهان انرژی و ماده تاریک



تفاوت انرژی تاریک و ماده تاریک:

هر دو بعد تاریک جهان یعنی ماده تاریک و انرژی تاریک، اسرارآمیز هستند و توضیح مشخصی ندارند. همچنین هر دو را نمی‌توان به صورت مستقیم کشف کرد و تنها از آثاری که بر جهان و ماده‌ی مرئی دارند، می‌توان به وجودشان پی برد، اما نباید انرژی تاریک را صرفاً یک انرژی هم‌ارز با ماده‌ی تاریک بدانیم. ماده‌ی تاریک برخلاف ماده‌ی مرئی با نور برهم کنش ندارد. به همین دلیل «تاریک» در نظر گرفته می‌شود. ماده‌ی تاریک را می‌توان از طریق تأثیر گرانشی اش برای حفظ کهکشان‌ها کنار یکدیگر شناخت. بدون اثر گرانشی ماده‌ی تاریک، کهکشان‌ها به سرعت می‌پاشیدند، به طوری که اثر گرانشی ماده‌ی مرئی آن‌ها یعنی ستاره‌ها، سیاره‌ها، گازها و غبار برای پیشگیری از جدا شدن آن‌ها

تمام چیزهایی که می‌بینیم، لمس می‌کنیم و حس می‌کنیم تنها ۵ درصد از حجم جهان را تشکیل می‌دهند، ۹۵ درصد باقی مانده که از ماده تاریک و انرژی تاریک تشکیل شده است برای ما انسان‌ها قابل دیدن نیست و تاکنون ناشناخته باقی مانده است.

انرژی تاریک، شکلی فرضی از انرژی است که فیزیکدانان برای توضیح انبساط جهان پیشنهاد کرده‌اند؛ اما ماهیت آن هنوز مشخص نیست.

انرژی و ماده تاریک دو مفهوم رازآلود هستند که سال‌هاست ذهن دانشمندان را به خود مشغول کرده‌اند. با وجود شواهد غیرمستقیم، آن‌ها همچنان به صورت معمایی پیچیده باقی مانده‌اند. ماهیت این دو پدیده با یکدیگر متفاوت است.



حالی که گرانش اجرام را به یکدیگر نزدیک می‌کند، انرژی تاریک اجرام را با سرعتی باورنکردنی از یکدیگر دور می‌کند. بر اساس تخمین‌ها، انرژی تاریک بین ۶۸ الی ۷۲ درصد از انرژی و ماده‌ی کل جهان را تشکیل می‌دهد. به این ترتیب هم بر ماده‌ی تاریک و هم بر ماده معمولی غالب است؛ اما انرژی تاریک دقیقاً چیست؟ تنها پاسخ واقعی به این پرسش این است که «نمی‌دانیم». از سویی دانشمندان کاملاً در تاریکی به سر نمی‌برند، چرا که کاندیداهایی برای انرژی تاریک وجود دارند.

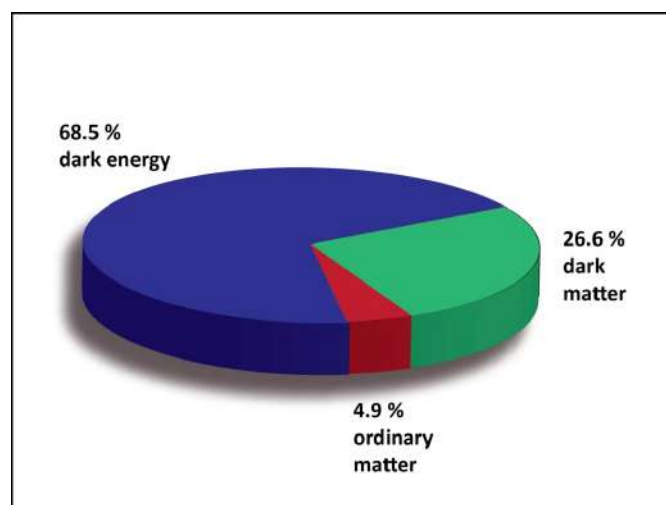
کاندیداهای انرژی تاریک عبارت‌اند از انرژی خلأ فضا یا ذراتی که در فضای خالی حرکت می‌کنند و همچنین «نیروی پنجم» که ممکن است عامل فشار منفی و افزایش انبساط کیهان باشد، احتمال‌های دیگر شامل طیفی از «مزه‌های» مختلف از میدان‌هایی است که می‌توانند انرژی تاریک را توضیح دهند؛ مانند میدان کم‌انرژی موسوم به «اثیر»، میدان‌های تکیون‌ها یا ذرات فرضی که سریع‌تر از نور حرکت می‌کنند و در نتیجه در زمان به عقب می‌روند.

تمام این ایده‌ها هنوز در حد فرضیه باقی مانده‌اند؛ بدین معنی که فعلاً فقط از طریق تاثیر انرژی تاریک بر جهان، می‌توانیم آن را بشناسیم.

اثرات انرژی تاریک بر کیهان :

اگر انرژی تاریک عامل انبساط جهان با سرعتی فزاینده است، آیا نباید شاهد دور شدن فنجان قهوه‌مان باشیم یا

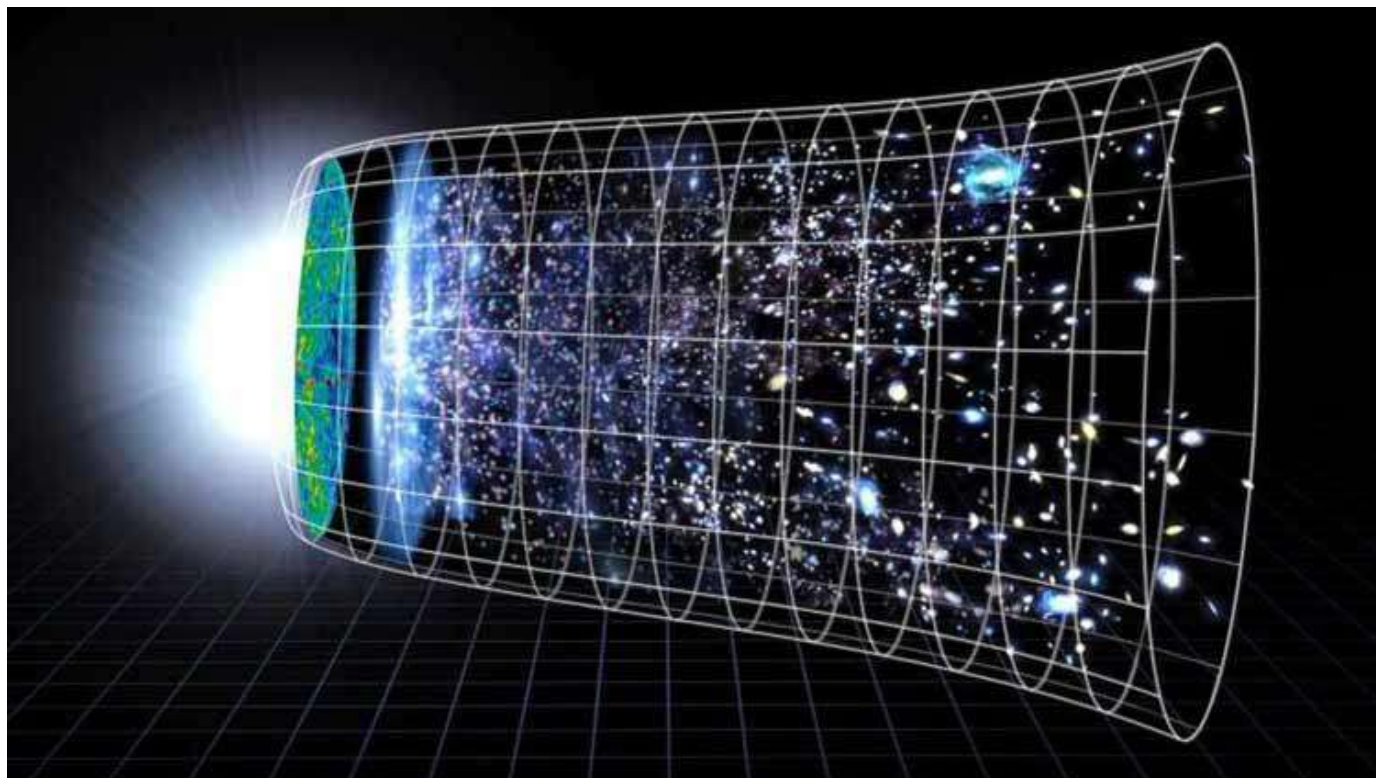
کافی نیست. در حالی که انرژی تاریک باعث دور شدن اجرام در مقیاسی بزرگ می‌شود، ماده‌ی تاریک در مقیاس کوچک‌تر کهکشان‌ها را کنار یکدیگر حفظ می‌کند. به این ترتیب انرژی تاریک و ماده تاریک، آثار متفاوتی بر جهان دارند. انرژی تاریک به عنوان عنصر غالب جهان، ۶۸ درصد از کل انرژی جهان را تشکیل می‌دهد، در حالی که تاثیر ماده ی تاریک و ماده‌ی مرئی بر جهان به ۲۸ الی ۳۲ درصد می



رسد. از طرفی ماده‌ی تاریک با نسبت ۶ به ۱ بسیار بیشتر از ماده‌ی مرئی جهان است. در نتیجه ۲۵ درصد از کل انرژی ماده‌ی جهان متعلق به ماده‌ی تاریک و مقدار کمی در حد ۵ درصد از آن متعلق به ماده‌ی تشکیل‌دهنده‌ی ستاره‌ها، سیاره‌ها و هر چیزی است که اطراف خود می‌بینیم. به این ترتیب دانشمندان هیچ ایده‌ای درباره‌ی ۹۵ درصد از جهان ندارند.

انرژی تاریک چیست؟

انرژی تاریک شکلی فرضی از انرژی است که نه تنها برای توصیف انبساط جهان، بلکه برای افزایش سرعت این انبساط به کار می‌رود. می‌توانید انرژی تاریک را به شکل «همتای شیطانی» گرانش یا «ضدگرانش» در نظر بگیرید که فشاری منفی را وارد می‌کند. این فشار منفی جهان را پرمی‌کند و باعث کش آمدن بافت فضا زمان می‌شود. در

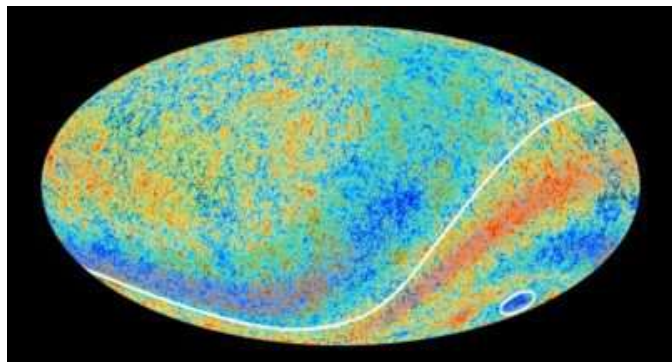


لاستیکی بادکنک غلبه می‌کند. با باد شدن بادکنک هر سه نقطه از یکدیگر دور می‌شوند اما دورترین نقطه با سرعت بیشتری فاصله می‌گیرد. نقاط روی بادکنک را می‌توان به سه کهکشان تشبیه کرد که دو کهکشان در نزدیکی یکدیگر و یکی از آن‌ها دورتر از بقیه قرار دارد. کهکشان سوم با سرعت بیشتری فاصله می‌گیرد، زیرا فضای بین آن و کهکشان‌های دیگر مانند لاستیک بادکنک کش می‌آید و فضای بیشتر به معنی انبساط بیشتر است. در حال حاضر بر اساس تخمین دانشمندان، کهکشان‌ها هر یک میلیون سال با سرعت ۷۰۰هـ درصد از یکدیگر دور می‌شوند. برای اجرام کیهانی که ۱۰۰ میلیون سال نوری فاصله دارند. این استدلال به معنی ۲۱۵۰ کیلومتر در ثانیه است. در عین حال کهکشانی با فاصله‌ی یک میلیارد سال نوری، ده برابر سریع‌تر یعنی با سرعت ۲۱٫۵۰۰ کیلومتر بر ثانیه دور می‌شود. سرعت انبساط جهان برای یکی از قدیمی‌ترین کهکشان‌های کشف شده در فاصله‌ی ۴۰۰ میلیون سال پس از بیگ‌بنگ، اندازه‌گیری شد. این کهکشان با فاصله‌ی تقریبی ۳۲ میلیارد

حداقل هر روز مسافت بیشتری را طی کنیم؟ در واقع باید گفت ما چنین اثری را احساس نمی‌کنم، زیرا اجرامی مثل ستاره‌ها، منظومه‌های سیاره‌ای، خوشه‌های ستاره‌ای، کهکشان‌ها، خوشه‌های کهکشانی و حتی فنجان قهوه و میزبان که از نظر گرانشی به یکدیگر متصل هستند، آثار انرژی تاریک را تجربه نمی‌کنند؛ بنابراین باید گفت، گرانش در مقیاس کوچک بر انرژی تاریک غلبه دارد. انرژی تاریک در مقیاس‌های بزرگ عمل می‌کند و انبساط جهان پدیده‌ای است که اندازه‌گیری آن صرفاً از طریق رصد کهکشان‌ها و دیگر اجرامی امکان‌پذیر است که فاصله‌شان به میلیون‌ها، میلیارد‌ها و حتی ده‌ها میلیارد سال نوری می‌رسد. هر چه فاصله‌ی این اجرام کیهانی بیشتر باشد، با سرعت بیشتری از یکدیگر دور می‌شوند. برای درک بهتر انرژی تاریک، فرض کنید سه نقطه روی یک بادکنک خالی از هوا بکشید. دو نقطه در نزدیکی یکدیگر قرار دارند و دیگری در فاصله‌ی دورتری قرار گرفته است. در این قیاس، انرژی تاریک همان هوایی است که وارد بادکنک می‌شود و بر گرانش پوسته‌ی

ی معروف $E=mc^2$ با یکدیگر مرتبط هستند، نظریه نسبیت عام اینشتین پیش‌بینی می‌کند که این انرژی دارای اثر گرانشی است. انرژی تاریک گاهی انرژی خلأ هم نامیده می‌شود.

۲- اثیر: در مدل‌های اثیری از انرژی تاریک، افزایش سرعت انبساط جهان به دلیل انرژی احتمالی یک میدان متغیر موسوم به میدان اثیر به وجود می‌آید. اثیر با ثابت کیهانی متفاوت است و می‌تواند در فضا و زمان تغییر کند. تاکنون هیچ شواهدی از اثیر به دست نیامده و از طرفی احتمال وجود آن حذف هم نشده است. به‌طور کلی این فرضیه سرعت انبساط کمتری را نسبت به ثابت کیهانی پیش‌بینی

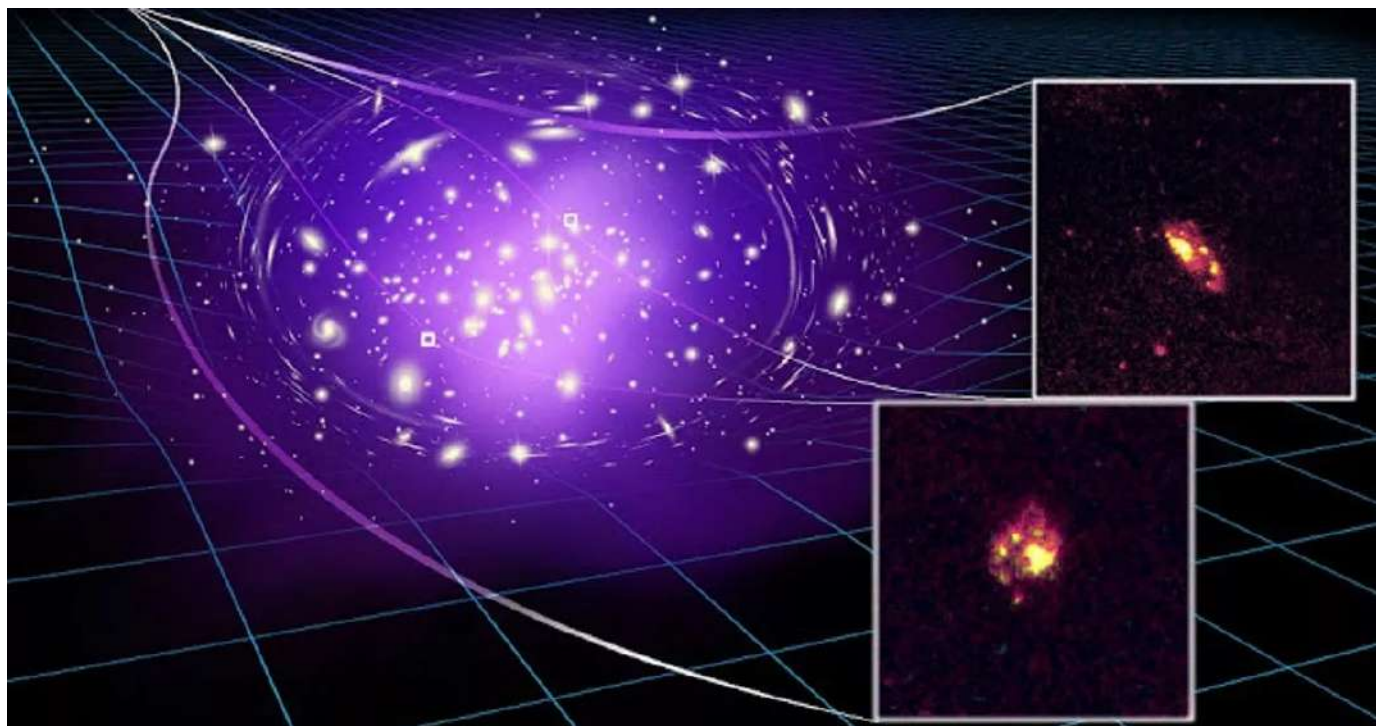


سال نوری، در اثر انرژی تاریک با سرعت ۶۸۷ هزار کیلومتر بر ثانیه (بیش از دو برابر سرعت نور) از ما دور می‌شود. با اینکه در حقیقت هیچ چیز نمی‌تواند از نور در خلأ سریع‌تر حرکت کند (۲۹۹,۷۹۲ کیلومتر بر ثانیه)، انرژی تاریک ثابت می‌کند بافت فضا زمان محدود به چنین سرعتی نیست. به لطف وجود ماده تاریک، کهکشان‌ها با وجود دور شدن از یکدیگر شکل خود را از دست نمی‌دهند و دچار فروپاشی داخلی نمی‌شوند.

فرضیه‌های مربوط به انرژی تاریک:

وضعیت انرژی تاریک به عنوان نیرویی فرضی با ویژگی‌های ناشناخته آن را به موضوع جذابی برای پژوهش‌ها تبدیل کرده است. از این رو فرضیه‌های متعددی برای وجود انرژی تاریک مطرح شده‌اند که در ادامه به برخی از مهم‌ترین آن‌ها می‌پردازیم.

۱- ثابت کیهانی: ساده‌ترین توصیف برای انرژی تاریک این است که انرژی ذاتی و بنیادی فضا به شمار می‌رود که همان ثابت کیهانی است و اغلب با حرف یونانی لامبدا (Λ) مشخص می‌شود. از آنجا که انرژی و جرم بر اساس معادله



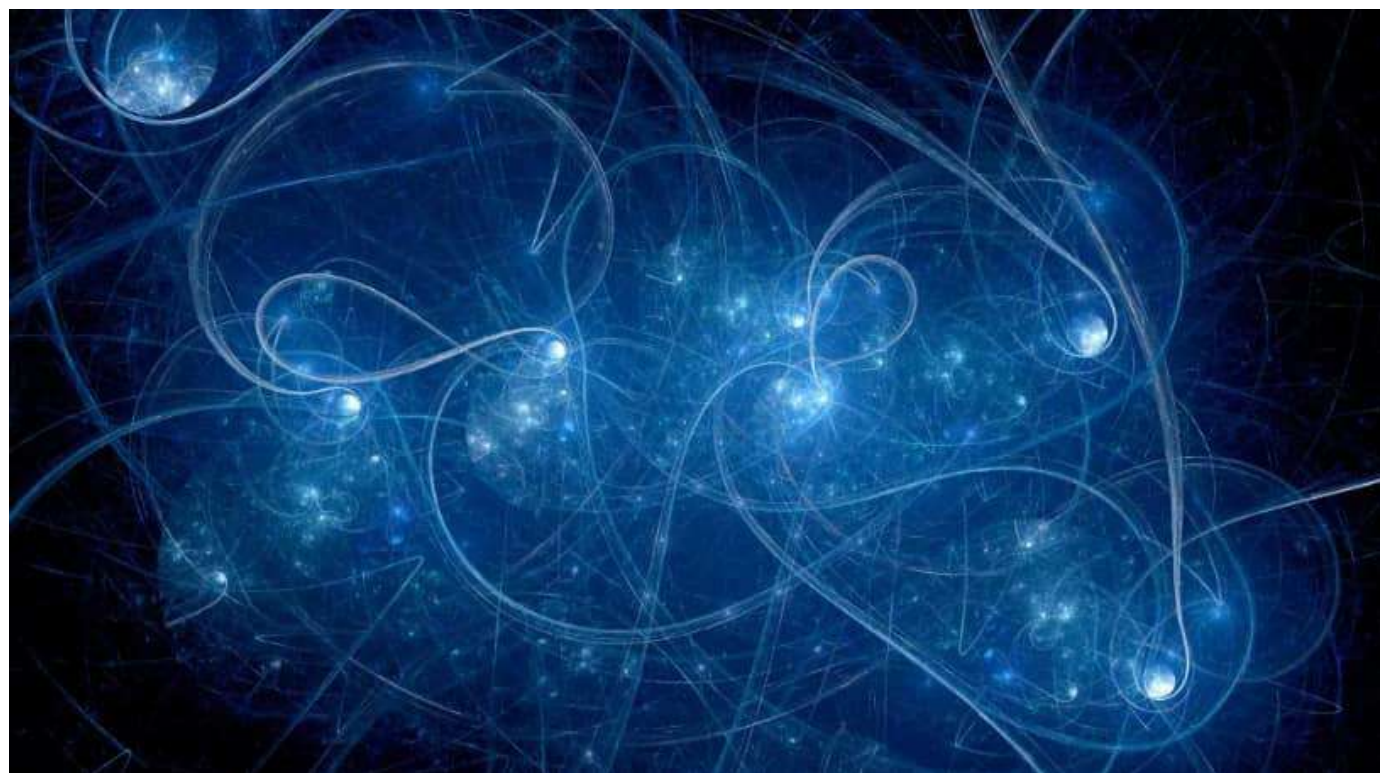
می‌کند.

۳- انرژی تاریک واکنش‌دهنده: نظریه‌های مرتبط با برهم‌کنش انرژی تاریک تلاش می‌کنند به نظریه‌ی جامعی از ماده تاریک و انرژی تاریک به‌عنوان یک پدیده‌ی واحد برسند که قوانین گرانش را در مقیاس‌های متعدد یکپارچه می‌سازند. برای مثال ممکن است ماده تاریک و انرژی تاریک را به‌عنوان ابعاد متفاوتی از یک جوهر یا ماده‌ی ناشناخته در نظر بگیرند یا فرض کنند ماده‌ی تاریک به شکل انرژی تاریک تجزیه می‌شود.

۴- مدل‌های انرژی تاریک متغیر: تراکم انرژی تاریک

ممکن است در طول تاریخ جهان تغییر کرده باشد. داده‌های عینی کنونی به ما امکان می‌دهند تا تراکم انرژی تاریک فعلی را تخمین بزنیم. مدل‌های جدیدی با این فرضیه پیشنهاد شده‌اند. یکی از محبوب‌ترین مدل‌ها، مدل چوالیر-پولارسکی-لیندر است.

۵- شک‌گرایی عینی: برخی جایگزین‌های انرژی تاریک مثل کیهان‌شناسی غیرهمگن بر داده‌های عینی استناد می‌کنند. در این سناریو، انرژی تاریک اصلاً وجود ندارد و بیشتر زائیده‌ی اندازه‌گیری‌ها است. برای مثال برخی معتقدند افزایش سرعت انبساط جهان بیشتر یک توهم است که بر



اثر حرکت نسبی ما نسبت به جهان به وجود می‌آید. این فرضیه در میان کیهان‌شناسان چندان محبوب نیست. شواهد مربوط به انرژی تاریک: اولین اکتشاف انرژی تاریک از طریق افزایش سرعت انبساط جهان توسط دو گروه از دانشمندان صورت گرفت که در اواخر دهه‌ی ۱۹۹۰ به صورت مستقل از یکدیگر کار می‌کردند. این گروه‌ها در حال بررسی ابرنواخترهای نوع ال آ به این شواهد دست یافتند.

ابرنواخترها انفجارهای کیهانی هستند که به دنبال مرگ ستاره‌های کلان جرم رخ می‌دهند و پرتوهای نوری را منتشر می‌کنند که مقیاس خوبی برای اندازه‌گیری فاصله‌های کیهانی به شمار می‌روند. دلیل این مسئله هم این است که با انبساط جهان، نور از منابع مختلف در مدت طولانی‌تری به زمین می‌رسند و طول موجشان کش می‌آید. از آنجا که رنگ قرمز نشانه طول موج بلند است، این کشیدگی باعث

گرانش آن به صورت جاذبه است. بر خلاف انرژی تاریک که از جنس انرژی است و کارش دافعه و انبساط فضا است. ماده تاریک چیزی از خود تابش نمی‌کند. دمای آن ثابت و تنها به صورت گرانشی با دیگر اجزای کیهان برهمکنش می‌کند. ما حدس‌هایی برای ماهیت ماده تاریک داریم اما از هیچکدام مطمئن نیستیم. در حال حاضر آزمایش‌های متعددی بر روی زمین و در فضا برای شناسایی سرشت حقیقی ماده تاریک در جریان است.

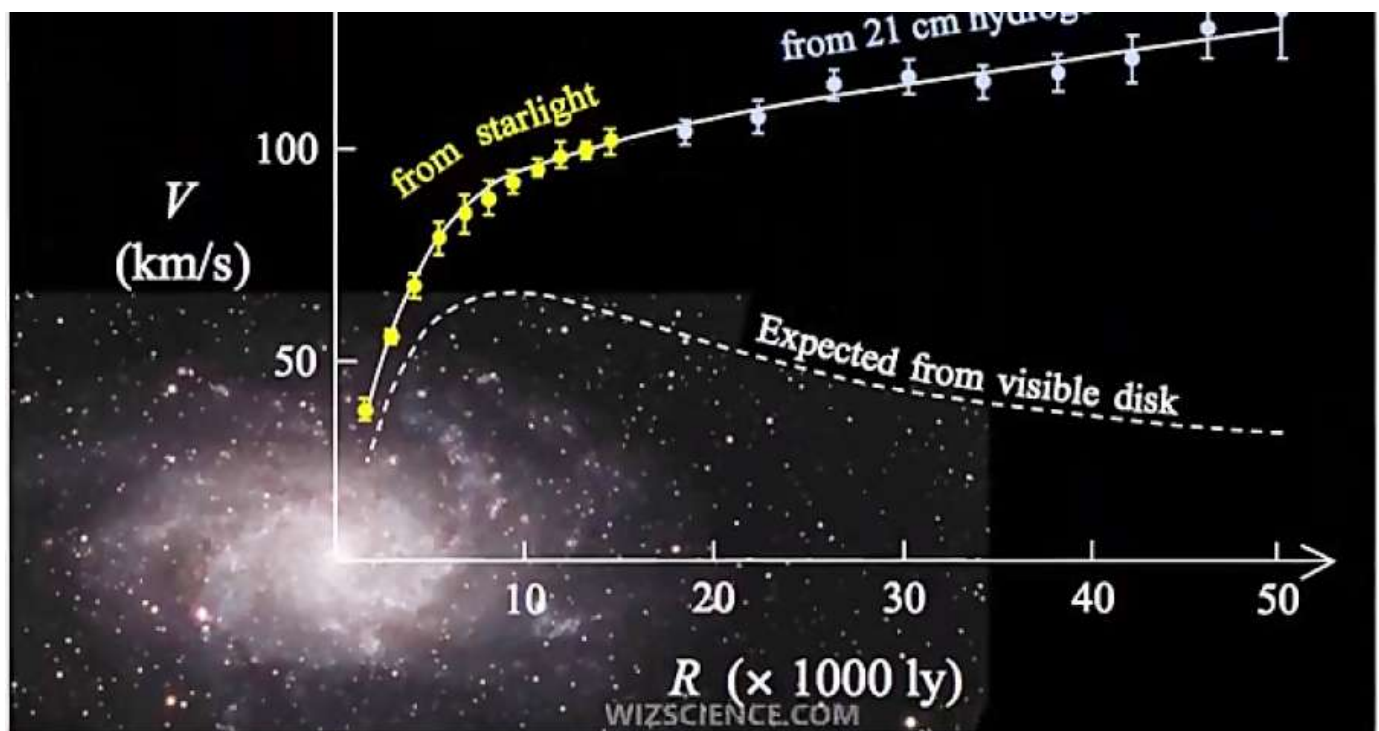
ماده تاریک در مدل استاندارد کیهان‌شناسی:

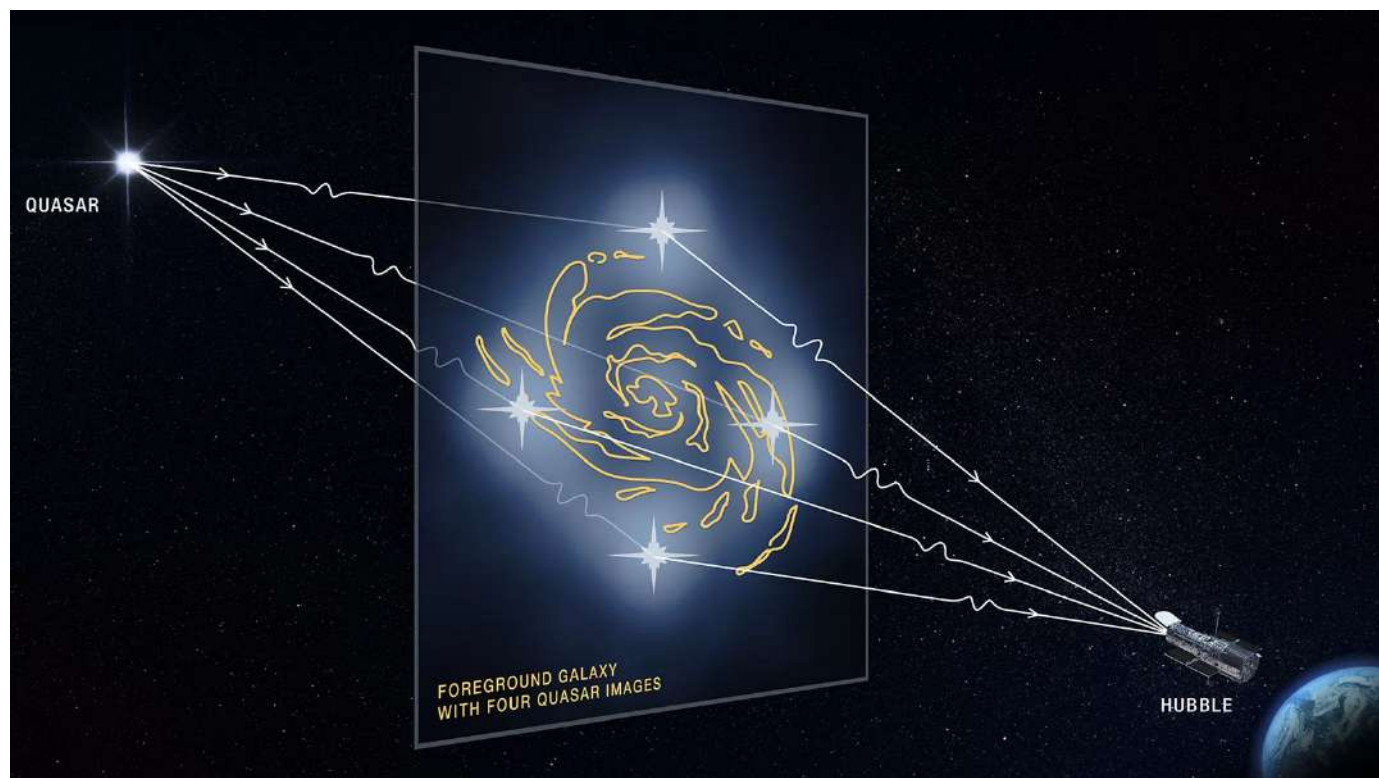
اولین مشاهدات ماده تاریک توسط فریتز زویکی ستاره شناس سوئیسی در سال ۱۹۳۳ زمانی که بر حرکت کهکشان‌ها در خوشه کما مطالعه می‌کرد، انجام شد. وی هنگام مشاهده کهکشان‌های خوشه کما متوجه شد جرم ستارگان موجود در کهکشان‌های این خوشه، از طریق قضیه ویریال (قضیه‌ای که در آن متوسط انرژی جنبشی سیستم را به کل انرژی آن مربوط می‌کند) فقط ۱ درصد از جرم مورد نیاز برای نگهداری کهکشان‌ها در مدارها را تأمین می‌کند و در

سرخ شدن نور می‌شود که ستاره‌شناس‌ها این اثر را انتقال به سرخ یا ردشیفت می‌نامند. هرچقدر منبع نوری دورتر باشد، نور آن بیشتر به رنگ سرخ متمایل می‌شود. نور منابع دور دست که هنگام نوزادی جهان رصد می‌شوند به سمت فروسرخ طیف الکترومغناطیس تمایل پیدا می‌کند. ستاره‌شناس‌ها ابرنواخترهای معروف به «شمع استاندارد» را برای اندازه‌گیری سرعت انبساط جهان یا ثابت هابل رصد می‌کنند. بر اساس یافته‌ها، ابرنواخترهای دور دست‌تر که هنگام نوزادی جهان رصد شدند، کم‌نورتر از حد انتظار بودند؛ بنابراین این ابرنواخترها بسیار دورتر از تصورات هستند و این مدرک دلالت بر سرعت انبساط جهان دارد. این اکتشاف با رصدهای بیشتر و اندازه‌گیری تابش‌های باقی‌مانده از بیگ بنگ یا تابش پس‌زمینه‌ی کیهانی تأیید می‌شوند.

ماده تاریک چیست؟

ماده تاریک نامی است که اشاره به بخش گمشده و نامرئی از جرم کیهان دارد. ماده تاریک از جنس ماده است و





خانم روبین نشان داد که رصدها چیزی خلاف نظریه موجود نشان می‌دهند. طبق نظریه موجود در آن زمان سرعت دوران ستاره‌ها که دورتر از نواحی مرکزی هستند باید افت کند اما روبین نشان داد که سرعت چرخش ستاره‌ها به دور مرکز کهکشان نه تنها با دور شدن از مرکز کهکشان افت نمی‌کند بلکه در نواحی‌ای افزایش نیز می‌یابد. از زمان کشف ورا روبین تقریباً بر همگان روشن شد که بخش قابل توجهی از ماده سازنده جهان با روش‌های متداول و ابزارهای الکترومغناطیسی قابل مشاهده نیست. در واقع ماده تاریک هیچ تابش الکترومغناطیسی از خود منتشر نمی‌کند و به جز از طریق گرانشی تأثیر دیگری بر ماده درخشان نمی‌گذارد. در کیهان‌شناسی وقتی صحبت از ماده می‌شود به معنای ماده باریونی به اضافه ماده تاریک است. ماده باریونی اصطلاحی است که برای ماده معمولی سازنده اجزای کیهان به کار می‌رود که متشکل از الکترون، پروتون، نوترون و دیگر ذرات مدل استاندارد فیزیک ذرات است که دارای برهم‌کنش‌های شناخته شده است. اما ماده

حالت عادی طبق قضیه ویریا با این مقدار جرم، خوشه کهکشانی باید از هم می‌پاشید. زویکی متوجه شد که با احتساب ماده درخشان راه شیری سرعت و دینامیک کهکشان‌های کوتوله‌ای اطراف راه شیری از جنبه رصدی با نظریه سازگار نیست و به نظر می‌رسد یک بخشی جرم گم شده در کهکشان وجود دارد. از آن جا ایده ماده تاریک مطرح شد. چیزی که وجود دارد اما دیده نمی‌شود. اما تحول مهمی در زمینه ماده تاریک در دهه ۱۹۷۰ توسط خانم ورا روبین و دبلیو کنت فورد انجام شد. زمانی که روبین در دانشگاه جرج تاون در امریکا دانشجوی دکترا بود، جامعه امریکا به زنان چندان فرصت دیده شدن نمی‌داد. اما ورا روبین با تلاش بسیار به دستاورد بسیار مهمی دست یافت. در آن زمان تصور بر این بود که عمده ماده سازندهی کهکشان در نواحی هسته و مرکز کهکشان تجمع یافته و در دیسک کهکشان چندان ماده‌ای مؤثری وجود ندارد. بنابر همین دیدگاه پیش‌بینی‌ای برای منحنی سرعت دوران ستاره‌ها بر حسب فاصله از مرکز کهکشان داشتند. اما

شناسایی ماده تاریک و تأثیر آن بر روی پدیده‌های دیگری می‌پردازیم.

۱- منحنی دوران کهکشان‌ها و ماده تاریک: اگر با استفاده از اثر دوپلر و سنجش طیف ستارگان یک کهکشان مارپیچی، سرعت دوران ستارگان کهکشان به دور مرکز کهکشان را در یک نمودار بر حسب فاصله هر ستاره تا مرکز کهکشان رسم کنیم، به یک منحنی دست می‌یابیم که مشهور به منحنی دوران کهکشان است. اگر فرض بگیریم که عمده جرم کهکشان در نواحی مرکزی آن تجمع یافته و در دیسک جرم قابل توجهی وجود ندارد از این رابطه انتظار داریم که سرعت دوران ستاره‌ها از یک جایی به بعد افت نماید. اما چیزی که از رصد بدست می‌آید آن است که سرعت دوران ستاره‌ها کاهشی نیست و بلکه حتی افزایش نیز می‌یابد. یعنی ستاره‌ها در دیسک کهکشان با سرعت‌های نسبتاً بالایی در حال گردش به دور مرکز کهکشان هستند. و نکته عجیب این جاست که با وجود چنین سرعت‌های بالایی، این ستاره‌ها از کهکشان فرار نمی‌کنند. گویی چیزی شبیه به چسب آن‌ها را مقید در کهکشان نگاه داشته است. این چسب نامرئی که ستاره‌ها را درون کهکشان نگاه داشته است همان ماده تاریک است.

۲- تأثیر ماده تاریک در همگرایی گرانشی: حضور یک تجمع از ماده در ناحیه‌ای از فضا، می‌تواند فضا-زمان را طوری خمیده کند که ذراتی که در آن مسیر از فضا حرکت می‌کنند نیز تحت تأثیر قرار بگیرند. در نتیجه یکی از پیامدهای نسبیت اینشتین خمیدگی مسیر پرتوی نور عبوری از کنار یک جرم بزرگ است. در واقع برای هر جرمی انحراف مسیر پرتوی نور امکان‌پذیر است اما برای آنکه مقدار آن قابل اندازه‌گیری شود، می‌بایست جرم مرکزی مقدار قابل توجه و بزرگی داشته باشد. آلبرت اینشتین به عنوان یک پیش‌بینی برای نظریه خود، مقدار خمیدگی مسیر پرتوی نور یک ستاره که از دید ناظر زمینی در نزدیکی

تاریک هیچ‌یک از برهم‌کنش‌های الکترومغناطیس، هسته‌ای ضعیف و هسته‌ای قوی را از خود نشان نمی‌دهد و تنها با اثر گرانشی می‌تواند بر روی باقی جهان تأثیر بگذارد.

اهمیت ماده تاریک:

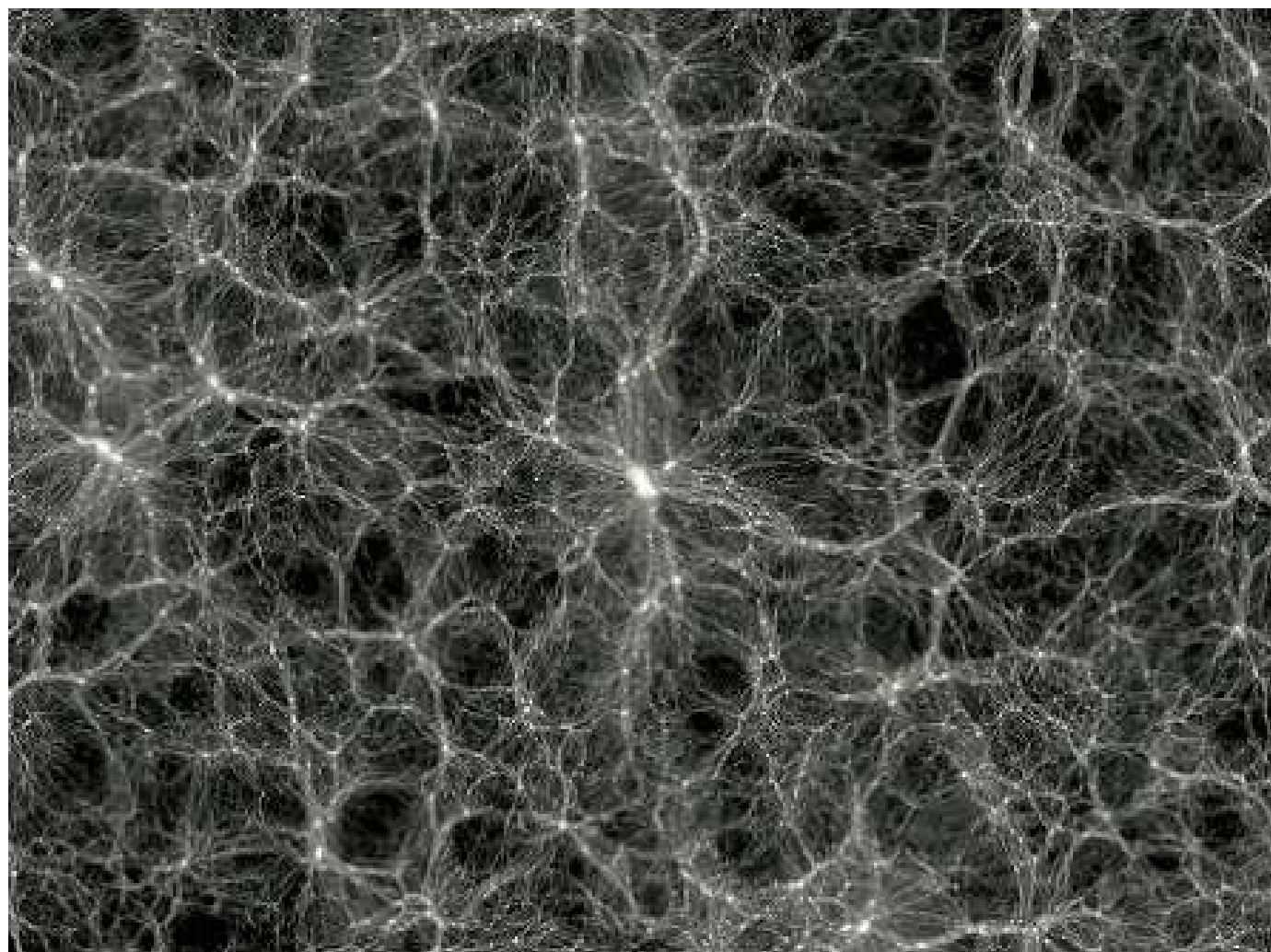
ماده تاریک در تشکیل ساختارهای کیهانی مشارکت جدی دارد. در واقع در اوایل کیهان که ساختارهایی نظیر کهکشان‌ها و خوشه‌های کهکشانی در حال شکل‌گیری بودند بدون حضور ماده تاریک، ماده باریونی نمی‌توانست چنین ساختارهایی را به تنهایی تشکیل دهد. در واقع ماده تاریک نقش پتانسیل پس‌زمینه برای تجمع ماده معمولی را ایفا کرده است. ماده تاریک مانند یک چسب قوی کیهانی تمام ساختارها را در شبکه‌ای پیچیده و درهم‌تنیده کنار یکدیگر نگه داشته است و مانع از متلاشی شدن و پرت شدن اجزای کهکشان‌ها در فضا می‌شود. در واقع بدون فرض ماده تاریک نمی‌توانیم تشکیل کهکشان‌ها و در مدار ماندن ستاره‌ها در کهکشان و در نتیجه تشکیل سیارات و سامانه‌های خورشیدی و سیاره زمین و پیدایش حیات ما را توضیح دهیم. اگر ماده تاریک نبود، ستارگان از کهکشان فرار می‌کردند و در مسیرهای نامعینی در فضا پراکنده می‌شدند. در واقع بدون ماده تاریک نظم کیهانی برهم می‌خورد.

شواهد وجود ماده تاریک:

همان‌طور که از اسمش پیداست ماده تاریک واقعا تاریک است یعنی هیچ نوع تابش الکترومغناطیسی شناخته شده‌ای از خود ساطع نمی‌کند. در نتیجه نمی‌توان با تلسکوپ‌های الکترومغناطیسی به صورت مستقیم آن را آشکار کرد. اما ماده تاریک با یک چیز برهم‌کنش دارد و آن هم به صورت گرانشی است. ماده تاریک از آن‌جا که از جنس «ماده» است، بر روی اجرام اطرافش تأثیر گرانشی دارد. در نتیجه به صورت غیرمستقیم از روی آثار گرانشی آن می‌توان آن را شناسایی کرد. در این بخش به بررسی روش‌های

دهد که امروزه یکی از روش‌های آشکارسازی سیارات فراخورشیدی نیز از طریق همین ریزهمگرایی گرانشی است. همگرایی گرانشی ضعیف در سیستم‌های گسترده نظیر کهکشان‌ها و هاله‌ی کهکشان‌ها رخ می‌دهد. و همگرایی قوی نیز در سیستم‌های فشرده نظیر ستاره‌های نوترونی و سیاه‌چاله‌ها رخ می‌دهد. در نتیجه همگرایی ضعیف یکی از ابزارهای مهم کشف هاله‌های ماده تاریک کهکشان‌ها است. نور عبوری کهکشان‌های دور دست وقتی که از میان هاله‌ی تاریک کهکشان‌ها یا خوشه‌های کهکشانی عبور می‌کند به دلیل همگرایی گرانشی دستخوش تغییراتی می‌شود و با نقشه‌برداری از این الگوی تغییرات و اعوجاج‌های پرتوی نور عبوری، می‌توانند نقشه‌ای سه بعدی از توزیع هاله‌های تاریک کهکشان‌ها بدست

خورشید است در هنگام عبور از کنار خورشید را محاسبه کرد. و این آرتور ادینگتون فیزیکدان بریتانیایی بود که در ۱۹۱۹ در هنگام خورشیدگرفتگی در آفریقای جنوبی توانست مقدار انحراف پرتوی یک ستاره هنگام عبور از مجاورت خورشید را اندازه بگیرد و در کمال شگفتی با مقدار پیش بینی شده توسط اینشتین سازگاری داشت و این به عنوان یک تأیید تجربی از نظریه نسبیت عام اینشتین مطرح گردید. این پدیده که به همگرایی گرانشی یا عدسی گرانشی مشهور شد پیامدهای مهمی در کیهان‌شناسی داشته است. این پدیده بسته به میزان فشردگی جرم مرکزی به سه دسته‌ی: ریزهمگرایی گرانشی، همگرایی ضعیف و همگرایی قوی تقسیم می‌شود. ریزهمگرایی گرانشی در اجرام با جرم کم نظیر ستاره‌ها و سیارات رخ می



لحظات بسیار نخستین کیهان تشکیل شده‌اند و از سطح آخرین پراکندگی می‌آیند امروزه در همه جای کیهان به صورت همگن و همسانگرد پراکنده شده‌اند. در واقع کشف این فوتون‌ها که به تابش ریزموج پس زمینه کیهانی مشهور است تأیید بسیار محکمی بر آغاز داغ و چگال در عالم بوده است. امروزه دقیق‌ترین تصویر از کل این تابش توسط ماهواره بدست آمده است. این تابش کاملاً همسانگرد نیست و دارای افت‌وخیزهایی است. میزان این افت‌وخیزها وابسته به پارامترهای کیهان‌شناسی است. افت‌وخیزهای دمایی تابش پس زمینه کیهانی دلالت بر وجود مقدار قابل توجهی ماده غیر درخشان که همان ماده تاریک است دارند.

شبیه‌سازی‌های بس-ذره‌ای:

فهم امروز ما از ساختارهای بزرگ مقیاس کاملاً قانع‌کننده نیست. توضیح چگونگی تکامل ساختارها از بذره‌ای اولیه افت و خیز در چگالی اولیه‌ی ماده پیچیده به نظر می‌رسد. این امر به دلیل حضور فرآیندهای فیزیکی مانند دینامیک گازها، سرمایش از طریق تابش، یونیدگی فوتون‌ها، بازترکیب و ... دشوار می‌باشد. پر کاربردترین رویکرد به مسئله ساختارهای بزرگ مقیاس استفاده از شبیه‌سازی‌های بس ذره‌ای می‌باشد. امروزه با رشد توان رایانه‌ها و بسط شیوه‌های محاسباتی، این امر تسهیل بیشتری نیز یافته است. تحول ساختار غالباً با فرایند تشکیل خوشه از شرایط اولیه گرانشی، به دست آمده برای ذرات ماده تاریک تقریب زده می‌شود. سپس این تقریب با وارد کردن فرآیندهای فیزیک، بهبود می‌یابد.

نامزدهای ماده تاریک:

۱- سیاه‌چاله‌های نخستین به عنوان ماده تاریک: یک نظریه این است که ماده تاریک از سیاه‌چاله‌های کوچک تشکیل شده است که از مه‌بانگ بر جای مانده‌اند. این سیاه‌چاله‌های فوق متراکم که جرمی به اندازه جرم سیاره

آورند. در واقع یکی از روش‌های شناسایی حضور ماده تاریک همین همگرایی گرانشی است. اگر فقط با احتساب ماده درخشان یک کهکشان، میزان همگرایی گرانشی مورد انتظار را محاسبه کنیم خواهیم دید که با میزان عملی که در رصد بدست می‌آید تفاوت فاحش دارد و مقدار این اختلاف نشان‌دهنده‌ی میزان ماده تاریک موجود در هاله تاریک کهکشان‌ها است.

۳- رابطه ماده تاریک با تابش ریزموج پس‌زمینه‌ی

کیهانی: طبق نظریه بیگ‌بنگ در لحظات بسیار نخستین کیهان هنگام تشکیل بنیادی‌ترین ذرات سازنده ماده در کیهان، مقدار زیادی فوتون‌های تشکیل دهنده امواج الکترومغناطیس تولید شد. کیهان در ابتدا پر از تابش بود به عبارتی کیهان تابش-غالب بود یعنی نسبت تابش (فوتون و ذرات پرنرژی) نسبت به ذرات ماده بسیار بیشتر بود. اما با سرد شدن کیهان و گسترش آن، به تدریج فوتون‌های بیشتری تبدیل به ماده شدند و چگالی ماده نسبت به تابش رو به افزایش نهاد. در دوره‌ای، چگالی تابش با چگالی ماده برابر شد و پس از آن ماده در کیهان غالب بود. غالب شدن ماده موجب شد که کیهان برای انتشار فوتون‌ها کُدر شود و فوتون‌ها در مه غلیظی از الکترون و پروتون گرفتار شوند. این روند تا حدود ۴۰۰ هزار سال پس از بیگ‌بنگ ادامه داشت. در این حوالی بود که کیهان به حدی گسترش یافت که دمای کیهان تا حدود ۳۰۰۰ کلوین پایین بیاید. پایین آمدن دمای کیهان بدین معنا بود که انرژی جنبشی ذرات کمتر شده و الکترون‌ها و پروتون‌ها می‌توانند مقید شوند و اتم‌های ساده را بسازند. با تشکیل اتم‌های ساده، به تدریج از غلظت مه ذرات کاسته شده و فوتون‌ها توانستند از بین ذرات ماده عبور کرده و در باقی کیهان منتشر شوند. این مقطع، آخرین جایی است که فوتون‌ها بطور مؤثر با ذرات ماده برهمکنش داشتند و به سطح آخرین پراکندگی مشهور است. این فوتون‌ها که در

۳- ذرات سنگین دارای برهمکنش ضعیف (ویمپ):

«ذرات سنگین با برهمکنش ضعیف» ذراتی هستند که توسط نظریه ابرتقارن و دیگر نظریاتی که ادعا می‌کنند فضا بیش از سه بعد دارد، پیش‌بینی شده‌اند. در نظریات ابعاد بالاتر، بازتاب‌هایی که از این ابعاد می‌آیند، اصطلاحاً به عنوان ذرات «کالوزا-کلین» آشکار می‌شوند که نسخه فوق‌العاده سنگینی از ذرات زیراتمی استاندارد هستند. سه راه برای آشکارسازی ویمپ‌ها وجود دارد. روش نخست، آشکارسازی مستقیم است که در آن، آشکارساز از توده بزرگی از یک عنصر مثل سیلیسیم یا زنون استفاده می‌کنند. ایده این آشکارسازها این است که اگر ذرات ماده تاریک به یک هسته اتم ماده عادی کوبیده شوند، هسته به شدت پس زده می‌شود. اگرچه آشکارسازها مستقیماً این پس‌زنی را نشان نمی‌دهند، اما اثرات ثانویه‌ای مانند انتشار نور از ماده را نشان می‌دهند. روش دوم، آشکارسازی غیرمستقیم است که در آن، آشکارسازها به دنبال تابش‌های گامایی می‌گردند که از برخورد یک ذره ماده تاریک با پادذره آن حاصل می‌شود. از آنجایی که جرم هیچ کدام از ذرات ماده تاریک مشخص نیست، انرژی پرتوی گامای مورد انتظار نیز نامعلوم است. با این وجود، مشخصه چنین پرتوهای گامایی این است که همه آنها باید تقریباً هم‌انرژی باشند. روش سوم آشکارسازی این است که ذره را خودمان بسازیم. آشکارسازهای برخوردی مانند «برخورددهنده بزرگ هاردونی» از انرژی برخورد ذرات برای خلق ذرات جدید استفاده می‌کنند. در این برخورددهنده‌ها، بدیهی است که انرژی ذرات ورودی باید برابر انرژی ذرات خروجی باشد؛ در غیر این صورت، این جرم از دست رفته همانند آثیری است که نشان می‌دهد ذره ماده تاریک خلق شده است.

۴- ماده تاریک فازی: دانشمندان متعددی معتقدند که ماده تاریک باید از ذرات ویمپ تشکیل شده باشد. اگر

مشتری دارند، یک میلیونم ثانیه پس از مه‌بانگ خلق شده اند و توانسته‌اند تاکنون جان سالم به در ببرند. طبق این نظریه، نزدیک‌ترین این سیاهچاله‌ها ۳۰ سال نوری از زمین فاصله دارد و بنابراین هیچ خطری برای زمین نخواهند داشت. شواهد رصدی مبنی بر وجود سیاهچاله‌های فوق متراکمی که از مه‌بانگ باقی مانده‌اند، سوسوی نور اختروش‌ها است؛ هسته‌های فعال به شدت نورانی که در کهکشان‌های جوان دوردست قرار دارند. بعضی از ستاره شناسان معتقدند زمانی که این سیاهچاله‌ها به عنوان نامزدهای ماده تاریک از امتداد بین زمین و اختروش عبور می‌کنند، گرانش آن نور اختروش را تقویت می‌کند؛ اثری که با نام ریز عدسی‌شدگی گرانشی شناخته می‌شود.

اما نظریه محبوب‌تر این ایده است که ماده تاریک از یک ذره زیراتمی ساخته شده که این ذره هنوز کشف نشده است. نامزدهای زیادی برای این ذره وجود دارند که از بین آنها، دو مورد محتمل‌تر به نظر می‌رسند. این دو ذره عبارتند از:

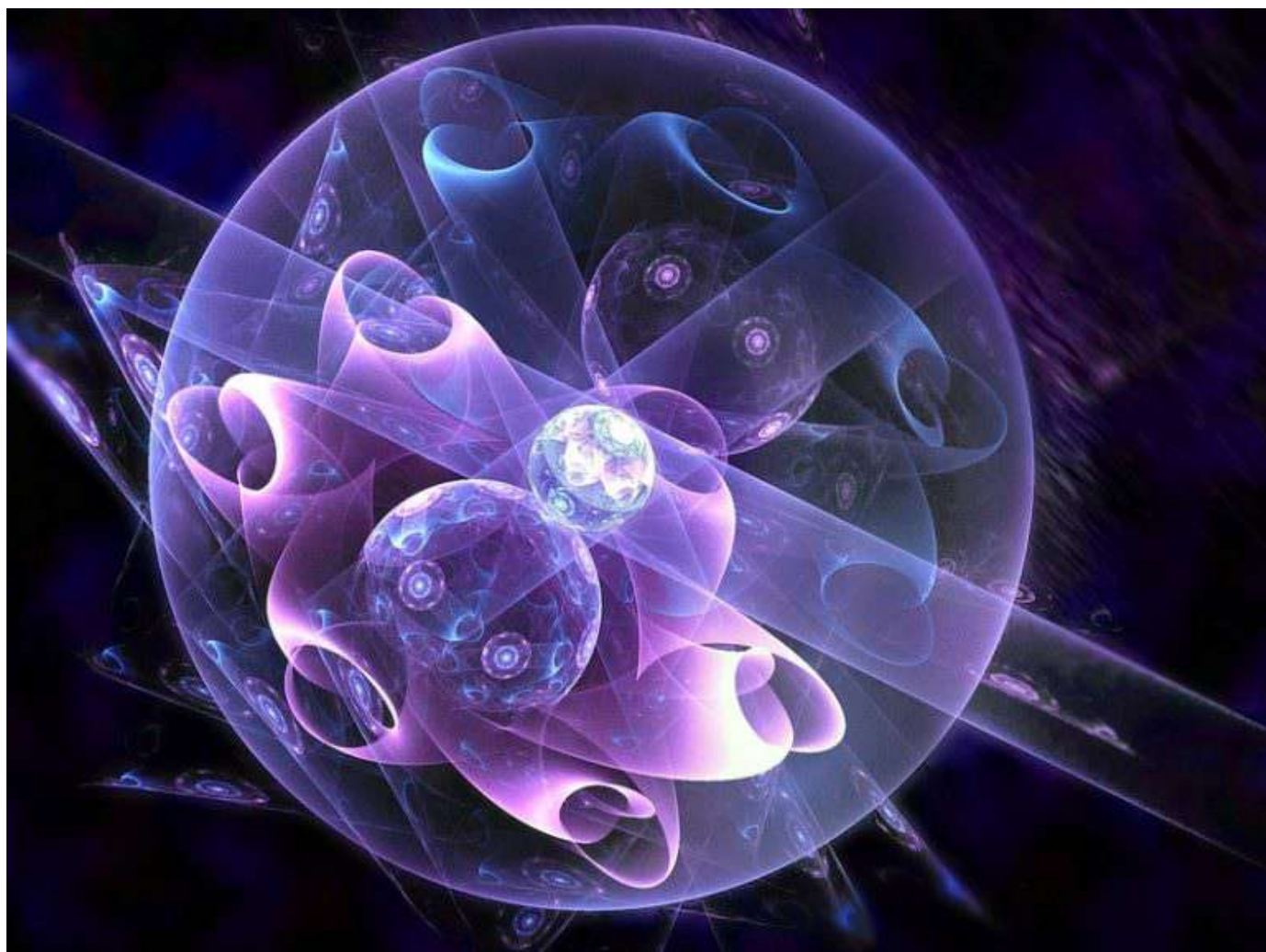
۲- آکسیون‌ها و ماده تاریک: آکسیون‌ها ذراتی هستند که

از نظر جرمی خیلی کوچک‌اند، اما تعدادشان بسیار زیاد است. انگیزه وجودی آن‌ها مرتبط با نیروی هسته‌ای قوی است که هسته اتم‌ها را در ماده معمولی منسجم نگاه می‌دارد. آکسیون‌ها ممکن است در اولین لحظات پس از مه بانگ و البته به تعداد بسیار حیرت‌انگیز و زیادی تولید شده باشند. راه آشکارسازی یک آکسیون زودگذر، قرار دادن یک «کاواک مایکروویو» در میدان مغناطیسی است (کاواک مایکروویو یک ساختار فلزی بسته است که برای تقویت بسامدهای مایکروویو مشخصی استفاده می‌شود). انتظار می‌رود آکسیون با چنین میدان مغناطیسی برهمکنش داشته باشد که منجر به تولید مایکروویو می‌شود؛ که به راحتی می‌توان آن را درون محفظه آشکار کرد.

رفتار می‌کند. چنین ذراتی دارای طول موج کامپتونی به اندازه یک سال نوری خواهند بود. ساختارهایی با چنین ماده تاریک فازی، بیشتر شبیه به موج رفتار می‌کنند و ابعاد کهکشان‌ها و ساختارها بزرگتر خواهد بود. در این نوع از ماده تاریک به دلیل اصل عدم قطعیت هایزنبرگ از مسأله هاله‌های تیزه‌ای اجتناب می‌کند.

۵- نوترینوها به عنوان ماده تاریک: نوع خاصی از نوترینوها به «نوترینوهای استریل» به عنوان کاندید ماده تاریک مطرح هستند. نوترینوها نوعی از ذرات هستند که برهمکنش بسیار ضعیفی با دیگر اجزای ماده دارند. بطوری که میلیاردها نوترینو که از خورشید می‌آید در هر لحظه از بدن ما عبور می‌کند بدون آنکه اصلاً متوجه شویم.

اینطور باشد انتظار می‌رود که ساختارهای کوچکی نیز در کیهان تشکیل یافته باشند. اما در رصدها چنین ساختارهایی دیده نمی‌شود. همچنین مدل‌های معمول ماده تاریک مشکلی به نام «مسأله هاله تیزه‌ای» دارند که طبق شبیه‌سازی‌ها انتظار می‌رود که ماده تاریک سرد در هسته و مرکز کهکشان‌ها و نواحی چگال توزیع تیز داشته باشد اما در رصدها چنین چیزی مشاهده نمی‌شود و عملاً در مرکز کهکشان‌ها توزیع ماده تاریک نیز نیست. مشکلاتی از این دست سبب شده است که دانشمندان به نوع دیگری از ذرات به عنوان کاندید ماده تاریک فکر کنند. ذراتی که 10^{28} مرتبه سبکتر از الکترون هستند و به دلیل این ابعاد فوق کوچک و جرم کم مانند یک ذره با مرز مبهم و بلوری



۶- ماده تاریک و گرانش اصلاح شده: اولین بار در ۱۹۸۳ توسط فیزیکدان موتی میلگروم مطرح گردید. طبق این نظریه، گرانش بین دو توده فقط تا یک نقطه خاص از قوانین نیوتن پیروی می‌کند و در شتاب‌های بسیار کم، همانطور که در کهکشان‌ها اتفاق می‌افتد، به طور قابل توجهی قوی‌تر می‌شود. به همین دلیل است که کهکشان‌ها در نتیجه سرعت چرخش آنها از هم جدا نمی‌شوند. موند تلاش می‌کند با اصلاح قانون گرانش نیوتن، مسأله چرخش کهکشان‌ها را توضیح دهد. این نظریه در مقابل نظریه ماده تاریک قرار دارد و مدعی است بدون فرض وجود چیزی اضافی نظیر ماده تاریک می‌توان منحنی دوران کهکشان‌ها را تنها با اصلاح قانون گرانش نیوتن توضیح داد.

۷- نظریه گرانش نوظهور و ماده تاریک: گرانش نوظهور (پدیداری) که به آن گرانش انتروپیک نیز گفته می‌شود نظریه‌ای است که در آن یک نیروی انتروپیک در بزرگ-مقیاس ناشی از بی‌نظمی‌هایی در سطح کوانتومی پدیدار می‌شود و نیروی انتروپیک یک نیروی بنیادین نیست. اریک ورلینده فیزیکدان هلندی در سال ۲۰۰۹ مفهومی را معرفی کرد که در آن گرانش را به صورت یک نیروی انتروپیک در نظر می‌گیرد. این نظریه که به گرانش نوظهور مشهور شده است گرانش را نه به صورت یک نیروی بنیادی بلکه پیامد اطلاعات حاصل از موقعیت ذرات ماده فرض می‌کند. این مدل دیدگاه ترمودینامیکی نسبت به گرانش را با اصل هولوگرافی خرد تهافت ادغام می‌کند. این نظریه بیان می‌دارد که گرانش یک برهمکنش بنیادین نیست، بلکه صرفاً یک پدیده نوظهور است که ناشی از رفتار آماری درجات آزادی ریزمقیاس است که به صورت هولوگرافی رمزگذاری شده است. ورلینده که نظریه خود را نوعی نظریه اطلاعات کوانتومی می‌داند در مقالاتی نشان

نوترینوها در چند نوع هستند که اصطلاحاً به آن‌ها «طعم‌های نوترینو» گفته می‌شود. سه طعم اصلی نوترینو شناخته شده است: نوترینوی الکترون، نوترینوی تائو و نوترینوی میون. در برخی نظریه‌های یک طعم به خصوص نیز مطرح گردیده است که به نام نوترینوی استریل مشهور است. این نوع از نوترینوهای استریل فقط به صورت گرانشی با ماده می‌توانند تأثیر متقابل داشته باشند. به همین جهت به عنوان کاندیدی برای ماده تاریک مطرح گردیده‌اند.

روش‌های آشکارسازی ماده تاریک :

دو دسته کلی برای روش‌های آشکارسازی ماده تاریک

وجود دارد: روش مستقیم و روش غیرمستقیم. روش‌های مستقیم مبتنی بر تولید و شناسایی ذرات سازنده ماده تاریک در آزمایشگاه هستند. مانند آزمایش‌هایی که در شتاب‌دهنده‌های ذرات نظیر ال‌اچ‌سی در جستجوی ذرات ویمپ هستند و یا آزمایش‌های شناسایی نوترینوهای استریل نظیر که به دنبال یافتن این نوع خاص از کاندیداهای ماده تاریک هستند. آزمایش‌های غیرمستقیم نیز مبتنی بر یافتن آثار ماده تاریک هستند. در برخی از نظریه‌های موجود برای ماده تاریک در حالت‌های خاصی نوعی واپاشی و برهمکنش برای ذرات ماده تاریک پیش بینی شده است. تلسکوپ فضایی فرمی یکی از ابزارهایی است که برای مشاهده تابش حاصل از واپاشی ذرات ماده تاریک به کار می‌رود. یک روش مستقیم جدید هم پیشنهاد شده است که در مورد نوع خاصی از ذرات ماده تاریک که دارای جرم زیادی هستند به کار می‌رود و شامل به کاربردن شبکه‌ای از آونگ‌ها است که به محض عبور یک ذره ماده تاریک از مجاورت آن‌ها این آونگ‌ها منحرف شده و از روی انحراف آن‌ها می‌توان ویژگی‌های ذره عبوری را شناسایی کرد.

در هیچ کدام از برخوردهای فوق العاده پرانرژی ال اچ سی، تا به حال هیچ نوترالینو یا هر ذره دیگری از ماده تاریک ظاهر نشده است. این موضوع بسیاری از فیزیکدان ها را به فکر واداشته است که شاید مدل ما از ماده تاریک نیازمند بهینه سازی باشد.

با وجود تلاش های بسیار و اطلاعات دقیق تری که طی دهه های اخیر درباره ماده تاریک بدست آمده هنوز به درستی آن را نمی فهمیم. این یعنی حدود ۸۵ درصد از ماده سازنده جهان به صورت مجهول باقی مانده و ما درک درستی از آن نداریم. اگر روزی گروهی به کلید فهم سرشت حقیقی ماده تاریک دست یابد قطعاً یک دستاورد بزرگ در فیزیک خواهد بود و شایسته دریافت جایزه نوبل خواهد شد.

داده است که این نظریه می تواند بدون فرض وجود ماده ی مجهولی به نام ماده تاریک شواهد رصدی را توضیح دهد.

مشکلات ماده تاریک:

همان طور که اشاره شد، وجود ویمپ ها توسط نظریاتی مانند ابرتقارن پیش بینی شده است؛ نظریاتی که تلاش می کنند نشان دهند مجموعه ای از ذرات بنیادی طبیعت (فرمیون ها) در واقع روی دیگر سکه دیگر مجموعه ذرات بنیادی (بوزون ها) هستند. بر اساس این نظریات، ذرات بنیادی در قالب مجموعه کاملی از ابرجفت های ذرات زیراتمی شناخته شده می آیند. از بین این ابرجفت ها، سبک ترین ابرجفت پایدار یعنی نوترالینو محتمل ترین گزینه برای ماده تاریک است. اما مشکلی در این میان وجود دارد.



نظریه ریسمان



است تا چهارچوب واحدی را برای متحد کردن نسبیت عام و مکانیک کوانتومی تدوین کند؛ دو نظریه‌ی بسیار مهمی که می‌توان گفت زیربنای فیزیک مدرن به‌شمار می‌روند. با وجود عملکرد بسیار مناسب مکانیک کوانتومی در توصیف رفتار چیزهای بسیار کوچک و توضیحات قانع‌کننده‌ی نظریه‌ی نسبیت عام در خصوص اتفاقات بسیار بزرگ، این دو نظریه در کنار یکدیگر عملکرد چندانی خوبی ندارند. برخی از دانشمندان بر این عقیده هستند که نظریه ریسمان می‌تواند با حل کردن معماهای این دو نظریه، بر یکی از مشکلات بزرگ و حل‌نشده‌ی فیزیک غلبه کند.

نظریه ریسمان چیست؟

نظریه ریسمان یکی از روش‌های پیشنهادی برای تولید

نظریه ریسمان تلاشی برای متحد کردن دو ستون فیزیک یعنی مکانیک کوانتومی و نظریه نسبیت با چارچوبی فراگیر است که می‌تواند تمام واقعیت فیزیکی را توضیح دهد. نظریه ریسمان، ایده‌ای در فیزیک نظری است که براساس آن واقعیت‌های جهان هستی از رشته‌های ارتعاشی بی‌نهایت کوچکی تشکیل شده‌اند که حتی از اتم‌ها، الکترون‌ها و کوارک‌ها هم کوچک‌تر هستند. براساس این نظریه، ارتعاش، پیچ‌وتاب خوردن و تاشدن این ریسمان‌ها اثراتی را در ابعاد بسیار کوچک از خود برجای می‌گذارد که انسان تفاسیر مختلفی از آن‌ها دارد؛ از فیزیک ذرات گرفته تا پدیده‌هایی مانند گرانش که در مقیاس بزرگ هستند. نظریه‌ی ریسمان به‌عنوان نظریه‌ای فراگیر مطرح شده

ذره بنیادی این چینی (گراویتون) را محاسبه کنند، آنچه به دست می‌آورند مقدار بی‌نهایتی از انرژی انباشته شده در فضایی کوچک است. یکی از راهکارهای احتمالی که نظریه پردازان از فیزیکدانان هسته‌ای در دهه‌ی ۱۹۷۰ الهام گرفتند، خلاص شدن از ایده‌ی ذرات گراویتون مشکل ساز و نقطه‌مانند است. در عوض، فرض بر این است که فقط رشته‌ها می‌توانند با هم برخورد کنند و بدون آنکه به بی‌نهایت‌های غیرممکن فیزیکی اشاره داشته باشند، به طور دقیق به مکان اولیه‌ی خود بازمی‌گردند. به گفته‌ی ماریکا تیلور، متخصص نظریه‌ی ریسمان و فیزیکدان نظری در دانشگاه ساوتهمپتون، یک جسم تک‌بعدی همان چیزی است که بی‌نهایت‌های به دست آمده در محاسبات را مهار می‌کند.

نظریه‌ی ریسمان در توصیف استاندارد جهان، ذرات ماده و نیرو را تنها با یک عنصر جایگزین می‌کند: ریسمان‌های ارتعاشی کوچکی که به اشکال پیچیده می‌چرخند و از نگاه ما درست مانند ذرات هستند. بر این اساس ریسمانی با طول مشخص که به نوت خاصی برخورد می‌کند، ممکن است ویژگی‌های یک فوتون را به دست آورد یا ریسمان دیگری که تا شده و با فرکانس متفاوتی ارتعاش می‌کند، می‌تواند نقش کوارک را بازی کند، و علاوه بر مهار کردن گرانش، به دلیل توانایی بالقوه‌اش در توضیح ثابت‌های بنیادین مانند جرم الکترون جذاب محسوب می‌شود. نظریه‌پردازان امیدوار بودند که گام بعدی یافتن راهی صحیح برای توصیف تاشدن و حرکت ریسمان‌ها و هر چیز دیگری باشد که به دنبال آن‌ها می‌آید.

با وجود امیدواری‌های نظریه‌پردازان، سادگی اولیه‌ی نظریه‌ی ریسمان به پیچیدگی غیرمنتظره‌ای ختم شد؛ زیرا محاسبات ریاضی ریسمان‌ها در ۴ بعد آشنا برای ما (۳ بعد فضا و یک بعد زمان) کار نمی‌کند. این نظریه در ریاضی به ۱۰ بعد نیاز داشت که ۶ بعد آن فقط برای چشم‌انداز ریسمان‌های کوچک مشاهده‌پذیر است. درست مانند سیم برقی که

نظریه‌ی همه چیز است؛ مدلی که تمام ذرات و نیروهای شناخته‌شده‌ی جهان را توصیف می‌کند و جایگزین مدل استاندارد فیزیک می‌شود که همه چیز را به جز گرانش توضیح می‌دهد. براساس این نظریه، عناصر بنیادین سازنده‌ی طبیعت، نه ذراتی مانند الکترون بلکه ریسمان‌ها هستند. بسیاری از دانشمندان به دلیل زیبایی ریاضیاتی نظریه ریسمان، به آن اعتقاد دارند. معادلات این نظریه زیبا توصیف شده است و توصیفات آن از جهان فیزیکی بسیار قانع‌کننده در نظر گرفته می‌شود. نظریه ریسمان در واقع یک نظریه‌ی گرانش کوانتومی است که تئوری‌های گرانش و مکانیک کوانتوم را به زیبایی با هم ترکیب می‌کند.

جالب اینجا است که برخی از ایده‌های نظریه ریسمان برای حل مسائل ریاضی و سایر رشته‌های فیزیک نظری مورد استفاده قرار گرفته‌اند. به عبارت بهتر می‌توان گفت که نظریه‌ی ریسمان زبانی است که به فیزیکدانان نظری در بررسی و حل ریاضیات جهان کمک می‌کند. فیزیکدانان از نظریه‌ی ریسمان به عنوان چهارچوبی برای توصیف چگونگی تاثیر نیروهایی مانند گرانش روی ذرات کوچک همچون الکترون‌ها و پرتون‌ها استفاده می‌کنند.

در نظریه‌ی نسبیت عام آلبرت اینشتین، گرانش نیرویی است که فضا زمان را در اطراف اجرام عظیم خم می‌کند و یکی از چهار نیرویی است که فیزیکدانان از آن برای توصیف طبیعت استفاده می‌کنند؛ اما برخلاف سایر نیروها از جمله الکترومغناطیس، نیروی هسته‌ای قوی و نیروی هسته‌ای ضعیف، گرانش آن قدر ضعیف است که نمی‌توان آن را در مقیاس ذره تشخیص داد یا مشاهده کرد. در عوض اثرات گرانش فقط در مقیاس قمرها، کهکشان‌ها، سیارات و ستارگان، چشمگیر و مهم است. به نظر می‌رسد گرانش به عنوان یک ذره وجود خارجی ندارد و نظریه‌پردازان تنها می‌توانند پیش‌بینی کنند که ذره‌ی گرانشی چگونه می‌تواند باشد. وقتی اختر فیزیکدانان می‌کوشند تا پیامد برخورد دو



۱۹۷۰، ۱۹۸۰ و ۱۹۹۰ ایده‌های کاملاً جدیدی مطرح شد و بینش بسیار عمیقی درباره این نظریه شکل گرفت. نظریه ریسمان هنوز هم زمینه‌ای فعال است که محققانی از سراسر جهان در آن مشغول مطالعه هستند.

آیا نظریه ریسمان اثبات شده است؟

احتمالاً این سوال برای شما هم مطرح شده است که آیا فیزیک‌دانان توانسته‌اند نظریه ریسمان را به طور قطعی اثبات کنند یا نه؟ در پاسخ باید گفت تاکنون هیچ آزمایشی نتوانسته به طور قطعی این نظریه را به عنوان نظریه‌ی بنیادی طبیعت به اثبات برساند؛ البته ایده‌های مختلف نظریه ریسمان، در طول پنجاه سال گذشته آزمایش‌های نظری و ریاضی بی‌شماری را پشت سر گذاشته‌اند. اثبات نظریه‌ها در فیزیک بنیادی معمولاً زمان‌بر هستند.

برای پرندگان آسمان همچون خطی تک‌بعدی به نظر می‌رسد و برای مورچه‌ای که روی آن راه می‌رود، استوانه‌ای سه بعدی است.

چه کسی نظریه ریسمان را مطرح کرد؟

نظریه‌ی ریسمان به طور تصادفی در سال ۱۹۶۹ کشف شد. در آن سال، فیزیک‌دانی ایتالیایی به نام «گابریله ونتسیانو» فرمولی را برای توصیف پراکندگی چهارریسمان نوشت که اکنون با نام دامنه‌ی ونتسیانو شناخته می‌شود. ونتسیانو در تلاش بود تا فیزیک ذراتی مانند پروتون و نوترون را توصیف کند، نه ریسمان‌ها. در سال‌های بعد، فیزیک‌دانان سراسر جهان شروع به کشف نظریه‌ی ریسمان از همان فرمول اولیه کردند. تصویر کامل نظریه ریسمان در طول پنجاه سال بعد واضح‌تر شد. در دهه‌های

با ریسمان‌ها توضیح‌دادنی نیست، معطوف شد. شوارتز می‌نویسد آنچه نظریه‌ای پررونق با صدها نظریه‌پرداز بود، به سرعت متوقف شد و فقط تعداد کمی از افراد سرسخت به دنبال کردن آن ادامه دادند. در طول دهه‌ی بعد، چند دانشمند ۵ نسخه‌ی مختلف از نظریه‌ی ریسمان را پیگیری کردند. با گذشت زمان، محققان موفق شدند تا پیوندهای غیرمنتظره‌ای را بین این پنج ایده کشف کنند. این پیوندها توسط ادوارد ویتن، نظریه‌پرداز موسسه‌ی مطالعات پیشرفته در پرینستون جمع‌آوری شدند. ویتن، سال ۱۹۹۵ در کنفرانس نظریه ریسمان در دانشگاه کالیفرنیا این داده‌ها را ارائه کرد. ویتن استدلال کرد که پنج نظریه‌ی ریسمان هرکدام بیانگر تقریبی از یک نظریه‌ی بنیادی‌تر و یازده بعدی بودند که در موقعیتی خاص رفتار می‌کنند؛ درست همان‌طور که نظریات نسبیت انیشتین با توصیف نیوتون از حرکت اجسام در سرعت‌های عادی مطابقت دارند. این ایده، آغازگر یکی از انشعابات نظریه ریسمان به نام نظریه ام بود. تلاش برای یافتن معادلات کلی نظریه ریسمان که در هر موقعیت ممکن کار می‌کنند، پیشرفت چندانی نداشت؛ اما وجود ادعایی این نظریه بنیادی، درک و اطمینان لازم را به نظریه‌پردازان داد تا تکنیک‌های ریاضی را برای پنج نظریه‌ی ریسمان ابداع کنند و آن‌ها را در هر زمینه‌ای که نظریه جواب می‌دهد، به کار ببرند. رشته‌هایی که نظریه‌ی ریسمان درمورد آن‌ها صحبت می‌کند، بسیار کوچک‌تر از چیزی هستند که با فناوری‌های موجود دیده شوند. با این حال یکی از موفقیت‌های نظری اولیه، توانایی فیزیک‌دانان در توصیف آنتروپی سیاه‌چاله بود. منظور از آنتروپی، تعداد روش‌های ممکن برای مرتب‌کردن اجزای یک سیستم است؛ اما بدون آنکه بتوان اعماق نفوذناپذیر سیاه‌چاله را دید، کسی نمی‌تواند از نوع ذرات موجود در آن و ترتیبات آن‌ها مطلع شود. با این حال در اوایل دهه‌ی

انیشتین اولین بار در سال ۱۹۱۵ امواج گرانشی را پیش‌بینی کرد؛ اما این امواج تازه صد سال بعد در سال ۲۰۱۵ در جریان آزمایش لایگو شناسایی شدند. همین اواخر نیز دانشمندان در کشفی دیگر، امواج گرانشی زمینه را شناسایی کردند. آزمون‌های فیزیک ذرات، رصدخانه‌های امواج گرانشی یا اندازه‌گیری‌های کیهان‌شناسی در آینده ممکن است نظریه‌ی ریسمان را به‌طور قطعی در بوته‌ی آزمایش قرار دهند.

در نظریه ریسمان چند بعد وجود دارد؟

نظریه ریسمان ۱۰ بعد کلی فضا-زمان را پیش‌بینی می‌کند؛ اما نکته‌ی اصلی اینجا است که ما در جهانی با چهار بعد (سه بعد فضا و یک زمان) زندگی می‌کنیم. خوشبختانه رسیدن از ۱۰ به ۶ بعد امکان‌پذیر است؛ بدین صورت که می‌توان ۶ بعد پیش‌بینی‌شده‌ی نظریه ریسمان را به شکلی فشرده درآورد. با این حال این ابعاد متراکم‌شده تنها با آزمایشی بزرگ و دقیق مانند «برخورددهنده‌ی هادرونی بزرگ»، بزرگ‌ترین برخورددهنده‌ی ذرات در دنیا مشاهده پذیر هستند.

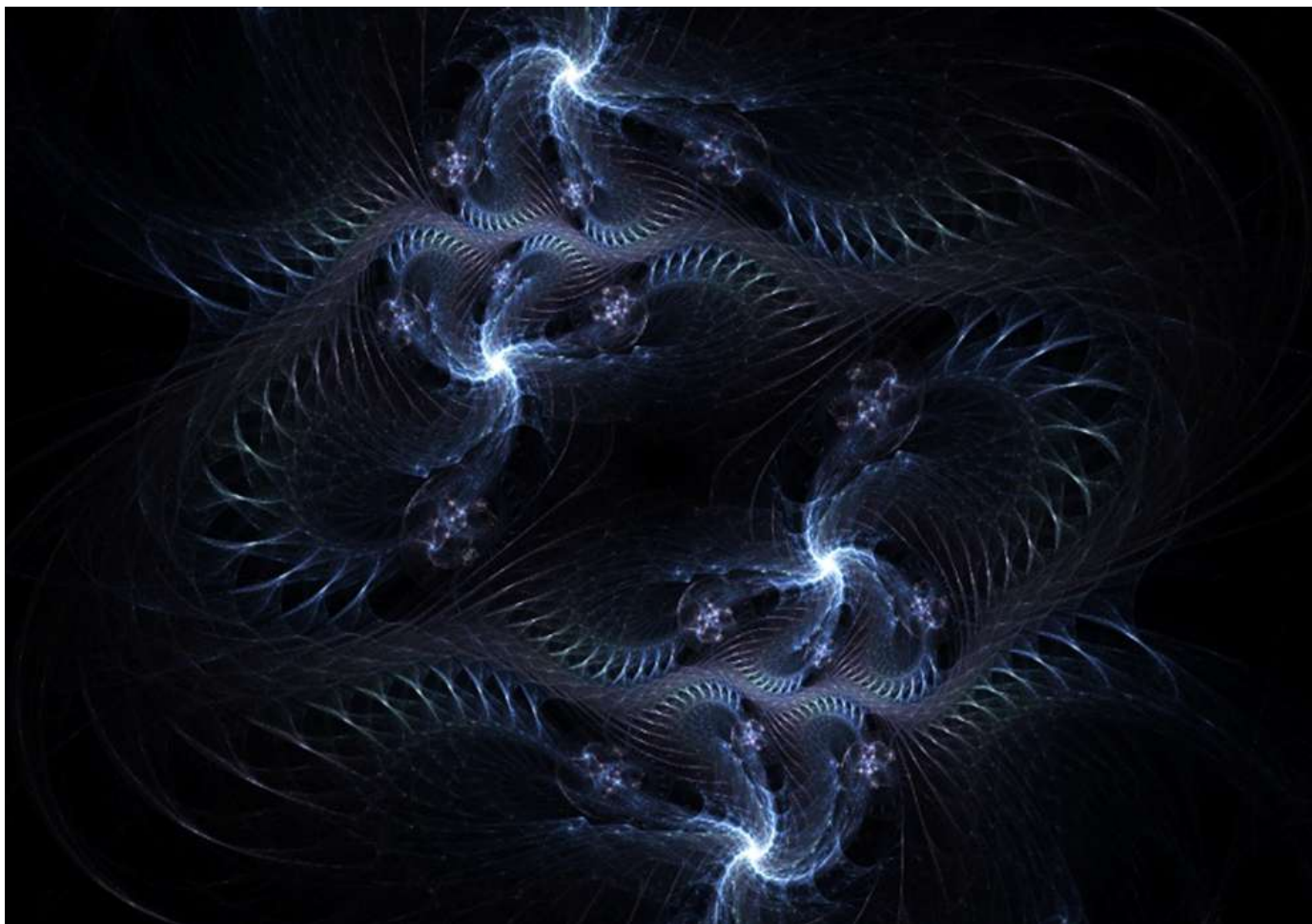
نظریه ریسمان چگونه تکامل یافت؟

نظریه ریسمان امروزی با نظریه‌ای که در دهه‌های ۱۹۶۰ و ۱۹۷۰ مطرح شد، مطابقت ندارد. محققان بر سر این موضوع اختلاف دارند که آیا نظریه ریسمان با وجود اصلاحاتش هنوز بهترین کاندیدا برای نظریه همه‌چیز است یا اینکه نظریه‌پردازان باید آن را به نفع نظریات دیگر کنار بگذارند. همان‌طور که شوارتز می‌گوید، در سال‌های ۱۹۷۳ تا ۱۹۷۴ دلایل خوبی برای کنار گذاشتن نظریه ریسمان وجود داشت. در آن دوره، توجه فیزیک‌دانان از موضوعی که بیشتر شبیه کاوشی بی‌ثمر در ریسمان‌های نرم کشف‌نشده بود، به سمت شواهد قانع‌کننده‌تر از هادرون‌ها و ذرات زیراتمی متشکل از کوارک‌ها که رفتارشان

دهد. به نظر می‌رسد هر گزینه با ویژگی‌های گسترده‌ی مدل استاندارد حاکم بر فیزیک ذرات، متناسب است و هنوز امید اندکی برای تشخیص گزینه‌ی درست وجود دارد. به گفته‌ی یک اخترفیزیک‌دان به نام ایتان سیگل، تمام مدل‌های موجود برای مدیریت ابعاد اضافی در نظریه ریسمان، به تعادلی بین ذرات نیرو و ذرات ماده به نام «ابرتقارن» متکی هستند. اما درست مانند ابعاد اضافی مورد نیاز نظریه ریسمان، ابرتقارن نیز در جهان ما مشاهده نمی‌شود. علاوه بر تمام چالش‌های عنوان‌شده برای نظریه ریسمان توسط فیزیک‌دانان، کوانتا مگزین در سال ۲۰۱۸ معضلی دیگر را مطرح کرد. این وب‌سایت گزارش داد که معلوم نیست آیا نظریه ریسمان و انواع آن، با درک امروزی ما از جهان در حال انبساط که از انرژی تاریک انباشته شده، سازگار است یا نه. با وجود نگاه بدبینانه‌ی برخی از فیزیک

استیون هاوکینگ و چند فیزیک‌دان دیگر، از قوانین ترمودینامیک و فیزیک کوانتوم برای محاسبه‌ی آنتروپی درون سیاهچاله استفاده کردند. محاسبات آن‌ها نشان داد که سیاه چاله‌ها باید دارای نوعی ساختار درونی باشند؛ اما اینکه این ساختار دقیقاً چیست، یک راز باقی ماند. بیشتر تلاش‌های انجام‌شده برای توصیف آرایش سیاهچاله‌ها بی‌نتیجه باقی می‌مانند؛ اما پیکربندی‌های ریسمان‌های فرضی توانایی انجام این کار را دارد. به گفته‌ی تیلور، نظریه‌ی ریسمان توانسته شمارشی نقطه‌ای ارائه دهد. به عبارت بهتر، این نظریه توضیحی کاملاً واقعی و نه صرفاً ایده‌ای تقریبی، از فضای داخلی سیاهچاله‌ها در اختیار ما قرار داده است. چهارچوب نظریه ریسمان هنوز با چالش‌های متعددی مواجه است. با این حال، این نظریه تعداد زیادی راه غیرممکن برای تا کردن ۶ بعد اضافی ارائه می





اتصال شاخه‌هایی از ریاضیات زمانی برجسته تر شد که فیزیک‌دانانی مانند ویتن ثابت کردند که نظریه‌های پنج گانه ریسمان درواقع یک نظریه‌ی تک‌والدی هستند و ارتباطات دوگانه‌ی اثبات‌شده توسط آن‌ها، بخش عمده‌ای از ریاضیات و فیزیک را به خود اختصاص می‌دهند. لازم به ذکر است که دوگانگی‌ها، به غلبه بر چالش‌های به‌وجود آمده در محاسبات کوانتومی کمک می‌کنند. ویتن در سخنرانی سال ۲۰۱۹ خود در موسسه‌ی مطالعات پیشرفته اذعان کرد که دیگر مانند گذشته مطمئن نیست که نظریه ریسمان روزی به یک نظریه‌ی کامل فیزیک تبدیل خواهد شد؛ اما درعین حال معتقد است که این نظریه همچنان به عنوان یک حوزه‌ی پژوهشی سازنده در دنیای علم باقی خواهد ماند.

دانان، تیلور همچنان معتقد است که مدل‌های امروزی بیش‌ازحد ساده هستند و ویژگی‌هایی مانند ابرتقارن یا انبساط کیهانی ممکن است در نسخه‌های آتی گنجانده شوند. به‌باور او، عصر جدید نجوم امواج گرانشی می‌تواند اطلاعات تازه‌ای در مورد گرانش کوانتومی به ارمغان بیاورد و با تداوم پیگیری محاسبات ریاضی عمیق‌تر در نظریه ریسمان، پیشرفت بیشتر حاصل خواهد شد.

چرا نظریه ریسمان هنوز مهم است؟

صرف‌نظر از اینکه آیا می‌توان نظریه ریسمان را در قالب «نظریه همه چیز» قرار داد یا نه، ممکن است تنها در سایه ی ریاضی بتوان به چشم یک برنامه‌ی تحقیقاتی سازنده به آن نگاه کرد؛ زیرا به‌گفته‌ی تیلور حتی اگر ابرتقارن و ابعاد ده گانه نیز به‌طور کامل رد شوند، باز هم نظریه‌ی ریسمان به اتصال شاخه‌هایی از ریاضیات به یگدیگر کمک کرده است.

۹۹ درصد ماده طبیعت - پلاسما



پلاسما چیست ؟

۹۹ درصد ماده در طبیعت، پلاسما است. این برآورد، تخمینی از این است که درون ستارگان و اتمسفر اطراف آن ها، ابرهای گازی و فضای بین ستارگان اغلب پلاسماست. هنگامی که جو زمین را ترک می‌کنیم بلافاصله با پلاسمایی مواجه می‌شویم که شامل کمربندهای تشعشعی وان آلن و بادهای خورشیدی است. جرقه، رعد و برق، شفق قطبی، گازهای داخل یک لامپ فلورسنت یا نئون، نمونه‌های دیگری از پلاسما هستند. اما حالت‌های غالب ماده در بخشی از جهان که در آن زندگی می‌کنیم جامد، مایع و گاز هستند. می‌توان گفت که ما در آن یک درصد از جهان زندگی می‌کنیم که در آن حالت‌های ماده به جز پلاسما غلبه دارند.

تاریخچه توسعه و پیشرفت پلاسما :

مفهوم مدرن حالت پلاسما منشاء جدیدی دارد و این تعریف به اوایل دهه ۱۹۵۰ بر می‌گردد و تاریخچه آن با بسیاری از رشته‌ها آمیخته شده است. سه زمینه اصلی تحقیق و مطالعه که کمک‌های منحصر به فردی به توسعه فیزیک پلاسما به عنوان یک رشته انجام داد شامل تخلیه

پلاسما حالتی از ماده است که در دمای خیلی بالا بوجود می‌آید و ساختارهای مولکولی مفهوم خود را در این وضعیت از دست می‌دهند. در حالت پلاسما اتم‌ها و ذرات زیر اتمی مانند الکترون و پروتون و نوترون آزادانه در محیط حرکت می‌کنند و تغییر موقعیت می‌دهند. حالت ماده متشکل تمامی ستارگان، پلاسما است.

پلاسما در فیزیک یک محیط رسانای الکتریکی است که تعداد ذرات باردار مثبت و منفی آن تقریباً با هم برابرند و زمانی ایجاد میشود که اتم‌ها در گاز یونیزه شوند. و همین طور یکی از چهار حالت اصلی ماده است که سه حالت دیگر جامد، مایع و گاز هستند. پلاسما گاز شبه‌خنثی از ذرات باردار و خنثی است که رفتار جمعی از خود نشان می‌دهند.

دما در حالت پلاسما :

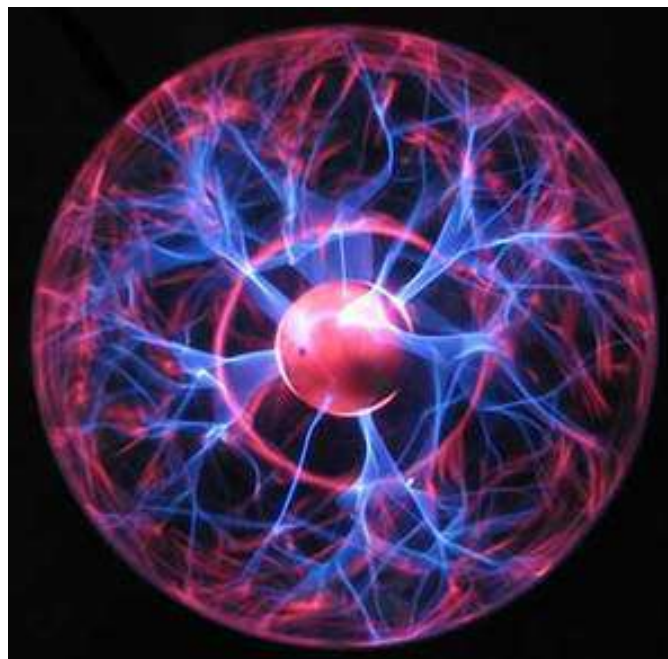
اگر جامد گرم شود، به مایع، و با ادامه گرم کردن، به گاز، و در ادامه به پلاسما تبدیل می‌شود. دمای پلاسما تقریباً در حدود ۲۰۰۰ درجه سانتی‌گراد است.

مفهوم سیال رسانا در مطالعات مگنتوهیدرودینامیکی موضوعی است که پایه‌های آن در اوایل و اواسط دهه ۱۸۰۰ توسط فارادی و آندره ماری آمپراز فرانسه پایه ریزی شد. با این حال در دهه ۱۹۳۰، هنگامی که پدیده‌های جدید خورشیدی و ژئوفیزیکی کشف شدند، بسیاری از مشکلات اساسی تعامل متقابل بین گازهای یونیزه و میدان‌های مغناطیسی مورد توجه قرار گرفت. در سال ۱۹۴۲ هانس آلفون، فیزیکدان سوئدی مفهوم امواج مگنتوهیدرودینامیکی را مطرح کرد. این مشارکت همراه با مطالعات بیشتر وی در مورد پلاسمای فضایی، منجر به دریافت جایزه نوبل فیزیک در سال ۱۹۷۰ به آلفین شد.

این دو رویکرد جداگانه یعنی مطالعه تخلیه‌های الکتریکی و مطالعه رفتار هدایت سیالات در میدان‌های مغناطیسی، با معرفی نظریه جنبشی حالت پلازما به صورت یکپارچه درآمدند. این نظریه بیان می‌کند که پلازما مانند گاز، از ذراتی در حرکت تصادفی تشکیل شده است که فعل و انفعالات آن‌ها می‌تواند از طریق نیروهای الکترومغناطیسی دارای برد بلند و همچنین از طریق برخورد باشد.

در سال ۱۹۰۵، هندریک آنتون لورنتز فیزیکدان هلندی، معادله جنبشی اتم‌ها فرمول فیزیکدان اتریشی لودویگ ادوارد بولتزمن را در رفتار الکترون‌ها در فلزات به کار برد. فیزیکدانان و ریاضیدانان مختلف در دهه‌های ۱۹۳۰ و ۴۰ نظریه سینتیک پلازما را تا حد بالایی توسعه دادند. از اوایل دهه ۱۹۵۰، توجه به طور فزاینده‌ای بر حالت پلازما متمرکز شده بود.

اکتشافات فضایی، توسعه دستگاه‌های الکترونیکی، آگاهی روز افزون از اهمیت میدان‌های مغناطیسی در پدیده‌های اخترفیزیکی و جستجوی راکتورهای قدرت گرمایی هسته‌ای همجوشی هسته‌ای همه باعث این علاقه شده بود. بسیاری از مشکلات در تحقیقات فیزیک پلازما به دلیل



الکتریکی مگنتوهیدرودینامیک (که در آن سیال رسانا مانند جیوه مورد مطالعه قرار می‌گیرد) و نظریه جنبشی است. علاقه به پدیده‌های تخلیه الکتریکی را می‌توان در اوایل قرن ۱۸ جستجو کرد، زیرا سه فیزیکدان انگلیسی مایکل فارادی و جوزف جان تامسون و جان سیلی ادوارد تاونسند در ابتدای قرن ۱۹ پایه‌های این موضوع را پایه گذاری کردند. ایلروینگ لانگمویر در سال ۱۹۲۳ هنگام بررسی تخلیه‌های الکتریکی، اصطلاح پلازما را معرفی کرد. در سال ۱۹۲۹ او و لوی تونکس فیزیکدان دیگری که در ایالات متحده کار می‌کردند، از این اصطلاح برای تعیین مناطقی از تخلیه الکتریکی استفاده کردند که در آن‌ها تغییرات دوره‌ای خاصی از الکترون‌های با بار منفی رخ می‌داد.

آن‌ها این نوسانات را نوسان پلازما نامیدند که رفتارشان نشان دهنده یک ماده ژله‌ای است. با این حال کاربرد کلی مفهوم پلازما تا سال ۱۹۵۲ یعنی زمانی که دو فیزیکدان دیگر آمریکایی یعنی دیوید بوم و دیوید پاینز رفتار جمعی الکترون‌ها در فلزات را متمایز از رفتار گازهای یونیزه در نظر گرفتند، کاملاً مورد توجه قرار نگرفت.

رفتار جمعی ذرات باردار در میدان‌های مغناطیسی و

تمیز کردن محیط و سطوح
آبگریز یا آبدوست کردن سطوح
چاقوی پلاسما
تلویزیون پلاسما
لامپ پلاسما (گوی پلاسما)
راکتورهای هسته‌ای
صنایع نظامی

پیچیدگی پدیده‌ها حل نشده باقی مانده است. به عنوان مثال، توصیف باد خورشیدی باید نه تنها شامل معادلاتی باشد که در مورد اثرات گرانش، دما و فشار در علم جوی مورد نیاز است بلکه باید شامل معادلات فیزیکدان اسکاتلندی جیمز کلرک ماکسول، که برای توصیف میدان الکترومغناطیسی مورد نیاز است نیز باشد.

کاربردهای پلاسما

با توجه به اهمیت پلاسما، کاربردهای پلاسما بسیار گسترده هستند که در اینجا برخی از آنها را برمی‌شماریم:

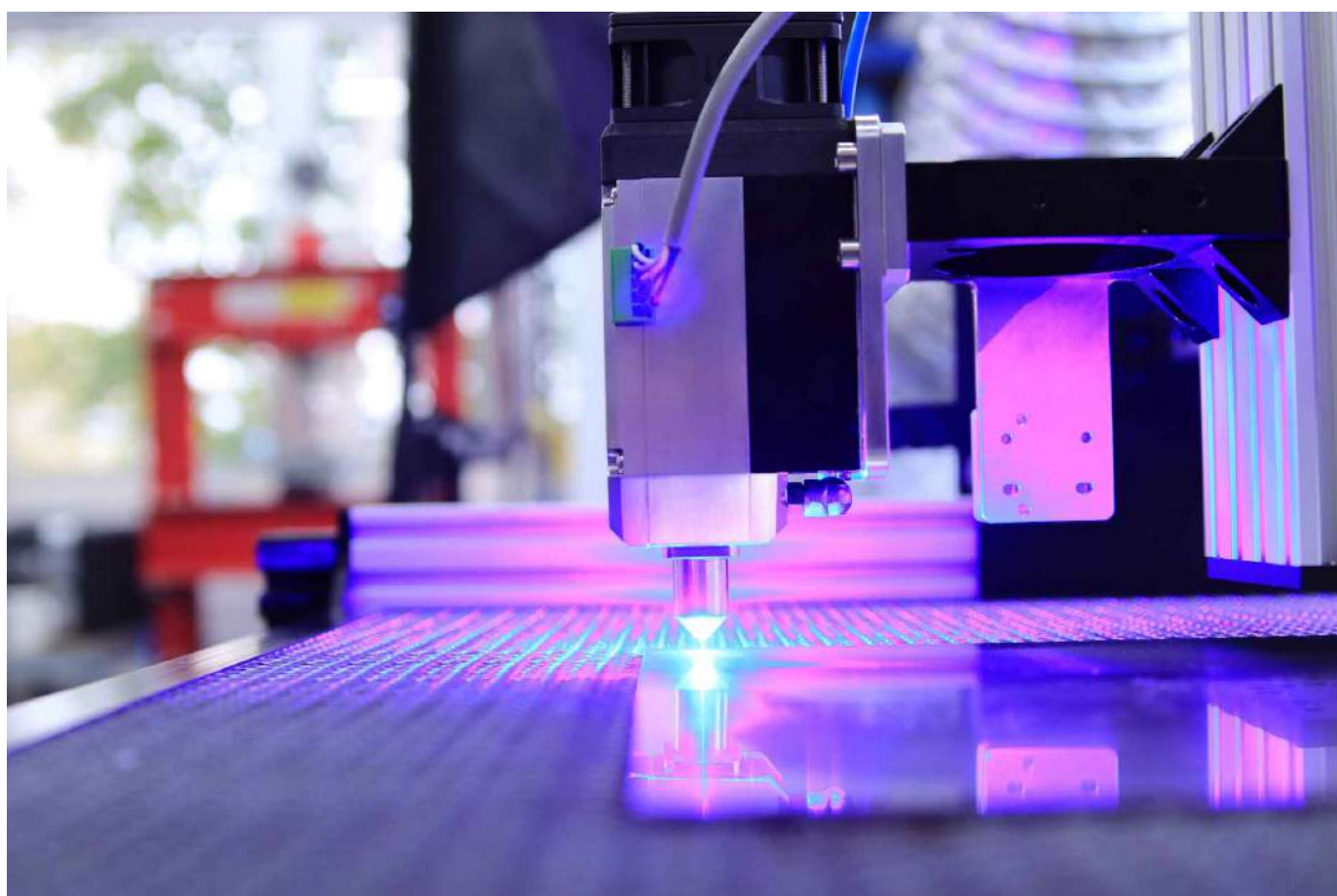
صنایع پزشکی

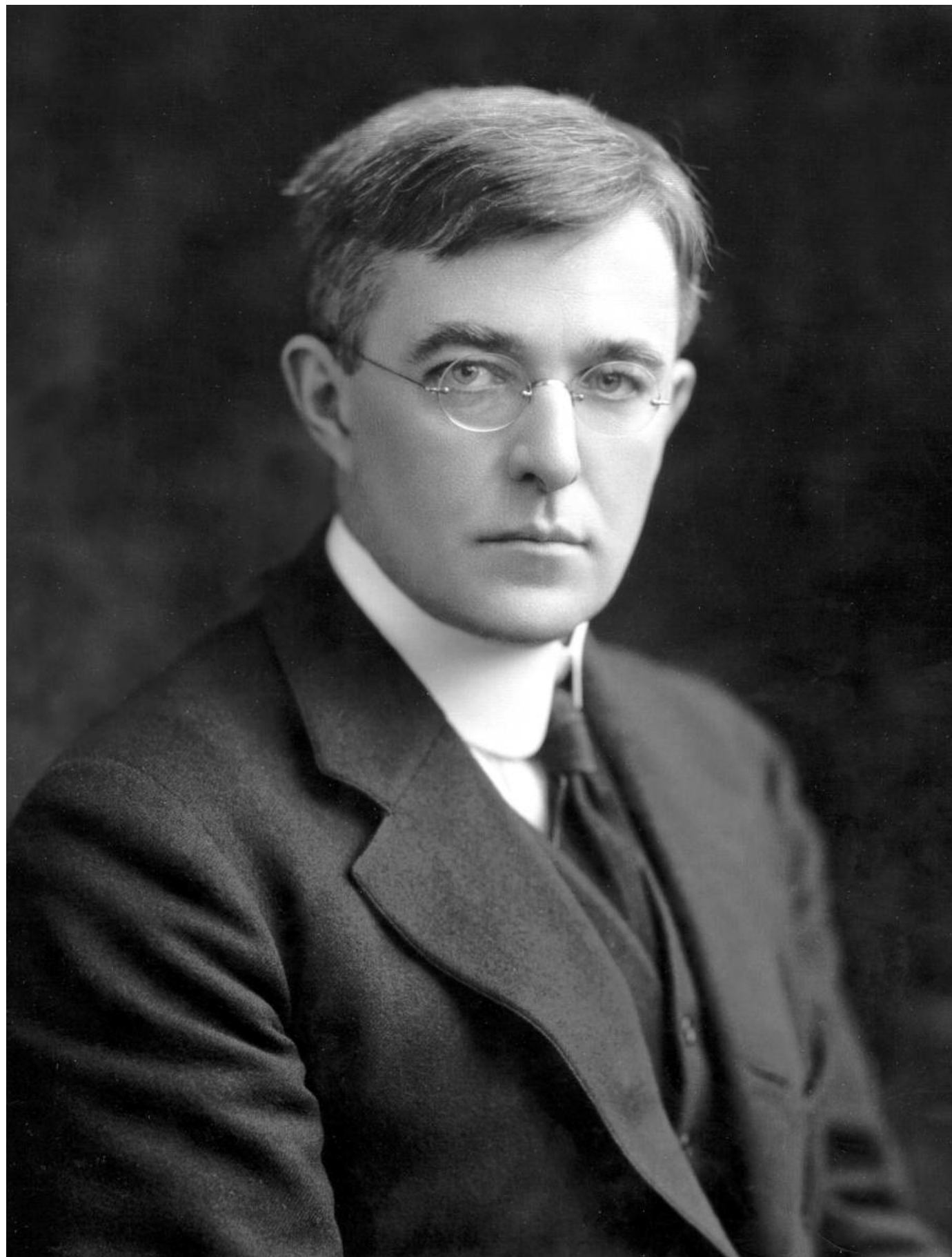
بهبود زخم

درمان سرطان

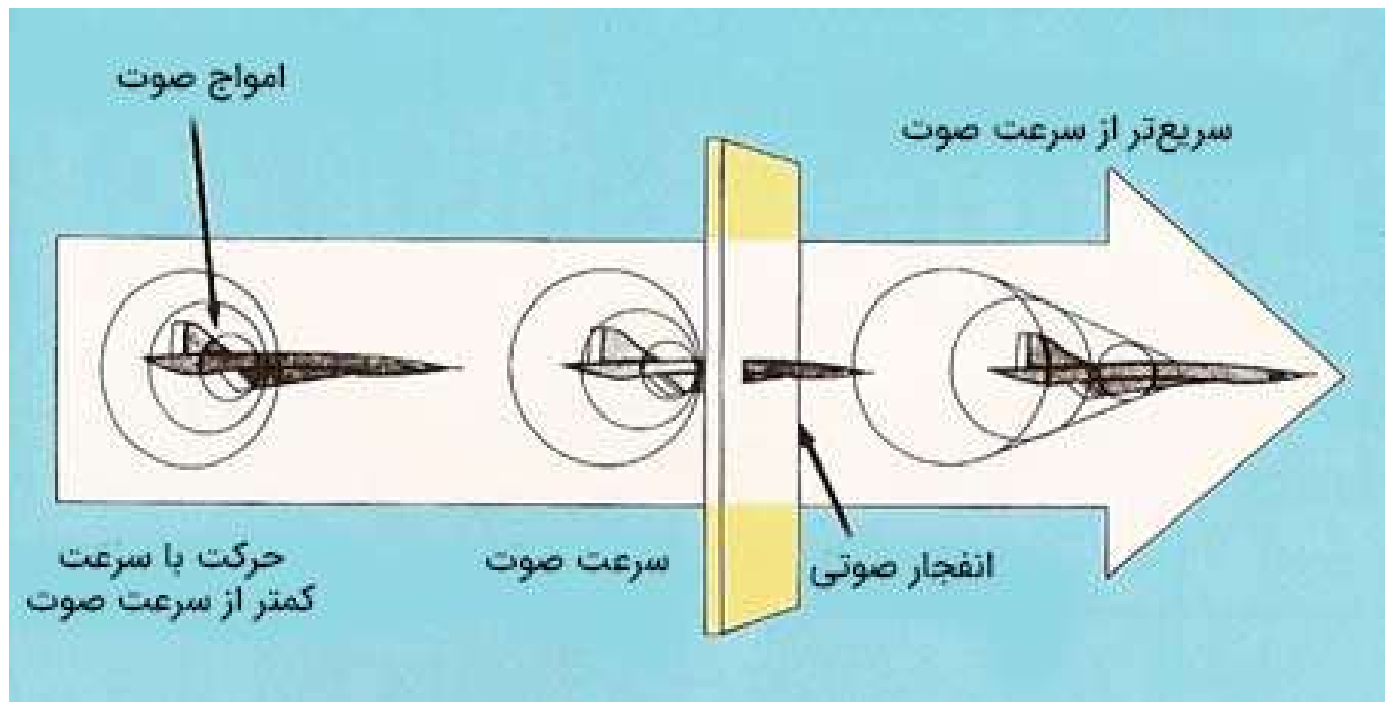
تقویت رشد استخوان

از بین بردن خطرات زیستی





دیوار صوتی



دیوار صوتی چیست؟

هنگامی که سرعت جسمی به سرعت صوت نزدیک میشود کشش آیرودینامیکی ناگهان افزایش می یابد ، به این افزایش دیوار صوتی گفته می شود. دیوار صوتی ، دیواری واقعی یا جامد نیست این اسم تنها به دلیل داشتن درک بهتری از آن است.

بیش از چند سال از باور مردم در مورد واقعی بودن دیوار صوتی به عنوان سدی فیزیکی نمیگذرد" این سد گرچه واقعی اما نامرئی است ، تا قبل از سال ۱۹۴۷ میلادی، این باور وجود داشت که اگر هواپیما با سرعتی سریعتر از سرعت صوت حرکت کند یا به عبارتی دیوار صوتی را بشکند ، متلاشی خواهد شد.

سرانجام در روز ۱۴ اکتبر سال ۱۹۴۷ میلادی ، خلبانی به نام (چاک ییگر) در پروازی استثنایی دیوار صوتی را شکست و

سالم به زمین نشست.

شکستن دیوار صوتی چگونه است؟

سرعت همیشه موضوع جذابی برای انسان بوده است و همواره راه های مختلفی را برای افزایش سرعت وسایل مختلف مانند اتومبیل و هواپیما را امتحان کرده است، شکستن دیوار صوتی در سال ۱۹۴۷میلادی یکی از بزرگترین دستاوردهای انسان بود ، پس از پرواز اولین هواپیما در آسمان، خلبان ها در تلاش برای افزایش هرچه بیشتر سرعت هواپیماها بودند" اما هرچه سرعت هواپیما بیشتر شود ، حرکت هواپیما نامنظم تر و نیروی وارد شده بر آن بیشتر خواهد بود. بنابراین، افزایش سرعت هواپیما به بیش از سرعتی مشخص ، بسیار خطرناک و با ریسک بسیار زیادی همراه بود .

خلبانان سعی کردند با انجام شیرجه های خطرناک در

پنجره اتاقتان نشسته اید ناگهان صدایی غرش مانند در آسمان می شنوید، به کنار پنجره می روید و به آسمان نگاه می کنید. بله، درست است صدایی که شنیده اید برای عبور هواپیما است.

صدای هواپیما قبل از رسیدن هواپیما به مکانی که هستید، به شما رسیده است، این حالت هنگامی رخ می دهد که هواپیما با سرعتی کمتر از سرعت صوت حرکت می کند. اگر سرعت هواپیما افزایش یابد و به نزدیکی سرعت صوت برسد، کمی دیرتر متوجه حضور هواپیما خواهید شد، به بیانی دیگر، هنگامی متوجه هواپیما خواهید شد که در فاصله نزدیکتری نسبت به شما قرار دارد، هر چه سرعت هواپیما به سرعت صوت نزدیک تر شود، فاصله آن تا امواج صوتی کمتر میشود.

لحظه ای را تصور کنید که به آسمان نگاه میکنید و هواپیمایی را می بینید که با سرعتی برابر سرعت صوت یا

سرعت های زیاد بر مشکل، غلبه کنند اما نتایج بدست آمده بسیار ناگوار بودند. سرانجام طراحان هواپیما قسمتی بنام تثبیت کننده افقی متحرک را به هواپیما اضافه کردند و رویای افزایش سرعت هواپیما تا سرعتی برابر سرعت صوت را به واقعیت نزدیک کردند. در ۷ اکتبر همان سال، چاک ییگر، برای نخستین بار دیوار صوتی را شکست، پس از آن و با طراحی های پیشرفته تر، سرعت هواپیما های فراصوت حتی به بیش از ۳ برابر سرعت صوت رسید. سرعتی که در آن دیوار صوتی شکسته میشود به عامل های زیادی مانند آب، هوا، و ارتفاع از سطح زمین بستگی دارد. در حالت کلی مقدار این سرعت در حدود ۱۲۳۹ کیلومتر بر ساعت است.

چه اتفاقی هنگام شکستن دیوار صوتی می افتد؟

هواپیما به هنگام پرواز در آسمان صدا دارد، هنگامی که کنار



سرعت صوت حرکت کرد. سالها خلبان های زیادی در نیروی هوایی تلاش کردند سریعتر از سرعت صوت حرکت کنند اما موفق نبودند، زیرا حرکت هواپیما در این سرعت با تلاطم زیادی همراه بود و حتی ممکن بود از هم بپاشد و جان خلبان به خطر بیفتد، هنگامی که سرعت هواپیما به سرعت صوت نزدیک میشود، فشاری در تمام جهت ها بر آن وارد می شود و منجر به تکان خوردن و حرکت هواپیما به اطراف میشود و این تکان ها تا زمان کاهش سرعت ادامه می یابد و همانطور که میدانیم کاپیتان ییلگر تمام این تصورات را به هم زد.

باید بدانیم که هوا سیال است. قایق هنگام حرکت در آب موج های کوچکی در سطح آب تولید میکند، این موج ها در

یک ماخ بیشتر، حرکت می کند. اگر به درخت های مسیر هواپیما نگاه کنید، به این نکته پی خواهید برد که به هنگام عبور هواپیما خم می شوند این گونه به نظر می رسد که نیرویی نامرئی بر آنها وارد شده است، هواپیمای مافوق صوت به هنگام عبور از هر نقطه ای در آسمان فشار را در آن نقطه به صورت ناگهانی افزایش می دهد و صدایی شبیه به انفجار شنیده میشود، به این صدا، انفجار صوتی گفته میشود.

اگر هواپیما با سرعتی فراتر از سرعت صوت حرکت کند انفجار صوتی اتفاق می افتد؟

همانطور که می دانیم کاپیتان چاک ییلگر، خلبان نیروی هوایی ارتش آمریکا، نخستین خلبانی بود که سریعتر از



صوت است. به بیانی دقیق تر عدد مذکور نشان دهنده نسبت سرعت محلی جسم. به سرعت صوت است عدد ماخ در صنعت هوافضا کاربرد زیادی دارد. لازم به ذکر است صوت در شرایط عادی در سطح دریا دارای سرعتی معادل ۳۳۲ متر بر ثانیه می باشد که این سرعت با افزایش ارتفاع و کاهش فشار و تراکم هوا کاهش یافته و در ارتفاعات بالاتر، صوت فواصل را با سرعت کمتری طی میکند.

عدد ماخ بحرانی به سرعتی که در آن حداقل یکی از سطوح هواپیما به سرعت صوت رسیده باشد، گرچه این پدیده در مورد خود هواپیما صادق نباشد، عدد ماخ بحرانی می گویند. عدد ماخ بحرانی را می توان به سرعتی که نمودار پسا در مقابل سرعت سیر صعودی میگیرد تعریف نمود. در این سرعت فرامین هواپیما کم کم شروع به درست جواب ندادن کرده و حالتی شبیه به کوبیدن بر روی بال توسط امواج ضربه ای پدید می آید که با گذر از دیوار صوتی فرامین هواپیما به حالت طبیعی خود باز میگردند. بنابراین در سرعتی که هواپیما به عدد بحرانی خود میرسد، پسا به دلیل امواج ضربه ای به طور قابل توجهی افزایش می یابد، پس باید تلاش بر آن باشد تا عدد ماخ بحرانی هر چه بیشتر با بهبود ویژگی های آیرودینامیکی افزایش یابد چون اگر این اتفاق در سرعت های پایین تر رخ دهد هواپیما نیز باید از سرعت پایین تری جدال با افزایش پسا را شروع کند.

هیچ هواپیمایی بالاتر از ارتفاع سرعت صوت پرواز نمی کند به جز شاتل های فضایی هنگام بازگشت از فضا.

جلوی قایق و به سمت جلو منتشر میشوند، این حالت دقیقا مشابه حرکت هواپیما در آسمان است، هنگامی که هواپیما حرکت می کند موج هایی کروی تشکیل می شوند. اگر هواپیما سریعتر از سرعت صوت حرکت کند صدای آن را نمیشوینیم تا از بالای سرمان عبور کند و این بدان معناست که هواپیما سریع تر از امواج صوتی که ایجاد میکند حرکت میکند. در این حالت، فشار بین جلو و انتهای هواپیما به طور ناگهانی تغییر می کند، این تغییر ناگهانی منجر به ایجاد موج ضربه ای یا انفجار صوتی می شود و باید بدانیم که ماخ است. انفجار صوتی صدای موتور هواپیکا نیست، بلکه رهایی شدید فشار، بین موج ضربه ای ایجاد شده در جلوی هواپیما و هوای اطراف آن است.

به این نکته توجه داشته باشید که فشار بسیار زیادی در ناحیه ی جلوی هواپیما، ایجاد میشود. این فشار می خواهد فضای اشغال شده توسط هواپیما را پر کند. مثال ساده شده این حالت زمانی است که دست خود را به سمت بالا و پایین حرکت می دهید، مولکول های هوا روی دستتان حرکت می کنند تا فضایی را که قبلا توسط دست شما اشغال شده بود پر کنند.

تغییر فشار، دلیل اصلی تمایل مولکول ها به پر کردن فضای اصلی است.

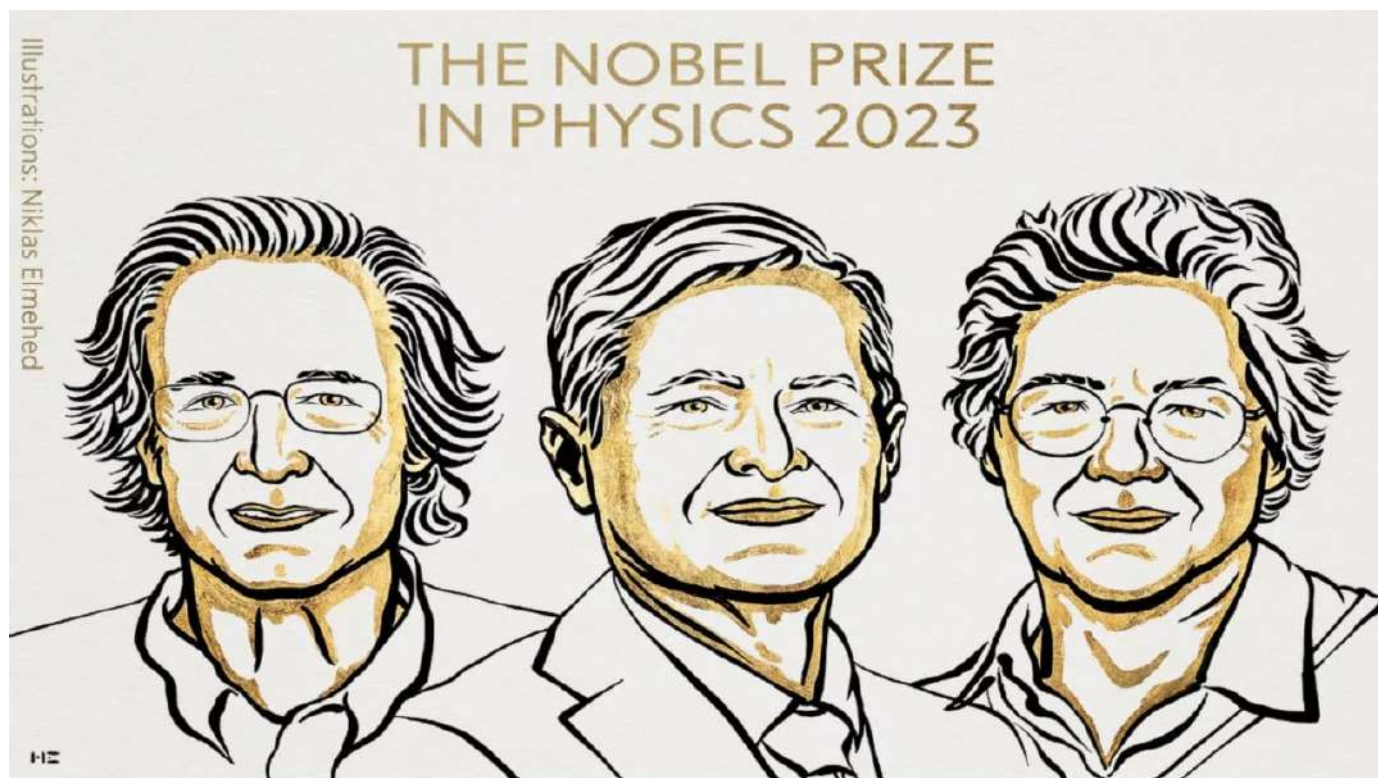
شکستن دیوار صوتی با ماشین امکان پذیر است؟

در ۱۵ اکتبر سال ۱۹۴۷ میلادی، اتومبیلی برای نخستین بار توانست به سرعت ۱۲۲۸ کیلومتر بر ساعت برسد و دیوار صوتی را بشکند. تا امروز این رکورد توسط هیچ کسی شکسته نشده است. همچنین برای آنکه اتومبیل متوقف شود، در انتهای آن چتر نجات بسته شده بود.

عدد ماخ

در مکانیک سیالات، ماخ به عددی بی بعد گفته میشود که توصیف کننده میزان سرعت یک جسم نسبت به سرعت

نوبل ۲۰۲۳ فیزیک - مروری بر تاریخچه



زمینه را برای علم آتوثانیه ۱۰-۱۸ ثانیه فراهم کرد. کار بعدی آگوستینی و کراوس نشان داد که پالس‌های آتوثانیه از ترکیب بسیاری از این هارمونیک‌ها به وجود می‌آیند. فیزیکدانان با استفاده از این فلاش‌های نوری فوق العاده کوتاه، توانسته‌اند حرکت الکترون‌ها را وقتی خیلی سریع از کنار یک اتم یا درون یک ماده می‌گذرند ثبت کنند. علم آتوثانیه کاربردهای فراوانی مانند کاوش در واکنش‌های شیمیایی و ساخت سوئیچ‌های فوق سریع ارائه می‌دهد. یک قطار از پالس‌های لیزر مانند یک نور چشمک زن strobe میکروسکوپی است که می‌تواند حرکت جسم را در یک زمان خاص جدا کند. محققان مدت‌هاست که از پالس‌های فمتوثانیه ۱۰-۱۵ ثانیه برای ثبت حرکت اتم‌ها در واکنش‌های شیمیایی استفاده می‌کنند.

جایزه نوبل فیزیک سال ۲۰۲۳ به فیزیک آتوثانیه اهدا شد، که نمای غیر مبهمی از الکترون‌های سریع در داخل اتم‌ها و مولکول‌ها ارائه می‌دهد.

جایزه نوبل فیزیک امسال به افتخار کار پیشگامانه فیزیکدانانی است که موفق به ساخت پالس‌های نوری بسیار سریع برای کاوش رفتار الکترون شدند. این جایزه به طور مساوی بین پیر آگوستینی از دانشگاه ایالتی اوهایو، فرانس کراوس از موسسه اپتیک کوانتومی ماکس پلانک در آلمان و آن لوئییه از دانشگاه لوند در سوئد به اشتراک گذاشته شده است.

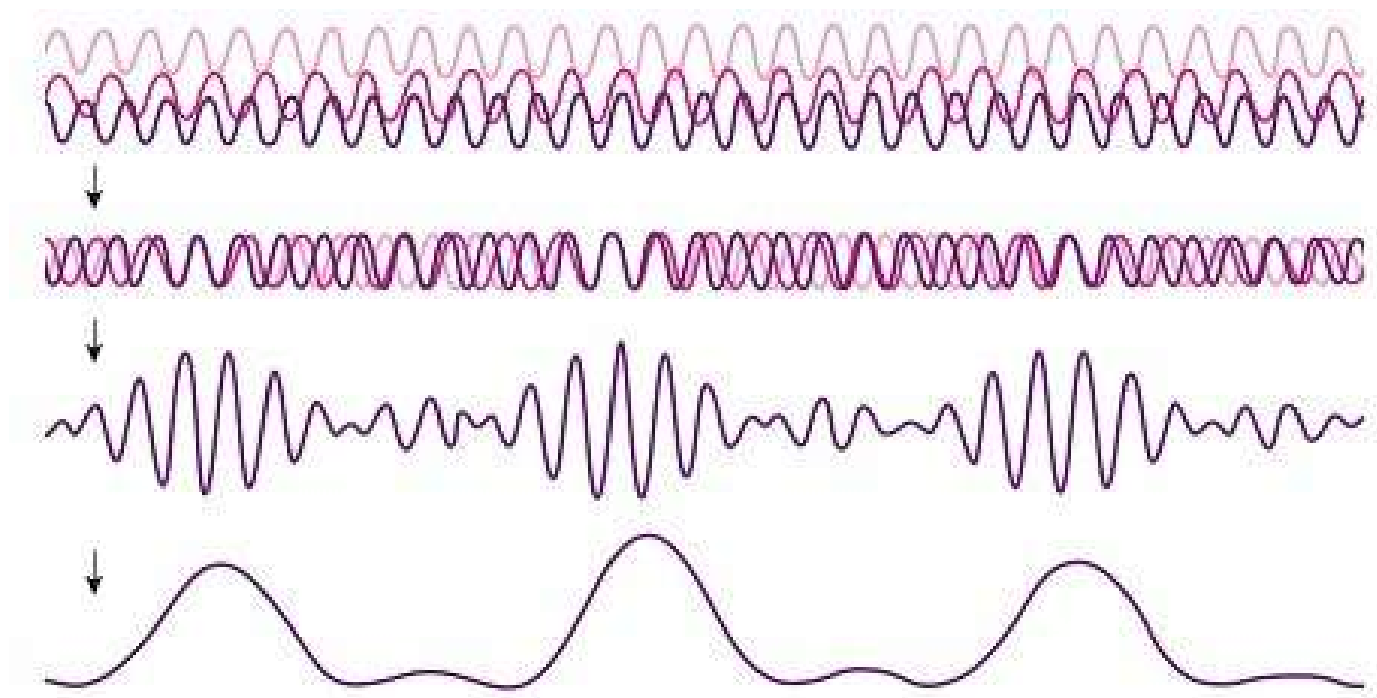
تحقیقات لوئییه با نشان دادن یک روش مبتنی بر لیزر برای تولید مجموعه‌ای از هارمونیک‌های پرانرژی - امواج نوری که فرکانس‌های آن‌ها مضربی از فرکانس لیزر ورودی است -

فرابنفش اکستریم، تا ده ها مُد هارمونیک گسترش می یابد. Maciej Lewenstein از موسسه علوم فوتونیک در اسپانیا می گوید: این تراز صاف کاملاً غیرمنتظره بود. درک این مسطح بودنِ پهن باند و سایر ویژگی های تولید هارمونیک بالا، گامی کلیدی برای تحقق پالس های آتوثانیه بود.

تصویر (۲ - پایین صفحه): طرز تهیه پالس کوتاه. هنگامی که چندین مُد هارمونیک با هم ترکیب می شوند، شدت نور در برخی مواقع خنثی و در زمان های دیگر به دلیل اثرات تداخل افزایش می یابد. خروجی نور حاصل قطاری از پالس های کوتاه است.

لوئی، لَوِنشتاین Lewenstein و همکارانشان با تکیه بر مدل های قبلی یک مدل کوانتومی کامل از تولید با هارمونیک بالا را در سال ۱۹۹۴ ارائه کردند. تصویر اصلی یک فرآیند سه مرحله ای است که با میدان لیزری شدید شروع می شود که ساختار میدان الکتریکی درون اتم را مخدوش کرده و به الکترون اجازه می دهد به بیرون تونل بزند. این الکترون آزاد شده سپس توسط میدان لیزر تا انرژی زیادی

ایجاد این پالس ها معمولاً مستلزم ترکیب امواج با محدوده فرکانس یا پهنای باند وسیع و اجازه تداخل دادن است تا انرژی آنها در یک پنجره زمانی کوچک متمرکز شود. مت گارد از دانشگاه ایالتی لوئیزیانا می گوید: فشردن این پنجره به مقیاس زمانی آتوثانیه امکان ردیابی حرکت الکترون را می دهد، اما شما برای پالس های آتوثانیه به پهنای باند بسیار بیشتری نسبت به پالس های فمتوثانیه نیاز دارید. این پهنای باند بزرگ، مانند یک هدیه، در دهه ۱۹۸۰ با مشاهده تولید هارمونیک های بالا ظاهر شد. هنگامی که یک لیزر پرقدرت به گاز اتم شلیک می شود، نور خروجی ترکیبی از امواج مختلف است که فرکانس همگی شان مضربی از فرکانس لیزر است. ظاهر شدن چنین هارمونیک هایی معمول است مانند زمانی که سیم گیتار زده می شود، اما هارمونیک های تولید شده توسط لیزر از این جهت شگفت انگیز هستند که امواج، یا مُدها، با افزایش فرکانس خاموش نمی شوند. در عوض، طیف هارمونیک سطح صافی (plateau) با شدت ثابت را نشان می دهد که قبل از رسیدن به قطع (cutoff) در محدوده





می کرد، جایی که با نور لیزر محرک اولیه ترکیب می شد. اتم های موجود در گاز، با الکترون های خروجی به نور وارد شده پاسخ می دادند که محققان می توانستند آنها را تشخیص دهند. زمان دریافت الکترون ها نشان میداد که نور با هارمونیک بالای این گروه تحقیقاتی شامل قطاری از پالس های ۲۵۰ آتوثانیه ای است. کراوس و همکارانش استراتژی متفاوتی را توسعه داده و سیستم خود را به گونه ای تنظیم کردند که تنها یک پالس در فرآیند تولید هارمونیک بالا ایجاد شود. آنها با استفاده از یک تکنیک اندازه گیری پالس به نام streaking، حضور پالس های ۱۵۰ آتوثانیه ای را در آزمایش خود تأیید کردند.

هنگامی که پالس های آتوثانیه به طور قطعی اندازه گیری شدند، زمان استفاده از آنها فرا رسیده بود. یکی از اولین کاربردها مطالعه اثر فوتوالکتریک بود - تولید الکترون

شتاب می گیرد. و سرانجام، الکترون دوباره توسط اتم گرفته می شود و "همه انرژی ای را که در راه به دست آورده بود، باز پس می دهد." انرژی آزاد شده به شکل مدهای هارمونیک ظاهر می شود. مدل لوئی و لئونشتاین نشان داد که چگونه آن نور به مسیرهای کوانتیزه ی الکترون های آزاد شده بستگی دارد.

سوالی که بلافاصله پیش آمد این بود که آیا مدهای هارمونیک می توانند با یکدیگر تداخل داشته و در نتیجه پالس های آتوثانیه ای تولید کنند؟. تداخل نیازمند نوعی همگام سازی، یا همدوسی (coherence)، بین تابش اتم های مختلف است. لوونشتاین می گوید: اگر اتم ها با یکدیگر تعامل نکنند، سیگنال خروجی ترکیبی آشفته خواهد بود. در سال ۱۹۹۶، او و لوئی دوباره با هم کار کردند تا از نظر تئوری نشان دهند که اتم ها نور "فاز-جفت شده" ساطع می کنند، که منجر به هماهنگی خروجی آنها می شود. آزمایش های بعدی این همدوسی را بررسی کردند. به ویژه، تیم لوئی، که همراه با گارد Gaarde به عنوان یک دانشجوی دکترا بود، نشان داد که رفتار همدوس در هارمونیک های مجزا می تواند ده ها فمتوثانیه طول بکشد. در پایان دهه ۱۹۹۰، همه نشانه ها به وجود پالس های آتوثانیه در نور تولید شده با هارمونیک بالا اشاره می کردند، اما در واقع تشخیص این پالس های فرابنفش (UV) اکستریم با مشکل مواجه شد. اکثر تکنیک های مشخصه یابی پالس در آن زمان برای این فرکانس های بالا مناسب نبودند - شیشه و سایر تجهیزات نوری به سرعت نور UV را جذب می کنند. لوونشتاین می گوید: «ما می دانستیم که قطارهای پالس آتوثانیه ای وجود دارد، اما برای نشان دادن آن به صورت تجربی نیاز به ایده ای مبتکرانه داشتیم. اینجا بود که کار آگوستینی و کراوس مطرح شد.

آگوستینی و همکارانش تکنیکی به نام RABBIT ابداع کردند که نور با هارمونیک بالا را روی یک هدف گازی متمرکز

آتوئانه کاوش می‌شوند هیجان‌زده است: شاید منجر به کنترل پالسی خواص مواد در آینده شود.

لوئی پنجمین زنی است که برنده جایزه نوبل فیزیک شده است. گارد می‌گوید: «او الگوی فوق‌العاده‌ای است. لوونشتاین می‌گوید: همه برندگان جایزه ۲۰۲۳ فیزیکدانان خارق‌العاده‌ای هستند و این برای کل حوزه علم آتوئانه بسیار زیباست.

تاریخچه نوبل

آلفرد نوبل شیمی‌دان، مهندس، مخترع، تاجر و دانشمند بشردوست سوئدی بود. او بیش از هر چیز با اختراع دینامیت و جایزه‌ی مشهور صلح نوبل شناخته می‌شود. او علاوه بر دینامیت، ۳۵۴ پتنت ثبت‌شده‌ی دیگر نیز در کارنامه‌ی خود دارد. عنصر نوبلیم در جدول تناوبی عناصر نیز به پاس قدردانی از مطالعات نوبل به نام این شیمی دان ثبت شده است.

جایزه نوبل بر اساس وصیتنامه آلفرد نوبل که در سال ۱۸۹۵ تنظیم شده است، به افرادی که در زمینه‌های مشخصی پیشتاز بوده‌اند، اهدا می‌شود.

در حال حاضر، حوزه‌های اصلی جایزه نوبل به شرح زیر است:

- جایزه نوبل ادبیات
- جایزه نوبل شیمی
- جایزه نوبل فیزیک
- جایزه نوبل اقتصاد
- جایزه صلح نوبل
- جایزه نوبل پزشکی

جایزه نوبل فیزیک

یکی از پنج جایزه نوبل است که هر سال از سوی آکادمی سلطنتی علوم سوئد به دارندگان شرایط این رشته داده می‌شود.

های آزاد زمانی که یک ماده در معرض نور با فرکانس به اندازه کافی بالا قرار می‌گیرد. با پالس‌های آتوئانه‌ای، محققان می‌توانند دقیقاً زمان‌بندی کنند که چقدر طول می‌کشد تا یک الکترون از یک ماده آزاد شود به: فوتون‌ها گروه‌بندی می‌کنند مراجعه کنید. پیشرفت‌های بیشتر به محققان آتوئانه اجازه داد تا الکترون‌ها را هنگام مهاجرت به اطراف یک اتم یا مولکول در طی واکنش‌های شیمیایی ردیابی کنند نگاه کنید به: الکترون‌ها از خودشان فیلم برداری می‌کنند. گارد می‌گوید: ما تعدادی از این فیلم‌های الکترونی را ساخته‌ایم و در پنج تا ده سال آینده تعداد زیادی از این فیلم‌ها ساخته خواهد شد. او همچنین درباره مرزی در حال ظهور که در آن مواد جامد با پالس‌های





شود. این جایزه معتبرترین جایزه‌ای است که به یک فیزیک دان داده می‌شود.

برندگان جایزه نوبل فیزیک

از سال ۱۹۰۱ تا سال ۲۰۱۱ به ۱۹۲ نفر جایزه داده شده‌است. تاکنون، شش بار کسی نتوانسته‌است آن را دریافت کند، و در برخی سال‌ها این جایزه به دو یا سه نفر داده شده‌است. بر اساس آمار تا سال ۲۰۱۱، دانشمندانی از ۲۱ کشور، جایزه نوبل فیزیک گرفته‌اند، که کشورهای؛ آمریکا ۸۶ جایزه، آلمان ۲۳ جایزه، و انگلستان با ۲۲ جایزه، با اختلاف قابل توجهی نسبت به دیگر کشورها، به ترتیب در جایگاه اول تا سوم از نظر تعداد جوایز دریافت‌شده قرار دارند. اولین جایزه نوبل فیزیک در سال ۱۹۰۱ به ویلهلم رونتگن برای کشف اشعه ایکس داده شد.

جوان‌ترین برنده نوبل فیزیک، لارنس براگ است که در ۲۵ سالگی به همراه پدرش این جایزه را برای تحلیل ساختار بلوری مواد با به‌کارگیری پرتو ایکس دریافت کرد.

کهن‌سال‌ترین برنده نوبل فیزیک، ریموند دیویس است که در ۸۸ سالگی برای شناسایی نوترون‌های کیهانی، برنده این جایزه شد.



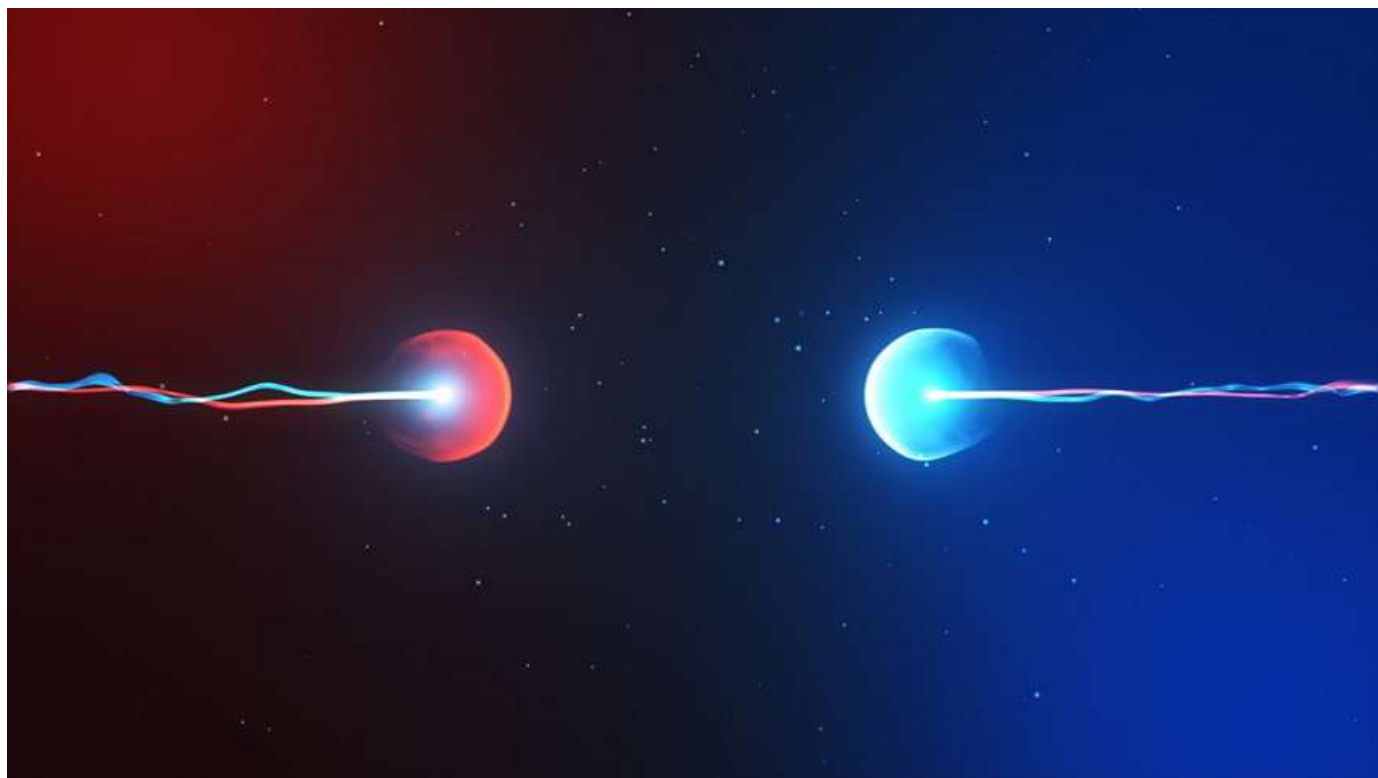
جان باردین تنها فیزیکدانی است که دو بار در سال‌های ۱۹۵۶ و ۱۹۷۲، نوبل فیزیک گرفته‌است. از نکات جالب، پدر و پسرانی هستند که این جایزه را دریافت کرده‌اند و این رابطه خانوادگی تنها در رشته فیزیک دیده می‌شود. ویلیام براگ و پسرش لارنس براگ سال ۱۹۱۵، جوزف جان تامسون سال ۱۹۰۶ و پسرش جورج پاگت تامسون سال ۱۹۳۷، مانه سیگبان سال ۱۹۲۴ و پسرش کای سیگمان سال ۱۹۸۱، نیلز بوهر سال ۱۹۲۲ و پسرش آگه بوهر سال ۱۹۷۵، پدران و پسران فیزیکدانی بوده‌اند که تاکنون جایزه نوبل گرفته‌اند. تاکنون تنها سه زن فیزیکدان در میان برندگان جایزه نوبل فیزیک بوده‌اند.

در آسیا تاکنون دانشمندانی از کشورهای ژاپن، هند، چین و

پاکستان، این جایزه را دریافت کرده‌اند. در این قاره، نخستین بار، چاندرااسکارا رامان از هند در سال ۱۹۳۰ نوبل فیزیک گرفت، و پس از آن هیدکی یوکاوا از ژاپن در سال ۱۹۴۹ این جایزه را دریافت کرد. محمد عبدالسلام از پاکستان نیز در سال ۱۹۷۹، نوبل فیزیک گرفت. در میان کشورهای آسیایی، ژاپن با ۹ جایزه در رده نخست قرار دارد.



سلاح پادماده - سلاح آن



سلاح پادماده ای

سلاح ضد ماده یک وسیله تئوری است که از ضد ماده به عنوان منبع سلاح، پیشران و مواد منفجره استفاده میشود تولید تسلیحات ضد ماده بسیار گران است (حدود ۶ میلیارد دلار در هرهه نانو گرم تخمین زده میشود) و مهار ضد ماده با فناوری های فعلی بسیار دشوار است.

بیش از ۲۰ سال است که دانشمندان معتبر تلاش کرده اند تا بحثی را در مورد پیامد های نظامی بسیار جدی تحقیقات ضد ماده انجام شده در آزمایشگاه های سراسر جهان باز کنند.

ما انسان ها و تمام دنیایی که میشناسیم، از لباس ها و لوازم خانگی و اشیا پیرامون مان گرفته تا موجودات زنده، زمین، خورشید و دیگر ستارگان ، همه از ماده ساخته

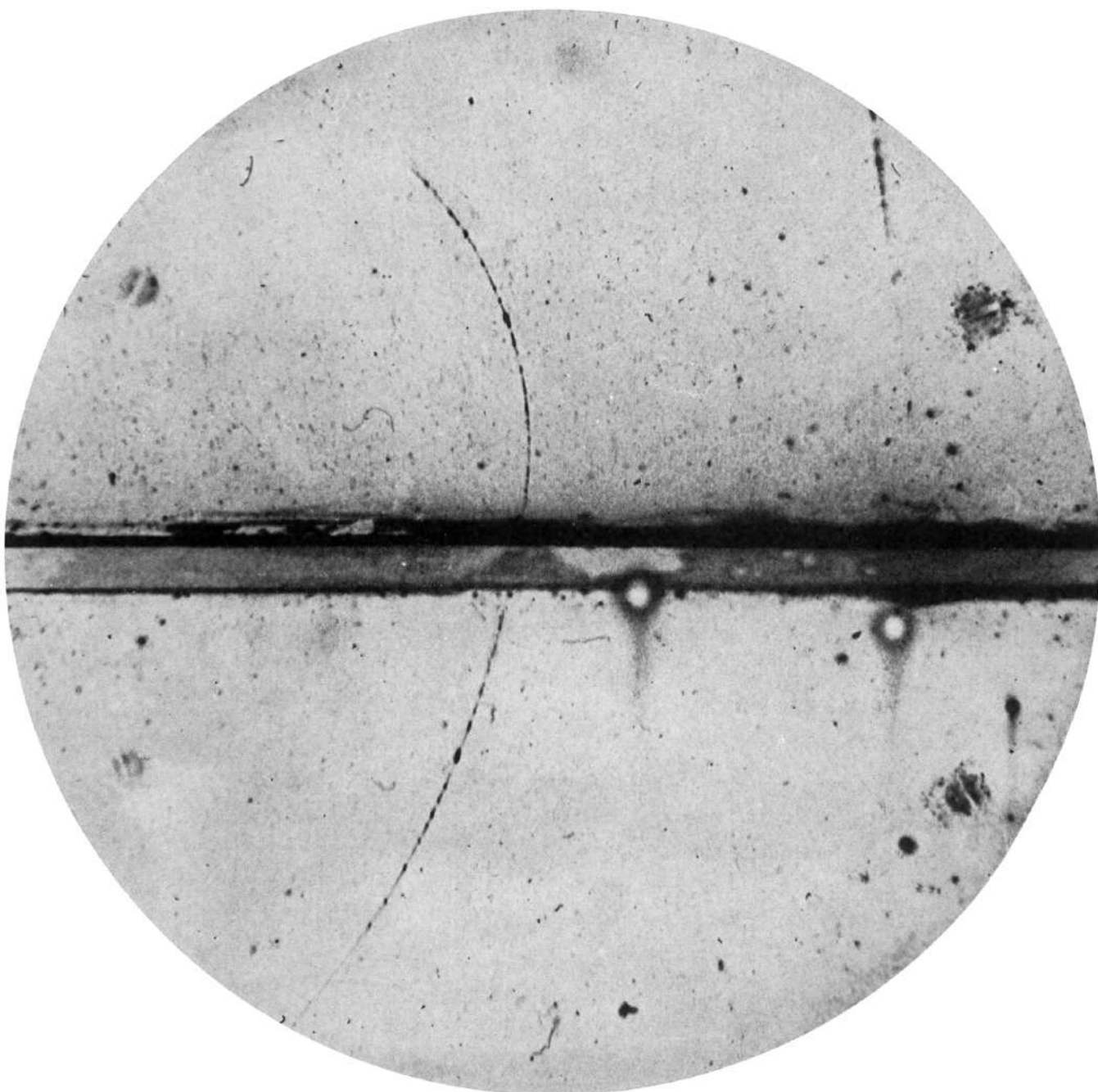
شده ایم اما آیا ممکن است دنیای دیگری هم وجود داشته باشد که همه چیز در آن تصویر اینه ای جهان کنونی ما باشد؟ اگر چه چنین چیزی وجود ندارد یا ما از آن بی اطلاع هستیم، اما واقعیت این است که در ابعاد اتمی و مولکولی، واقعا چنین چیزی وجود دارد موجوداتی که فیزیکدانان نام پادماده را برای انها انتخاب کرده اند.

در آغاز قرن بیستم، دنیای فیزیک تحت تاثیر دو نظریه ی انقلابی قرار گرفته بود، نظریه ی نسبیت خاص که توسط البرت انیشتن با قرار دادن سرعت نور در خلا به عنوان حد بالای سرعت ماده ، قوانین جدیدی برای آن بدست آورده بود و نظریه مکانیک کوانتومی که افراد زیادی مانند (پلانک، شرودینگر، هایزنبرگ، بوهر و حتی خود انیشتن) در شکل گیری آن نقش داشتند و به توصیف شرایط دنیای ریز

مقیاس و ریزاتمی می پرداخت.

فیزیکدان انگلیسی (پال دیراک) موفق شد این دو نظریه را با هم ترکیب کند و معادله ای برای توصیف وضعیت اجسام ریزمقیاس در سرعت بالا بدست آورد " این معادله می توانست رفتار الکترون هایی که با سرعت نور حرکت می کنند را به خوبی توصیف کند، اما جالب اینجا بود که این معادله برای ذره ای کاملاً شبیه به الکترون اما با بار الکتریکی مثبت نیز سازگار بود دیراک ابتدا تصور میکرد این

پاسخ ارزشی ندارد اما پس از مدتی متوجه شد این پاسخ او کاملاً درست است و معادله او وجود دسته کاملاً جدیدی از ذرات را پیش بینی میکند " دیراک نتیجه گرفت که هر ذره ای دارای پاد ذره ای کاملاً مشابه ولی با بار الکتریکی مخالف است، سرانجام در سال ۱۹۳۲ (کارل اندرسون) توانست با بررسی رد ذرات به جا مانده از پرتو های کیهانی وجود ذره ای هم الکترون اما با بار الکتریکی مثبت را اثبات کند ، این ذره که با بیش بینی های دیراک مطابقت داشت، پوزیترون



میشود هیچ چیز تغییر نکرده است، در هر دو حالت بارهای منفی و مثبت یکدیگر را جذب میکنند، بنابراین نیروهای الکتریکی و مغناطیسی که اتم ها را میسازند تا مولکول ها و مواد را به وجود آوردند، به صورت مشابه به پاداتم ها نیز اعمال میشوند تا پادمولکول ها و پاد ماده را به وجود آورند.

معمای پاد ماده گمشده

قوانین فیزیک ایجاب میکنند انرژی مهبانگ که جهان امروز ما را شکل داده است، باید مقادیر یکسانی از ماده و پادماده را بوجود آورده باشد به عبارت دیگر، وقوع هر واکنشی در جهان باعث تولید یک ذره ماده می شود به صورت همزمان پادماده آن را ایجاد میکند، بنابراین فقدان وجود پادماده در توده عالم امروزی یک معما به حساب می آید، یکی از مهمترین چالش های فیزیکدانان حل این معماست که چرا در جهان یک عدم تقارن بین ماده و پادماده وجود دارد.

یک موضوع قطعی است که ماده و پادماده مخلوط نمیشوند، اگر ماده و پادماده را با یکدیگر مخلوط کنید آنها بی درنگ یکدیگر را از بین برده و به انرژی خالص تبدیل میشوند.

وقتی ذره ای با پادذره دوقلوی خود مواجه میشود، هر دو به صورت تابشی از انرژی همچون پرتو گاما نابود میشوند. در دهه ۱۹۹۰، مشاهده نابودی الکترون ها و پوزیترون ها با شتاب دادن آنها تا سرعت نزدیک به سرعت نور آنها را به یکدیگر کوبیدند، انرژی حاصله در ناحیه ای کوچکتر از اندازه یک هسته اتم، مشابه شرایط جهان در چند لحظه پس از پیدایش آن بود.

با ثبت نتایج این شبه مهبانگ، مطالعه نحوه شکل گیری ماده پس از وقوع مهبانگ امکان پذیر بود "آزمایشات تایید کردند که انرژی قابل تبدیل شدن به مقادیر یکسان و برابر

(پادالکترون) نام گرفت و باعث شد پاد ذرات و پاد ماده از دنیای نظری پا به دنیای واقعی بگذارند.

چگونه پاد ماده بسازیم؟

اگر از کنار یک توده پاد ماده عبور کنید در مقایسه با ماده هیچ تفاوتی در آن مشاهده نمیکند، از بیرون شما قادر نیستید ماده و پادماده را تشخیص دهید حتی اگر به تک تک اتم ها نگاه کنید، تنها درون اتم ها است که ویژگی مکمل بودن آنها خود را نشان میدهد "اتم های ماده، یعنی همان چیزی که بدن من و شما و هر چیزی که در اطراف ما از آن ساخته شده است، از الکترون هایی ساخته شده است که به دور یک هسته مرکزی در حال چرخش هستند اتم ساده ترین عنصر، هیدروژن، از یک الکترون سبک وزن و یک هسته سنگین (در مقیاس اتمی) شامل یک پروتون ساخته شده است" الکترون حامل بار منفی است و پروتون به همان میزان بار مثبت دارد که این اجزا در کنار هم قرار میگیرند و اتم را شکل میدهند.

اما ذرات بنیادی در دنیای فیزیک، اصولاً به صورت ذره و پاد ذره وجود دارد، پاد ذره ها جرم برابر با ذره متناظر خود دارند ولی بار آنها متفاوت است به عنوان مثال پوزیترون به عنوان پادذره الکترون جرمش برابر جرم الکترون ولی بارش مثبت است، پادماده از همین پادذره ها ساخته شده است.

در پادذره بار هسته منفی و بار ذرات مداری مثبت است که عکس ضدماده است.

حال بیایید پادماده هیدروژن را بررسی کنیم یک اتم پادهیدروژن همین ساختار هیدروژن را دارد اما نکته متفاوت این است که بار های الکتریکی ذرات آن معکوس هستند، یک (پادپروتون) سنگین، مرکزی و با بار منفی به یک پادالکترون (پوزیترون) دوردست، سبک و با بار مثبت چنگ می زند.

تا آنجایی که به قانون جذب بارهای الکتریکی مربوط

بین قلمرو ماده و پادماده ایجاد شوند اما تاکنون چنین شواهدی مشاهده نشده است.

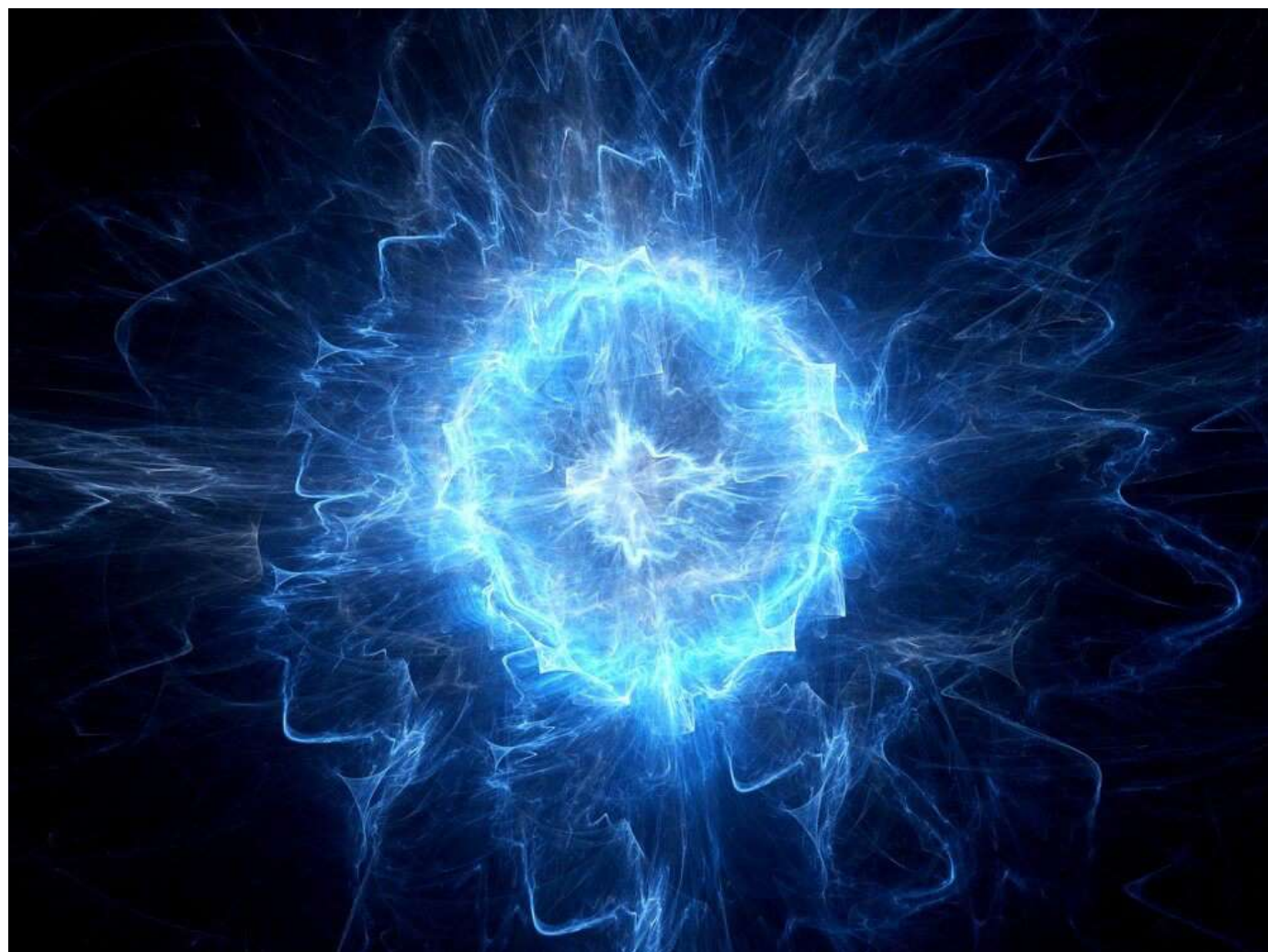
و سرانجام فرضیه سوم و پرترفدار این است که باید یک تفاوت ذاتی بین ماده و پادماده وجود داشته باشد، این بدان معناست که نابودی آنها از خود مازادی را برجای گذاشته است در واقع جهان مادی که ما آن را تجربه می کنیم.

کاربرد های پادماده

در حال حاضر کاربرد های عملی پادماده در محدوده علمی _ تخیلی قرار دارد. در حال حاضر، نابودی پوزیترون توسط الکترون، کلید تشخیص پزشکی است که تحت عنوان پرتو نگاری تابش پوزیترون شناخته میشود.

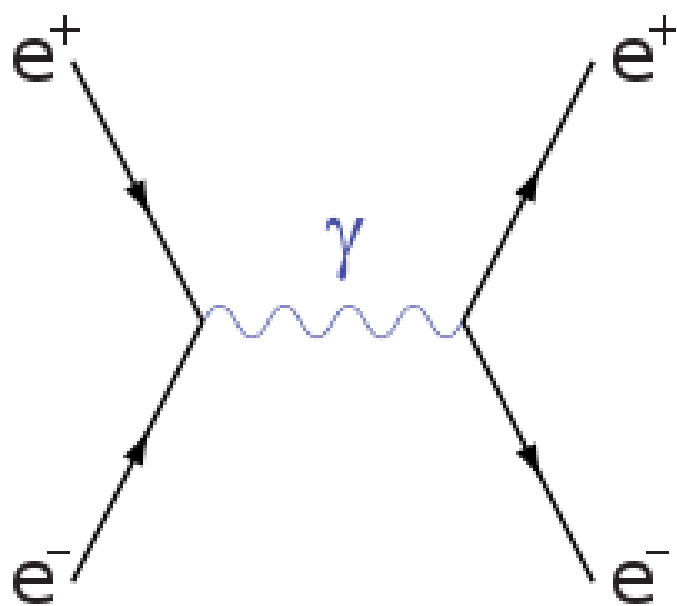
ماده و پاد ماده است، این موضوع این نظریه را که در جهان اولیه، پدیدار شدن ماده و پاد ماده در تعادل کامل با یکدیگر رخ داد را تقویت میکرد، بنابراین معمای پاد ماده گم شده کماکان به قوت خود باقی ماند.

یک احتمال این است در ابتدا مقدار ماده بیشتر از پادماده بوده باشد اما این فرض این سوال را ایجاد میکند که چرا باید چنین عدم تقارنی درونی وجود داشته باشد. احتمال دوم این است که پس از یک نابودی بزرگ، در بخشی از جهان با فزونی ماده مواجهه شده باشیم، در حالیکه در کیهان های دوردست پاد ماده شکل غالب را تشکیل میدهد. اگر چنین باشد باید شواهدی به شکل پرتو های گاما وجود داشته باشد، این پرتو ها باید در مرز مشترک



در خصوص استفاده از پادماده به عنوان منبع انرژی سفینه های فضایی، مثل آنچه در فیلم پیشتازان فضا به تصویر کشیده شده است، انرژی موجود در تنها چند گرم پادماده برای تامین نیروی مورد نیاز یک فضا پیما در سفر به مریخ کفایت میکند ، اما باز هم انرژی مورد نیاز برای ساخت پادماده به مراتب بیشتر از انرژی تولیدی آن خواهد بود مگر اینکه بتوانیم در فضای خارج از زمین ذخیره ای از پادماده پیدا کنیم و از آن به عنوان سوخت استفاده کنیم. همین شرایط برای سلاح های پادماده ای هم برقرار است. هر چند انرژی آزاد شده بمبی که روی هیروشیما انداخته شد، تنها معادل انرژی خالص از نابودی یک گرم پادماده است. اما پادماده هرگز نمی تواند یک سلاح کشتار دسته جمعی باشد.

تولید یک گرم پادماده ۱۰ میلیارد سال زمان خواهد برد و ۱ میلیارد بطری مغناطیسی برای ذخیره سازی آن مورد نیاز است.



جریان متناوب - پیروزی تسلا



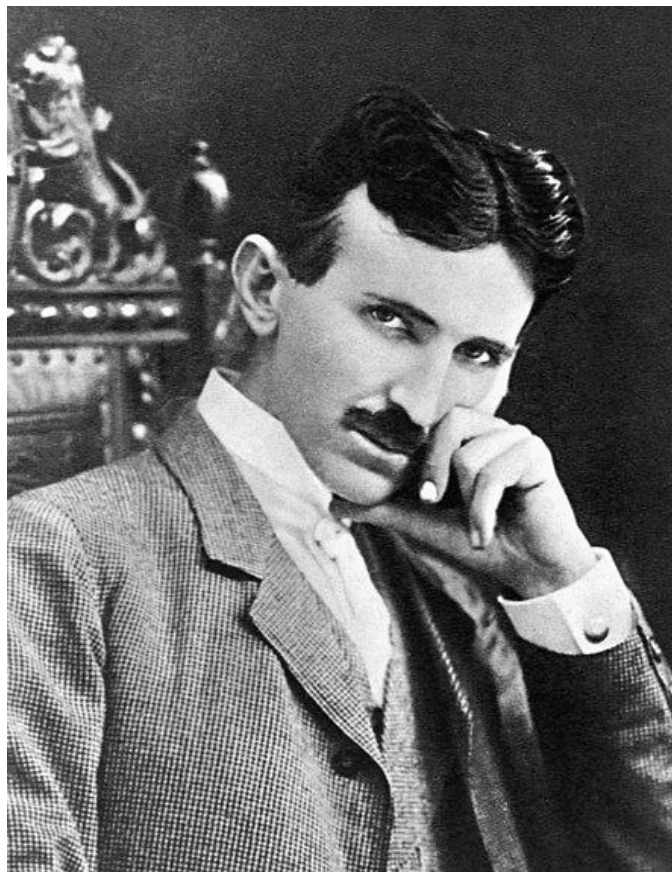
شد، در تنگدستی از دنیا رفت. مهمترین اختراع تسلا ایجاد سیستمی بود که الکتریسیته را به شکل جریان متناوب تولید می‌کرد. سپس آن الکتریسیته را توسط خطوط انتقال نیرو، با همان ماهیت متناوب، به همه جا انتقال می‌داد. سیستمی که انسان مدرن برای رفع نیازش بعد از گذشت ۱۳۰ سال، همچنان از آن استفاده می‌کند. بدون ظهور تسلا در آن دوره، این امکان وجود داشت که ما امروزه هنوز در دنیای تاریک زندگی کنیم.

کودکی تسلا

تسلا در سال ۱۸۵۶ در یک شهر کوچک که ما آنرا امروز به نام کروواسی می‌شناسیم، بدنیا آمد. او از همان کودکی شخصیتی رویاپرداز داشت و نبوغ اختراع کردن را از همان

نیکلا تسلا فیزیکدان، مخترع، مهندس برق و مهندس مکانیک بود. وی بیشتر برای نقش خود در طراحی سیستم نوین برق رسانی بر اساس جریان متناوب شناخته می‌شود. نیکلا تسلا انسان عجیب و مرموزی بود. او نابغه‌ای بود که دنیا را وارد عصر مدرن کرد. با این وجود، در کتابها و رسانه ها از او بندرت یاد می‌شود. در این داستان، چگونگی رابطه و همکاری او با توماس ادیسون و جرج وستینگهاوس و نیز تلاشش برای تولید جریان برق متناوب بیان می‌شود.

جریان برق متناوب، رادیو، ریموت کنترل و اشعه‌ی ایکس، تنها نمونه‌ای از اختراعاتی هستند که او به مردم جهان تقدیم کرد. تسلا قابلیت‌های بالایی داشت. با این وجود و با تعداد بیشمار اختراعاتی که در طول عمرش از او حاصل



دوران در وجود خود حس می‌کرد. مثلاً در سن پنج سالگی، ایده‌ی ساخت یک آسیاب آبی به ذهنش خطور کرد. بنابراین، آنرا ساخت که از هرچه که تا آن زمان ساخته شده بود، بسیار متفاوت بود. اما ایده‌هایش همیشه موفق نبودند. مثلاً، یکبار وقتی که کم سن و سال بود، تلاش کرد که با کمک یک چتر، پرواز کند. اینکار را کرد و از روی پشت‌بام خانه‌اش پرید، اما سقوط کرد و آسیب دید. باری دیگر قصد داشت تا وسیله‌ای را بسازد تا به کمک نوعی سوسک بتواند به آن حرکت ببخشد. اما دوستش سوسک‌هایش را خورد و او را ناکام گذاشت.

نیکلا تسلا در طول عمرش از یک بیماری عجیب هم رنج می‌برد. به این صورت که گاهی اوقات فلش نوری را در ذهن خود می‌دید. حتی گهگاهی از شدت بیماری، این نورها بصورت تصاویر مجازی در ذهنش ایجاد می‌شدند. در چنین مواقعی، تسلا قادر به تشخیص این تصاویر از واقعیت نبود. یکبار در کودکی در یکی از آن تصاویر، آبشار نیآگارا را دید که با ریزش آب بر روی یک چرخ گردان شبیه به چرخ آسیاب، آنرا می‌چرخاند. بعدها در مورد این ماجرا با عمویش صحبت کرد و وعده داد که روزی به آمریکا سفر خواهد کرد و آن خیال را در کنار آبشار نیآگارا محقق می‌کند.

مهاجرت به آمریکا

تسلا در سن ۲۸ سالگی به آمریکا مهاجرت کرد. پس از ورود، سراغ مشهورترین مخترع آن زمان یعنی توماس ادیسون رفت تا برای او کار کند. وقتی وارد نیویورک شد فقط چهار سنت در جیبش بود. علاوه بر آن، یک معرفی‌نامه برای توماس ادیسون به همراه داشت که یکی از شرکای تجاری ادیسون در اروپا برای او نوشته بود.

آشنایی و همکاری با توماس ادیسون

امروزه شهرت ادیسون بیشتر بخاطر اختراع لامپ است، اما واقعیت این است که او در طول عمرش بیش از هزار اختراع

داشت. در آنزمان، ادیسون یک کارخانه‌ی تولید برق داشت و موفق نیز بود. او سیستمی را اختراع کرده بود که الکتریسیته را به شکل جریان مستقیم تولید کرده و توسط خطوط انتقال نیرو، با همان ماهیت مستقیم انتقال می‌داد.

وقتی ادیسون تسلا را دید، فهمید که با یک نابغه طرف است و به هوش سرشار او پی برد. بنابراین، تصمیم گرفت که او را به خدمت بگیرد. او به تسلا پنجاه هزار دلار پیشنهاد داد تا کارخانه‌ی برقش را ارتقا ببخشد. پنجاه هزار دلار در آنزمان معادل یک میلیون دلار امروز بود. تسلا برای ادیسون مشغول بکار شد و سخت کار کرد. او بمدت یکسال هر روز بدون تعطیلی، از صبح ساعت ۵:۳۰ تا ۱۰:۳۰ شب کار می‌کرد. سرانجام، تسلا کارخانه‌ی برق ادیسون را ارتقا داد که همین امر سبب ثروتمندتر شدن توماس ادیسون شد.

برای مسافتهای بلند باعث افت ولتاژ و ضعف جریان می شد. برای جبران این ناکارآمدی، ادیسون مجبور بود در فواصل کوتاه اقدام به ایجاد کارخانه های برق متعدد کند. این یعنی صرف کردن هزینه ی سرسام آور برای بهره مند شدن مردم ایالات متحده از موهبت برق. از این رو، پرداخت هزینه های اضافی از جیب خود مردم باید صورت می گرفت. ضمن اینکه انجام اینکار بسیار زمانبر نیز بود. البته تعدد زیاد این کارخانه ها برای ادیسون پول و ثروت بیشتری به همراه داشت.

آشنایی و همکاری با وستینگهاوس

نیکلا تسلا اما در این میان یک ایده داشت. او معتقد بود که جریان برق متناوب که کسی جز خود او از آن چیزی نمی دانست، روشی بسیار کارآمد برای تولید برق و انتقال آن به سرتاسر کشور است. او بدنبال شخصی ثروتمند می گشت که در این راه یعنی تولید و انتقال برق متناوب سرمایه گذاری کند. پس از تلاش فراوان، سرانجام موفق شد تا شخص مورد نظرش را پیدا کند. آن شخص کسی نبود بجز جرج وستینگهاوس. او در آن زمان یک تاجر بسیار ثروتمند بود. سرانجام همکاری این دو نفر جواب داد. جریان برق متناوب تولید شد که بمراتب ارزانتر، امن تر و کارآمدتر بود. اما ادیسون در سوی دیگر ماجرا قرار داشت. او متوجه شد که چنانچه جریان برق متناوب تسلا بتواند در نظر همه ی مردم آمریکا و سرمایه گذاران مورد قبول واقع شود، باعث ورشکستگی شدیدش خواهد شد. از این رو، دست بکار شد و به شروع به انتقاد از تسلا و اختراع او در سرتاسر ایالات متحده کرد. این دعوا بین این دو مخترع به نام جنگ جریان معروف است. ادیسون هر جا وارد می شد شروع به بدگویی از تسلا و اختراعش می کرد. او مردم را می ترساند و می گفت جریان برق متناوب تسلا بسیار خطرناک است و باعث برق گرفتگی و مرگ مردم خواهد شد. اما حقیقت چیز

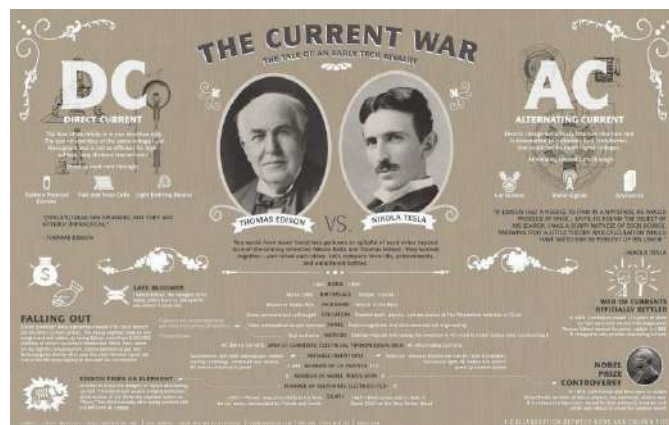
ادیسون بعد از این ماجرا ثروت زیادی اندوخت. اما وقتیکه با تسلا مواجه شد که از او طلب پنجاه هزار دلار پولش را می کرد، به او نیشخندی زد و گفت: نیکلا، کدام پول؟! من با تو شوخی کردم. این مشکل توست که از شوخ طبعی آمریکایی ها چیزی سر در نمی آوری!!

جدایی از توماس ادیسون

تسلا دیگر سراغ آن پول را نگرفت اما شدیداً ناراحت و غمگین شد. دیگر نمی توانست به ادیسون اعتماد کند، از این رو، او را ترک کرد. تسلا یک مهندس بود و از کرواوسی به امید کار با ادیسون به آمریکا مهاجرت کرده بود. از طرف دیگر، در آنزمان بجز ادیسون کسی نمی توانست شغل مورد نظر تسلا را تامین کند. بنابراین، پس از رها کردن همکاری با ادیسون، برای مدتها بیکار ماند. از این رو، مجبور شد به کار دیگری تن دهد. آن کار، حفاری زمین با بیل و کلنگ بود، آنهم برای عبور خطوط انتقال برق مستقیم کارخانه ی ادیسون که خود تسلا باعث ارتقا و حیات مجدد آن شده بود!!

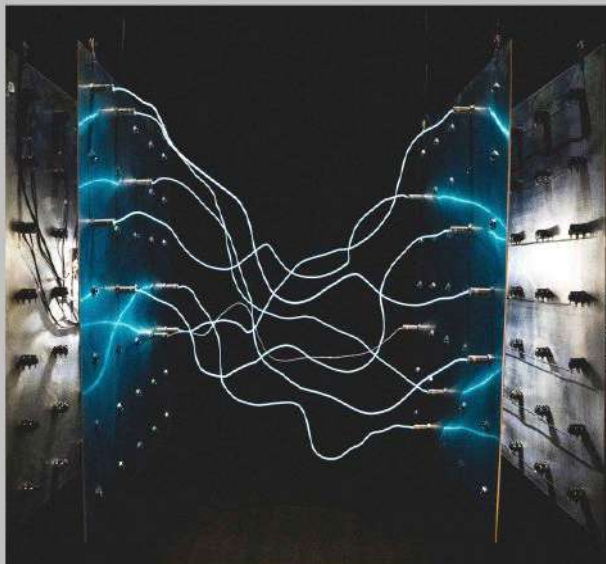
ناکارآمدی جریان برق مستقیم

در آن زمان ادیسون با یک مساله دست و پنجه نرم می کرد. مشکل این بود که جریان برق مستقیم یک روش کارآمد و بهینه برای انتقال نبود. بدین معنا که جریان مستقیم تنها برای مسافتهای کوتاه کارایی داشت. استفاده از آن سیستم



جنگ جریان‌ها

نبرد بر سر جریان مستقیم و متناوب



زمینه‌ی صنعت برق و الکتریسیته در همه‌ی جهان بود. حالا، همه دیگر می‌دانستند که جریان برق متناوب تسلا بسیار کارآمدتر و بهتر از جریان برق مستقیم ادیسون است.

در نهایت جنگ جریان‌ها پایان یافت و تسلا پیروز شد. یک دانشمند در مراسم ترحیم تسلا حضور پیدا کرد و در سخنرانی که داشت اعلام کرد: بدون تسلا و اختراعاتش چرخه‌های صنعت متوقف می‌شدند، اتومبیلها و قطارها از حرکت می‌ایستادند، شهرها در تاریکی باقی می‌ماندند و کارخانه‌ها ساخته نمی‌شدند.

امروزه تصور دنیایی بدون جریان برق متناوب تسلا ناممکن است. سیستمی که همچنان دارد کار می‌کند. هر چراغی که روشن است، هر تلویزیون، کامپیوتر و یا هر وسیله‌ی برقی که داریم استفاده می‌کنیم، بدون ظهور تسلا و نبوغی که داشت ممکن نبود.

دیگری بود. جریان متناوب بسیار امن‌تر و کارآمدتر بود.

جنگ جریان

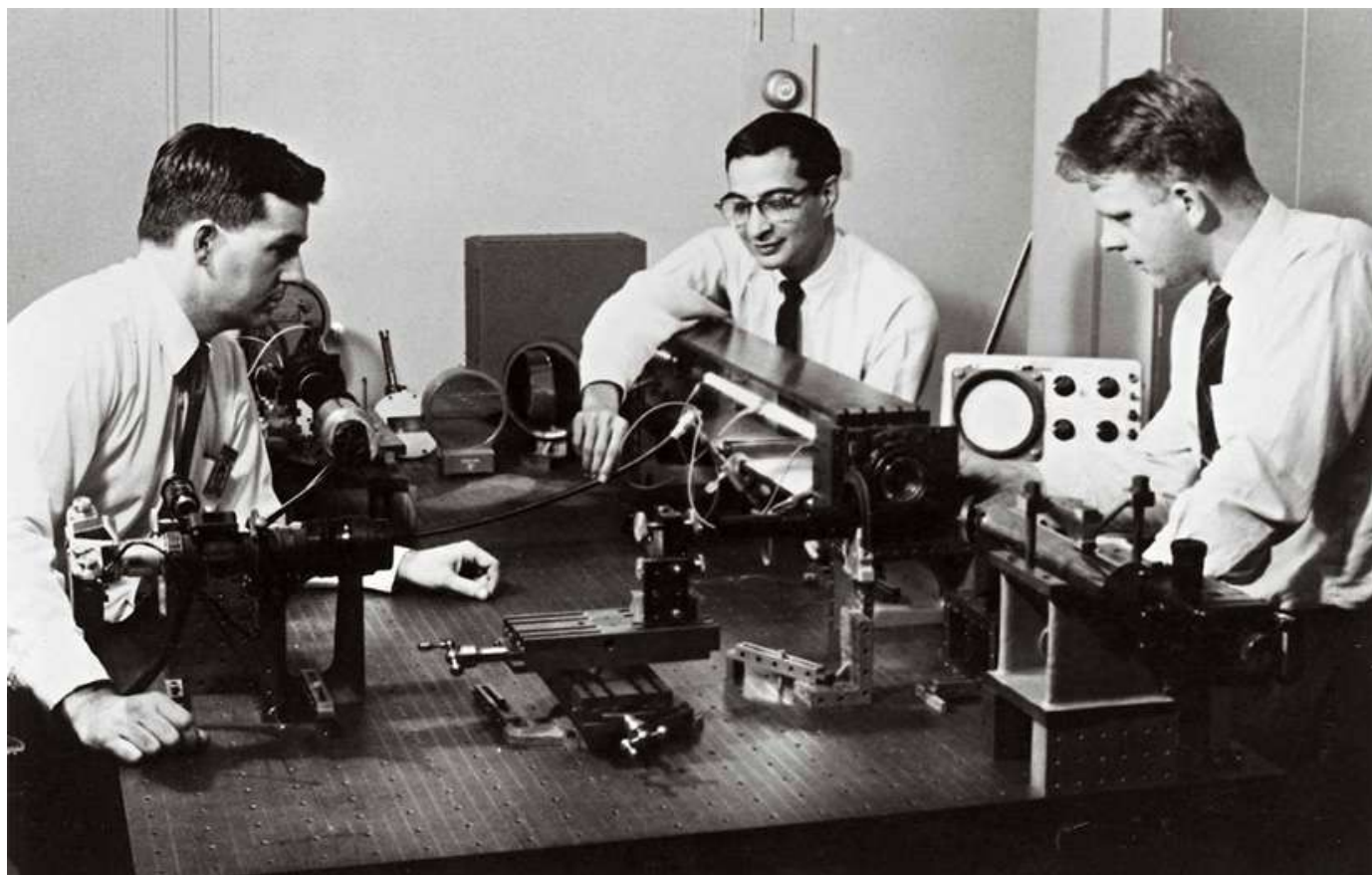
ادیسون انتقاداتش را ادامه داد. او اقدام به مسافرت به سرتاسر کشور کرد و هرجا ورود می‌کرد، شروع به معرکه گیری کرده و مردم را دور خود جمع می‌کرد. با آوردن حیوانات بیچاره به آن تجمعات و اتصال برق به آنها باعث مرگشان می‌شد تا در این رقابت پیروز شود و حرف خود را اثبات کند. در این میان تعداد زیادی گربه، سگ، خوک و حتی یک فیل با بیرحمی کشته شدند.

البته ادیسون در این قاعله‌ای که به راه انداخته بود، فقط وانمود می‌کرد که برق متناوب باعث مرگ می‌شود. و صحبتی از اینکه برق مستقیم هم می‌تواند منجر به مرگ شود، نمی‌کرد. در این بین فکری به ذهن ادیسون رسید. او مقامات نیویورک را قانع کرد تا از قابلیت مرگ‌آور بودن جریان برق متناوب، برای ساخت نخستین صندلی الکتریکی بمنظور اعدام متهمین استفاده کند. هدفش این بود تا بیشتر بتواند حرفش را به کرسی بنشاند. این اختراع جدید ادیسون یک روش دردناک و تدریجی برای اعدام بود.

آغاز تولید برق متناوب

در آنسوی دیگر ماجرا، تسلا اما به آرامی داشت هدف خود را پیش می‌برد و به پیروزی در این دعوا نزدیک می‌شد. سرانجام در سال ۱۸۹۳، تخیل دوران کودکی‌اش به واقعیت پیوست. تسلا و وستینگهاوس یک قرارداد را با دولت ایالات متحده منعقد کردند. دولت آنها را موظف کرد که یک نیروگاه تولید برق متناوب در کنار آبشار نیاگارا بسازند. او فقط در طی یک روز توانست مقدار برقی را تولید کند که بیشتر از مجموع همه‌ی نیروگاههای برق دنیا بود. در همان سال، وستینگهاوس توانست یک قرارداد دیگر با دولت ببندد که برق مورد نیاز نمایشگاه بین‌المللی شیکاگو را تامین کند. آن نمایشگاه، بزرگترین نمایشگاه در

دکتر علی جوان - مخترع اولین لیزر گازی



۱۹۴۸ میلادی (۱۳۲۷ شمسی) تهران را به مقصد ایالات متحده آمریکا ترک کرد. پس از اقامت در آمریکا بلافاصله برای اخذ مدرک دکتری، وارد دانشگاه کلمبیا (سومین دانشگاه برتر پس از پرینستون و هاروارد واقع در منتهن در نیویورک سیتی) شد. او در کنار تحصیل، به یادگیری هنر نیز علاقه پیدا کرد به طوری که به گفته ایشان آثار موسیقیدانان بزرگ مانند: موتزارت و یوهان سباستین باخ یکی از شاخه های علم ریاضیات است. در دانشگاه کلمبیا با چارلز هارد تاوونز (فیزیکدان آمریکایی که در حوزه لیزر تحقیق می کرد و به همراه الکساندر میخایلوویچ پروخوروف و نیکولای گنادیوویچ پاسوف، توانستند جایزه نوبل فیزیک را به نام خود ثبت کنند) تحصیل کرد و رفاقتی بین این دو ایجاد شد.

کودکی و تولد علی جوان

علی جوان در خانواده ای اهل تبریز، در تهران در ۵ دی ۱۳۰۵ شمسی (۲۷ دسامبر ۱۹۲۶ میلادی) چشم به جهان گشود. وی در دوران ابتدایی تحصیلاتش همواره با نمرات عالی و به عنوان شاگرد اول شناخته می شد. پس از پایان دوران ابتدایی تحصیل، در دبیرستان البرز واقع در نزدیکی خیابان فلسطین رشته ریاضی را برای تحصیل انتخاب کرد. پس از دبیرستان نیز به واسطه معدل و استعداد نابی که در ریاضی و فیزیک داشت، در دانشگاه تهران تحصیلات خود را ادامه داد.

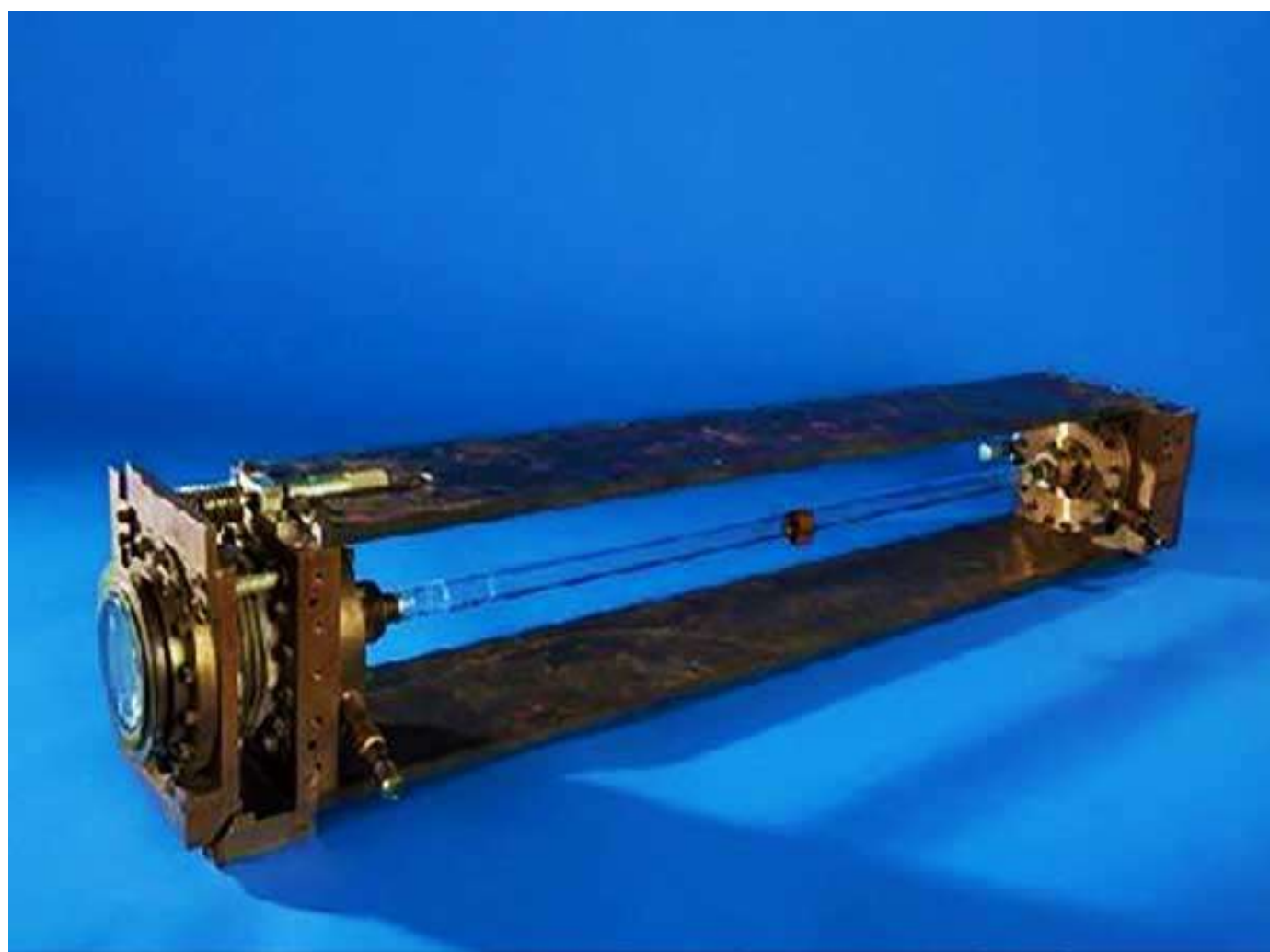
سفر به آمریکا

پس از اخذ مدرک لیسانس، برای ادامه تحصیل در اواخر سال

وی در سال ۱۹۶۱ با درجه دانشیاری به عضویت هیئت علمی مؤسسه فناوری ماساچوست درآمد و در سال ۱۹۶۴ به عنوان استاد منصوب شد. او تا قبل از فوت، استاد بازنشسته مؤسسه فناوری ماساچوست در ایالات متحده آمریکا بود. گرایش وی در فیزیک اتمی-مولکولی و اپتیک است. نام علی جوان در کنار بزرگان فیزیک جهان همانند تئودور میمن، نیکولای باسوف، گوردون گولد، آرتور لئونارد شالو، رابرت دیک، سی کومار ان پاتل (لیزرشناس هندی)، احمد زویل (دانشمند مصری که جایزه نوبل شیمی را در سال ۱۹۹۹ برده)، دنیس گابور، (برنده نوبل فیزیک در سال ۱۹۷۱)، نیکلاس بلومبرگن، چارلز هارد تاونز و الکساندر میخایلوویچ پروخورف در تاریخ علم ثبت شده است.

لیزر گازی

علی جوان مدرک دکتری خود را در سال ۱۹۵۴ میلادی (۱۳۳۳ شمسی) در حالی اخذ کرد که چارلز هارد تاونز در پایان نامه علی جوان به عنوان مشاور حضور داشت. جوان در سال ۱۹۵۸ که عضو گروه تحقیقاتی آزمایشگاه بل بود، اصول لیزر گازی را پایه گذاشت. دو سال بعد، دقیقاً در ساعت ۴ و بیست دقیقه بعد از ظهر دوازدهم دسامبر سال ۱۹۶۰ در حالیکه برف سنگینی شروع به باریدن کرده بود، موفق شد لیزر گازی هلیوم-نئون را ابداع کند. نام دو تن از همکاران وی «ویلیام به نت» و «دونالد هه ریوت» بود. فردای آنروز لیزر گازی را به وسیله فرستادن پیغامی تلفنی امتحان کرد و برای نخستین بار در تاریخ، یک مکالمه تلفنی به وسیله یک لیزر نوری انجام شد. تاریخ دقیق آن رویداد، ۱۳ دسامبر سال ۱۹۶۰ بود.





می کند و سبب می شود تا مولکول های دی اکسید کربن زودتر به ترازهای انرژی عادی یا حالت عادی خود برگردند. لیزر گازی یک نقطه عطف در تاریخ فناوری های نوین دنیا به حساب می آید. جوان قبل از اختراع لیزر گازی، تئوری لیزر سه سطحی را پایه گذاری کرد و اهمیت همگرایی فازی را در این وسیله مایکروویو (ریزموچ) نشان داد. این عمل، ایده لیزر بدون پراکندگی را معرفی کرد و او بعداً این ایده را در استفاده از اثر رامان تحریک شده گسترش داد که نهایتاً منجر به بسط نوظهور رژیم نوری شد.

پژوهش های او باعث ایجاد بزرگترین تحقیق لیزری در دهه های شصت و هفتاد میلادی شد و پس از آن بسیاری از بنیان های اولیه در استفاده از لیزر به وقوع پیوست. این بنیان ها شامل ابداعات زیادی در زمینه اسپکتروسکوپی لیزری، نخستین استفاده از لیزر برای آزمایش دقیق نسبیت خاص، و ایزوتروپی در فضا؛ ابداع تکنولوژی اندازه گیری فرکانسی دقیق در طیف نوری و نخستین ساخت ساعت های اتمیک لیزری شد.

علی جوان، چارلز هارد تاونز و آرتور لئونارد

لیزرهای گازی نوع ویژه ای از لیزر است که در آن گازی درون یک لوله شفاف، مانند لامپ مهتابی، می رود. عبور جریان از این لوله باعث رفت و آمد فوتون می شود؛ یعنی جریان الکتریکی، برای تولید نور، در یک گاز تخلیه می شود. نخستین نوع این لیزرها هلیوم-نئون بود که در لیزرهای خانگی و مدارس کاربرد دارد. لیزر گازی جوان نخستین لیزری بود که به صورت مداوم کار می کرد و باعث شد که در جهان جلب توجه کرده، پایه ای برای تحقیقات بیشتر در این زمینه باشد.

نوع دیگر لیزر، لیزر دی اکسید کربن است که می تواند نور لیزری بسیار پر قدرت تولید کند و در رادارها بکار برده می شود. همچنین، در صنایع جوشکاری و نیز برای ساخت دقیق مواردی که برای بیماران قلبی استفاده می شود، قابل استفاده است. در محفظه این لیزر هلیوم و مقداری نیتروژن هم هست. گاز نیتروژن، انرژی الکترونها را ذخیره می کند. پس از برخورد مولکول های نیتروژن به مولکول دی اکسید کربن این انرژی انتقال می یابد و مولکول های دی اکسید کربن برانگیخته می شوند. گاز هلیوم به انتقال انرژی کمک

شالو

هنگامی که علی جوان کارروی لیزرگازی را آغاز کرد، دو محقق دیگر چارلز هارد تاونز (استادش) و آرتور لئونارد شالو راهی دیگر را برای دستیابی به لیزر پی گرفتند. نظریه آن ها مبنی بر این اساس بود که نور لیزرها را می توان توسط مکش با یک منبع نور زیاد استخراج کرد؛ نظریه ای که اکنون به عنوان «پمپ کردن لیزرهای نوری» شناخته می شود. جوان اما به جای استفاده از یک منبع نور قوی، از جریان های برقی که انرژی الکتریکی را تبدیل به نور لیزری می کند، استفاده کرد.

نخستین سمپوزیوم لیزر

در سال ۱۹۷۱ بسیاری از فیزیکدانان جهان، از جمله علی جوان، چارلز هارد تاونز (برنده جایزه نوبل فیزیک)، الکساندر میخایلوویچ پروخورف، (برنده جایزه نوبل فیزیک)، سرجیو پیرا پورتو، نیکولاس برومن برگن، بوریس استوچف، پییریاکویی نوت رایموند کیدر آرتور لئونارد شالو... و ده ها فیزیکدان دیگر به ایران آمدند و در نخستین سمپوزیوم لیزر (سمپوزیوم در فیزیک بنیادی و کاربردی لیزر)، شرکت نمودند. در این مجمع علمی از تلاش های تئودور میمن کاشف لیزر جامد یاد شد. در نخستین سمپوزیوم لیزر در مورد تحقیقات نظری مبنی بر امکان نشر لیزری در ناحیه پرتو ایکس تبادل نظر شد و جوان درباره رزونانس های اتمی و مولکولی در بیناب نمایی لیزری صحبت کرد و از جمله یادآور شد که امروزه می توان پهنای وسیعی از بسامدهای امواج الکترو مغناطیس درگستره ماکروویو تا فرو سرخ دور و فرسرخ نزدیک را ترکیب و مقایسه کرد و با کمک روش های شناخته شده، گستره این طیف را به ناحیه مرئی کشید. علی جوان در این گردهمایی گفت که اکنون امیدوارانه به دنبال آن هستیم که در دهه کاربرد بیناب نمایی و دستیابی به دقت در اندازه گیری با مرتبه های بسیار بالا، از این شیوه ها بهره برداری کنیم. برای این کار باید به عناصر ساده بازگردیم و بیناب آن ها را دوباره بررسی کنیم. اتم هیدروژن و هلیوم خنثی و یونیده باید

دوباره مورد بررسی قرار گیرند. این کار مطمئناً به تعیین دگرباره ثابت پایای ریدبرگ و دیگر ثابت ها و فرایندهای بنیادین، با دقتی بیشتر منجر می شود و به زودی مقدار نهایی سرعت نور را به دست خواهیم آورد. این امر به همراه توانایی ما در اندازه گیری دقیق بسامد در ناحیه مرئی و فرسرخ منجر به دستیابی به ساعت های اتمی بسیار پیشرفته خواهد شد. این موفقیت می تواند آزمون های بهتری در ارتباط با قوانین بنیادین طبیعت و حتی پیش بینی هایی از نسبیت عام را به دست دهد. این سمپوزیوم ۲۹ آگوست - ۵ سپتامبر ۱۹۷۱ با حمایت دانشگاه صنعتی شریف تهران و با همکاری دانشگاه اصفهان و مؤسسه فناوری ماساچوست در دانشگاه اصفهان برگزار شد.

افتخارات

علی جوان عضو آکادمی ملی علوم و آکادمی هنر و علم آمریکا و عضو افتخاری مؤسسه تریسته برای ترویج علوم است.

جوان شاگرد چارلز تاونز است که در سال ۱۹۶۴ به همراه الکساندر میخایلوویچ پروخورف و نیکولای گنادیویچ باسوف جایزه نوبل فیزیک را دریافت کردند.

جوان در سال ۱۹۶۰ موفق به اختراع لیزر گازی شد و در سال ۱۹۶۴ برای تحقیقات در زمینه لیزرهای گازی، مدال استوارت بالنتاین را از انستیتو فرانکلین دریافت نمود.

شناخته شد. Guggeheim Fellow در سال ۱۹۶۶ برنده مدال بنیاد «فه نی و جان هرتز» شد و به عنوان

این فیزیکدان ایرانی در سال ۱۹۷۵ مهم ترین نشان انجمن نورشناسی آمریکا یعنی مدال فردریک ایوز را از انجمن اپتیکال دریافت کرد. در جمله ای که در کنار این نشان حک شده است از آقای جوان به خاطر «پدیدآوردن یک دستگاه نورشناختی (لیزر گازی) با کاربردهای بی سابقه در پژوهش های علمی» قدردانی فراوان شده است.

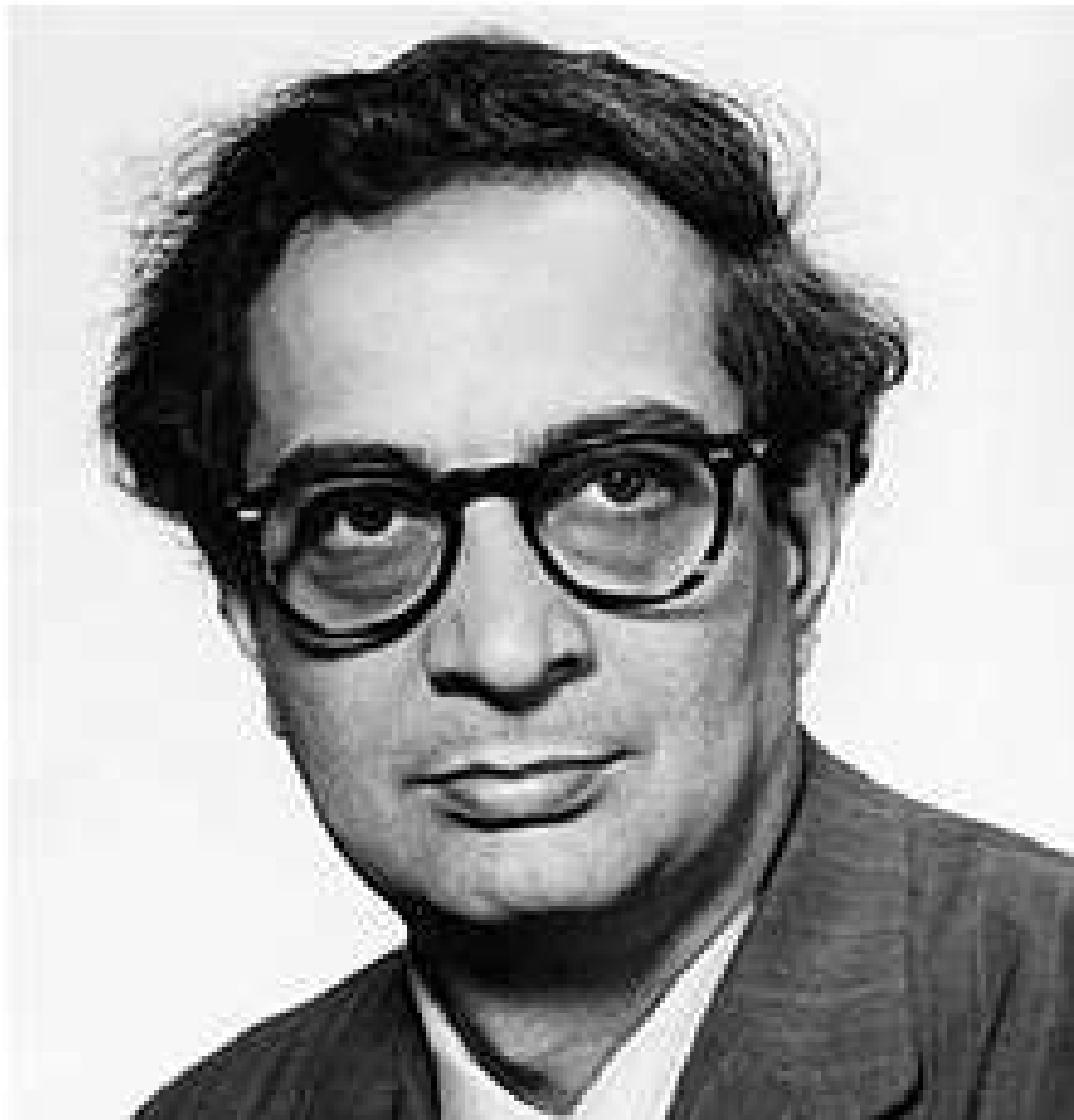
شناخته شد. Humbolt Foundation Fellow در سال ۱۹۷۹

جوان در سال ۱۹۹۳ جایزه علمی جهانی آلبرت اینشتین را

دریافت نمود. شناخته شد. Humbolt Foundation Fellow مجدداً در سال ۱۹۹۵ به عنوان او همچنین در سال ۲۰۰۷ رتبه دوازدهمین انسان نخبه را در جهان از سوی نشریه تلگراف کسب کرد.

نامگذاری روز لیزر

در ایران پنجم دی روز لیزر به نام علی جوان نامگذاری شده است. مناسبتی که برای نامگذاری این روز در نظر گرفته شد، مصادف با روز تولد وی می باشد. سر انجام علی جوان در سن ۸۹ سالگی، در ۱۲ سپتامبر ۲۰۱۶ میلادی (۲۲ شهریور ۱۳۹۵ شمسی) در لس آنجلس واقع در ایالت کالیفرنیا بر اثر مرگ طبیعی درگذشت.



نشریه تکفام

گاهنامه شماره هشتم - اردیبهشت ماه ۱۴۰۳

[@itssaeyd](https://t.me/physicsbirjand)

آیدی تلگرام انجمن فیزیک
آیدی مدیر مسئول نشریه