«به نام خالق آرامش»

نام کتاب: جهان های موازی (بخش چهارم)

نام نویسنده: میچیو کاکو

نام مترجم: سارا ایزدیار، علی هادیان

تعداد صفحات: ۱۱۰ صفحه

تاریخ انتشار: ــــــــــــــــ

کافیبوکلی
CaffeineBookly.com

@caffeinebookly

caffeinebookly

@caffeinebookly

caffeinebookly

t.me/caffeinebookly

هزینه‌ها تا حد قابل توجهی کاهش یافت. امروزه ساخت تلسکوپ‌های رادیویی با سطح موثری به اندازه سیاره زمین، دیگر تنها یک آرزو نیست.

در ایالات متحده، پیشرفته‌ترین ابزاری که از این فناوری تداخل سنجی بهره می‌گیرد، VLBA[1] است، مجموعه‌ای از ۱۰ آنتن بشقابی رادیویی که در مکان‌های مختلف از جمله نیومکزیکو، آریزونا، نیوهمپشایر، واشنگتن، تکزاس، جزایر ویرجین و هاوایی واقع شده‌اند. هر ایستگاه VLBA شامل یک آنتن بشقابی بزرگ با قطر حدود ۳۰ متراست که ۲۴۰ تن وزن دارد و ارتفاع آن به بلندی یک ساختمان ده طبقه است. علائم رادیویی در هر ایستگاه به دقت بر روی نوار ثبت می‌شوند که بعداً به مرکز عملیات سُکرو در نیو مکزیکو فرستاده می‌شوند و در آنجا به‌هم می‌پیوندند و تحلیل می‌شوند. این سیستم در سال ۱۹۹۳ با صرف ۸۵ میلیون دلار راه‌اندازی شد.

نتیجه ارتباط دادن اطلاعات این ۱۰ ایستگاه، ایجاد یک تلسکوپ رادیویی غول آسا است که ۸۰۰۰ کیلومتر وسعت دارد و می‌تواند واضحترین تصاویر را تهیه کند. مثل این که در نیویورک بایستیم و روزنامه‌ای را در لس‌آنجلس مطالعه کنیم. VLBA، «فیلم»هایی از فوران‌های کیهانی و انفجارهای ابرنواختری گرفته و دقیق‌ترین محاسبه فاصله یک جسم خارج از کهکشان راه شیری را انجام داده است.

در آینده، ممکن است حتی تلسکوپ‌های نوری هم از قدرت تداخل سنجی استفاده کنند، گرچه این امر به‌دلیل طول موج کوتاه نور بسیار مشکل است. برنامه‌ای برای‌به‌دست آوردن اطلاعات نوری از دو تلسکوپ و سپس تداخل آن‌ها در رصدخانه کک در هاوایی وجود دارد که تلسکوپ غول‌آسایی بزرگ‌تر از هر دوی آن‌ها ایجاد خواهد کرد.

اندازه‌گیری بعد یازدهم

علاوه بر جستجوی ماده تاریک و سیاهچاله‌ها، چالش برانگیزترین امر برای

1. Very Long Baseline Array

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

فیزیکدانان جستجوی ابعاد بالاتر در فضا-زمان است. یکی از بلند پروازانه‌ترین کوشش‌ها برای اثبات وجود جهانی در همسایگی، در دانشگاه کلرادو در بولدِر صورت گرفت. در آنجا دانشمندان تلاش کردند انحرافاتی از قانون مشهور عکس مجذور نیوتون را اندازه‌گیری کنند.

با توجه به نظریه گرانش نیوتون، نیروی جذب کننده میان هر دو جسم، متناسب با مجذور فاصله‌ای که آن دو از هم دارند، کاهش می‌یابد. اگر فاصله زمین از خورشید را ۲ برابر کنید، نیروی گرانش به نسبت ۲ به توان ۲، یعنی ۴، کاهش خواهد یافت. این امر، به نوبه خود، ابعاد فضا را اندازه‌گیری می‌کند.

تا آنجا که می‌دانیم، قانون گرانش نیوتون در مورد فواصل کیهانی شامل خوشه‌های بزرگ کهکشانی معتبر است. اما تاکنون کسی این قانون را در مورد فواصل خیلی کوچک با دقت کافی مورد آزمایش قرار نداده است، چرا که انجام چنین آزمایشی در حد غیرممکن بودن مشکل است. از آنجا که جاذبه نیروی ضعیفی است، کوچک‌ترین اغتشاش هم می‌تواند آزمایش را کاملاً مختل کند. حتی لرزش ناشی از عبور یک کامیون، برای لغو آزمایش اندازه‌گیری گرانش بین دو جسم کوچک کافی است.

فیزیکدان‌های کلرادو ابزاری دقیق به نام تشدیدگر فرکانس بالا ساختند که قادر به سنجش قانون گرانش در فاصله کم تا یک دهم میلیمتر بود؛ تست گرانش در چنین مقیاس کوچکی برای اولین‌بار انجام شد. آزمایش شامل دو میله تنگستنی باریک بود که در یک فضای خالی آویزان بودند. یکی از لوله‌ها با فرکانس ۱۰۰۰ بار در ثانیه ارتعاش می‌کرد، چیزی شبیه به یک تخته شیرجه. سپس فیزیکدان‌ها هر لرزشی را که درخلأ به میله دوم منتقل می‌شد، تحت نظر گرفتند. دستگاه به قدری حساس بود که می‌توانست حرکت میله دوم در اثر نیرویی معادل یک میلیاردیم وزن یک دانه ماسه را آشکار کند. اگر انحرافی در قانون گرانش نیوتون وجود داشت، می‌بایست اختلالاتی خفیف در میله دوم ثبت می‌شدند. اما بعد از بررسی فاصله‌ها توسط فیزیکدانان تا ۱۰۸ میلیونیم متر چنین انحرافی یافت نشد. طبق گفته هویل، از دانشگاه ترنتو در ایتالیا که این آزمایش را در مجله نیچر مورد تحلیل قرار داد: «نیوتون

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

هم‌چنان پیروز است.»

نتیجه منفی بود، اما این آزمایش رغبت دیگر فیزیکدانان را برای سنجش انحرافات در گرانش نیوتون در مقیاس‌های میکروسکوپی برانگیخت.

هم‌اکنون یک آزمایش دیگر در دانشگاه پِردیو در حال انجام است. فیزیکدانان در آنجا در صدد اندازه‌گیری انحرافات ناچیز گرانش نیوتون، نه در مقیاس میلیمتری بلکه در مقیاس اتمی هستند. آنان قصد دارند این عمل را با استفاده از فناوری نانو برای اندازه‌گیری اختلاف میان نیکل ۵۸ و نیکل ۶۴ انجام دهند. این دو ایزوتوپ در ویژگی‌های الکتریکی و شیمیایی کاملاً یکسانند، اما یکی از آن‌ها ۶ نوترون بیشتر دارد. در اصل تنها تفاوت میان این دو ایزوتوپ در وزن‌شان است.

این دانشمندان خیال دارند یک وسیله کاسیمیر متشکل از دو صفحه بی‌بار از جنس دو ایزوتوپ بسازند. در حالت عادی هنگامی که این صفحه‌ها کنار هم قرار داده شوند، هیچ اتفاقی روی نمی‌دهد، زیرا هیچ باری ندارند. اما اگر آن‌ها را فوق‌العاده به‌هم نزدیک کنیم، اثر کاسیمیر که در آزمایشگاه اندازه‌گیری شده است، نمایان می‌شود و دو صفحه اندکی یکدیگر را جذب می‌کنند. اما از آنجاکه هر صفحه موازی متشکل از ایزوتوپی متفاوت از نیکل است، بسته به میزان گرانش‌شان اندکی متفاوت جذب می‌شوند.

به منظور بیشینه کردن اثر کاسیمیر، صفحه‌ها باید تا حد امکان به‌هم نزدیک شوند. (این اثر متناسب است با معکوس توان چهارم فاصله بین دو صفحه، بنابراین نیروی آن با کاهش فاصله، خیلی سریع افزایش می‌یابد.) فیزیکدانان پردیو، فناوری نانو را برای ایجاد فاصله اتمی میان صفحه‌ها به کار خواهند برد. آن‌ها از فناوری جدید نوسانگرهای پیچشی میکرو-الکترومکانیکی برای اندازه‌گیری نوسانات جزئی در صفحه‌ها استفاده می‌کنند. هر تفاوتی میان صفحه نیکل ۵۸ و نیکل ۶۴ می‌تواند به گرانش تعبیر شود. به‌این ترتیب فیزیکدانان امیدوارند انحرافاتی از قوانین حرکت نیوتون را در فواصل بسیار اندک اتمی اندازه‌گیری کنند. اگر آن‌ها به وسیله این دستگاه هوشمند، انحرافی از قانون مشهور عکس مجذور نیوتون بیابند، این ممکن

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

است علامتی از وجود جهانی با ابعاد بالاتر باشد که از جهان ما به اندازه یک اتم فاصله دارد.

برخورد دهنده بزرگ هادرون

تنها ابزاری که ممکن است بسیاری از این پرسش‌ها را پاسخ دهد (LHC برخورد دهنده بزرگ هادرون) می‌باشد که هم‌اکنون ساخت آن در آزمایشگاه هسته‌ای مشهور سِرن در ژنو سویس رو به اتمام است. برخلاف آزمایش‌های قبلی روی اشکال عجیب ماده که به‌طور طبیعی در دنیای ما پدیدار می‌شوند، LHC از انرژی کافی برای خلق آن‌ها در خود فضای آزمایشگاه برخوردار است. LHC قادر خواهد بود فواصل بسیار کم تا حد 10^{-19} متر یا ۱۰,۰۰۰ بار کوچک‌تر از یک پروتون را کاوش کند و به دمایی که از انفجار بزرگ تاکنون دیده نشده است، دست یابد. کریس لِولین اِسمیت، مدیر کل سابق سرن و رئیس جدید کالج دانشگاه در لندن، می‌نویسد: «فیزیکدانان اطمینان دارند که طبیعت حقه‌ای تازه در آستین دارد که می‌بایست در این برخوردها آشکار شود، شاید ذراتی مرموز به نام بوزون هیگز، شاید مدرکی از اثری معجزه‌آسا به نام ابرتقارن یا شاید چیزی دور از انتظار که فیزیک نظری ذرات را دگرگون کند. «اکنون ۷۰۰۰ نفر از تجهیزات سرن استفاده می‌کنند که این تعداد بیش از نیمی از کل فیزیکدانان تجربی ذرات در جهان را تشکیل می‌دهد و بسیاری از آن‌ها مستقیماً در آزمایش‌ها LHC درگیرند.

LHC، دستگاه مدور قوی به قطر ۲۷ کیلومتر است که به اندازه کافی برای احاطه کردن بسیاری از شهرهای دنیا بزرگ است. تونل آن بسیار طولانی است، به‌طوری‌که واقعاً مرز فرانسه-سویس را دربرگرفته است. LHC، آنقدر هزینه‌بردار است که چند کشور اروپایی برای ساخت آن مشترکاً سرمایه‌گذاری کرده‌اند. وقتی که در سال ۲۰۰۷ کاملا راه‌اندازی شود، آهن‌رباهای قوی مستقر در تونل مدورآن، باریکه‌ای از پروتون‌ها را به حرکت در می‌آورند، تا با افزایش انرژی ضمن چرخش، تقریبا به ۱۴ تریلیون الکترون ولت انرژی برسند.

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

دستگاه شامل یک لوله بزرگ خلأ به شکل دایره است که آهن‌رباهای عظیم در سراسر طول آن با تدابیر خاص طوری قرار داده شده‌اند که مسیر باریکه ذرات را در داخل آن به شکل یک دایره خم کنند. هم‌زمان که ذرات در داخل لوله می‌چرخند، انرژی به ذرات تزریق می‌شود و سرعت اولیه پروتون‌ها افزایش می‌یابد. زمانی که باریکه ذرات سرانجام به هدف برخورد می‌کند، درخشش عظیمی از تشعشع آزاد می‌کند. اجزائی که در اثر این برخورد ایجاد می‌شوند، توسط مجموعه‌ای از آشکارسازها تصویربرداری می‌شوند تا برای یافتن شواهدی از ذرات زیر اتمی جدید و نا آشنا، مورد بررسی قرار بگیرند.

LHC واقعاً یک دستگاه غول‌پیکر است. درحالی‌که لیگو و لیزا به خاطر حساسیت معروفند، LHC در قدرت و عظمت، یگانه است. میدان مغناطیسی قوی آن، که باریکه پروتون را در قوسی دقیق منحرف می‌کند، شدتی برابر با ۸/۳ تِسلا دارد، که ۱۶۰,۰۰۰ بار از میدان مغناطیسی زمین قوی‌تر است. فیزیکدان‌ها برای ایجاد چنین میدان مغناطیسی عظیمی ۱۲۰۰ آمپر جریان الکتریکی را به داخل سیم پیچ‌هایی می‌رانند که باید تا ۲۷۱- درجه سانتی‌گراد سرد شوند، دمایی که سیم پیچ‌ها در آن مقاومت الکتریکی خود را از دست می‌دهند و به اَبر رسانا تبدیل می‌شوند. در کل دارای ۱۲۳۲ میدان مغناطیسی هر یک به طول ۱۵ متر می‌باشد که در امتداد ۸۵ درصد از کل محیط مدور دستگاه قرار گرفته‌اند.

داخل تونل پروتون‌ها شتاب گرفته و سرعت‌شان به ۹۹/۹۹۹۹۹۹ درصد سرعت نور می‌رسد، تا زمانی که به هدف برخورد کنند؛ اهدافی که در ۴ نقطه در اطراف لوله قرار دارند و بدین وسیله هر ثانیه میلیاردها برخورد رخ می‌دهد. آشکارسازهای بسیار بزرگی در آنجا نصب شده‌اند، (اندازه بزرگ‌ترین‌شان برابر با یک ساختمان ۶ طبقه است) تا بقایای برخوردها را تحلیل کنند و ذرات زیر اتمی گریزان را شکار کنند.

همان‌طور که پیشتر اسمیت اشاره کرده است، یکی از اهداف LHC یافتن بوزون هیگز گریز پا است که آخرین بخش مدل استاندارد است که هنوز

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

کشف نشده است. اهمیت این موضوع از آن روست که این ذره مسئول شکست خودبه‌خودی تقارن در نظریه ذرات است و جرم ذرات در دنیای کوانتوم را موجب می‌شود. برآورد جرم بوزون هیگز بین ۱۱۵ تا ۲۰۰ میلیارد الکترون ولت است. (در مقابل، پروتون حدود ۱ میلیارد الکترون ولت وزن دارد). ماشین بسیار کوچک‌تری به نام تواترون که در آزمایشگاه فِرمی خارج از شیکاگو مستقر شده است، می‌تواند درواقع اولین شتاب‌دهنده کاشف بوزون گریزپای هیگز باشد، به شرطی که جرم ذره واقعی خیلی زیاد نباشد. به‌طورکلی، اگر تواترون آنگونه که برنامه‌ریزی شده عمل کند، می‌تواند تا ۱۰,۰۰۰ بوزون هیگز تولید کند. اما LHC ذراتی با ۷ برابر انرژی بیشتر تولید می‌کند. LHC با ۱۴ تریلیون الکترون ولت، می‌تواند به «کارخانه» بوزون‌های هیگز تبدیل شود و میلیون‌ها عدد از آن‌ها را در برخورد پروتون‌ها تولید کند.)

هدف دیگر LHC ایجاد شرایطی است که از زمان انفجار بزرگ تاکنون دیده نشده‌اند. فیزیکدانان به ویژه اعتقاد دارند که انفجار بزرگ در اصل شامل مجموعه‌ای از کوارک‌ها و گلوئون‌های به شدت گرم بوده است که به آن پلاسمای کوارک ـ گلوئون گفته می‌شود. LHC قادر به تولید این نوع پلاسمای کوارک ـ گلوئون است که جهان را در ۱۰ میکرو ثانیه اول پیدایش‌اش تشکیل می‌داد. در LHC می‌توان هسته‌های اتم سرب را با انرژی ۱/۱ تریلیون الکترون ولت به یکدیگر کوبید. با این برخورد شدید، می‌توان ۴۰۰ پروتون و نوترون را ذوب و کوارک‌ها را در داخل این پلاسمای داغ آزاد کرد. بدین ترتیب کیهان‌شناسی با آزمایش‌های دقیق روی پلاسماهای کوارک ـ گلوئون که در آزمایشگاه صورت می‌گیرد، رفته رفته به یک علم کم‌تر نظری و بیشتر تجربی تبدیل می‌شود.

این امید هم وجود دارد که LHC قادر به یافتن حفره‌های سیاه کوچک در میان بقایایی است که بر اثر تصادم پروتون‌ها در انرژی‌های خارق‌العاده ایجاد می‌شوند، همانگونه که در فصل ۷ ذکر شد. حفره‌های سیاه کوانتومی معمولاً در انرژی پلانک ایجاد می‌شوند، که کوادریلیون برابر انرژی LHC است. اما اگر جهانی موازی در یک میلی‌متری جهان ما باشد، انرژیی که در آن اثرات

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

گرانش کوانتومی قابل اندازه‌گیری می‌شود، کاهش می‌یابد و حفره‌های سیاه کوچک را در محدوده دسترسی LHC قرار می‌دهد.

و بالاخره امید می‌رود که LHC قادر به یافتن شواهد ابرتقارن باشد، که پیشرفتی تاریخی در فیزیک ذرات خواهد بود. گفته می‌شود که ذرات ابرمتقارن، همتای ذرات عادی هستند که در طبیعت می‌بینیم. هرچند پیش‌بینی نظریه ریسمان و ابرتقارن این است که هر ذره زیر اتمی یک «دوقلو» با اسپین متفاوت دارد، ابرتقارن هرگز در طبیعت مشاهده نشده است، چراکه دستگاه‌های ما قدرت کافی برای نمایان ساختن آن را ندارند.

وجود ابرذره‌ها به ما در پاسخ به دو سوآل آزار دهنده کمک می‌کند. اول اینکه آیا نظریه ریسمان صحیح است؟ هرچند آشکارسازی ریسمان‌ها به‌طور مستقیم بینهایت مشکل است، این امکان وجود دارد که اُکتاوها یا تشدیدهای پایین‌تر نظریه ریسمان‌ها را آشکارکنیم. اگر ذرات شناسایی شوند، راه درازی را در راستای ارائه دلایل آزمایشگاهی برای نظریه ریسمان پیموده‌ایم (هر چند این نیز هنوز اثبات مستقیم صحت آن نخواهد بود).

دوم اینکه این نظریه ممکن است باورنکردنی‌ترین نامزد را برای ماده تاریک در اختیار ما قرار دهد. اگر ماده تاریک متشکل از ذرات زیراتمی باشد، آن ذرات باید پایدار و از نظر بار الکتریکی خنثی باشند. (در غیر اینصورت قابل مشاهده می‌شوند.) و آن‌ها باید برهمکنش گرانشی داشته باشند. هر سه مورد این خواص در میان ذراتی یافت می‌شوند که در نظریه ریسمان پیش‌بینی شده‌اند.

LHC که در زمان آغاز به کارش قوی‌ترین شتاب‌دهنده ذرات خواهد بود، در واقع برای اکثر فیزیکدانان دومین انتخاب است. به سال ۱۹۸۰ باز می‌گردیم که رونالد ریگان رئیس جمهور وقت، ساخت اَبربرخورد دهنده اَبررسانا (SSC) را تصویب کرد. دستگاهی غول‌پیکر با محیط ۸۰ کیلومتر که باید در حومه دالاس در تکزاس ساخته می‌شد: LHC در مقابل آن کوتوله می‌بود. در حالی که LHC قادر است از برخورد ذرات ۱۴ تریلیون الکترون ولت انرژی آزاد کند، SSC طوری طراحی شده که برخوردهایی را با ۴۰

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

تریلیون الکترون ولت انرژی ایجاد می‌کند. پروژه در ابتدا تایید شد، اما در روزهای پایانی گزارش، کنگره آمریکا به‌طور ناگهانی آن را متوقف کرد. این تصمیم ضربه‌ای مهیب برای فیزیک انرژی بالا بود و نسلی کامل را از حوزه مذکور محروم کرد.

در ابتدا بحث بر سر ۱۱ میلیارد دلار هزینه ماشین و الویت‌های علمی مهم‌تر بود. در مورد SSC میان خود اعضای جامعه علمی هم شکاف عمیقی افتاد، چرا که برخی از فیزیکدان‌ها معتقد بودند که هزینه‌های SSC از تحقیقات آن‌ها تامین می‌شود. این مجادله آنقدر شدت گرفت که حتی نیویورک تایمز هم سر مقاله‌ای انتقادی در مورد خطرات «علم بزرگ» در خاموش کردن «علم کوچک»، نوشت. (این بحث‌ها گمراه کننده بودند، زیرا منبعی متفاوت از هزینه‌های علم کوچک تامین بودجه SSC را به عهده داشت. جدی‌ترین رقیب این اعتبارات مالی ایستگاه فضایی بود، که اکثر دانشمندانش احساس می‌کنند سرمایه گذاری روی چنین پروژه‌ای فقط هدر دادن سرمایه‌های مالی است.)

با نگاهی به گذشته، مجادله همچنین بر سر این بود که بیاموزیم با عموم به زبانی که می‌توانند بفهمند، سخن بگوییم. در پاره‌ای از موارد، دنیای فیزیک از اتم‌شکن‌های بزرگی که مورد تایید کنگره بود، استفاده می‌کرد چراکه روس‌ها هم در حال ساخت نمونه مشابه آن بودند. در واقع روس‌ها در حال ساخت شتابدهنده UNK خود جهت رقابت با SSC بودند. شرافت و اعتبار ملی در خطر بود. اما اتحاد جماهیر شوروی از هم پاشید و پروژه ساخت دستگاه متوقف شد و باد به‌تدریج از بادبان کشتی SSC روی برگرداند.

شتاب‌دهنده‌های رومیزی

با LHC فیزیکدان‌ها رفته‌رفته به سقف انرژی قابل حصول از شتاب دهنده‌های نسل موجود می‌رسند. شتاب دهنده‌های بزرگ نسل حاضر، از بسیاری از شهرهای مدرن بزرگ‌ترند و ده‌ها میلیارد دلار هم هزینه داشته‌اند. آنقدر بزرگند که تنها کنسرسیوم‌های بزرگ چند ملیتی از پس هزینه‌های آن

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

برمی‌آیند. اگر قصد داریم موانع پیش روی شتاب دهنده‌های معمول را برداریم، به ایده‌ها و اصول جدیدی نیازمندیم. جام مقدس فیزیکدانان ذرات، ساخت شتاب دهنده‌های رومیزی است که قادر باشند باریکه‌هایی از ذرات با میلیاردها الکترون ولت انرژی را با کسری از اندازه و هزینه شتاب دهنده‌های معمول ایجاد کنند.

برای فهم مسئله، یک مسابقه دوی امدادی را در نظر بگیرید که شرکت کنندگان دورِ پیست مسابقه پخش شده‌اند. شرکت کنندگان قسمتی از پیست را می‌دوند و چوب امداد را به‌هم رد می‌کنند. اکنون تصور کنید هر بار که چوب امداد از یک شرکت‌کننده به شرکت‌کننده بعدی می‌رسد، نفر جدید انرژی انفجاری فوق‌العاده‌ای می‌گیرد و آن‌ها پی در پی در طول مسیر سریع‌تر می‌دوند.

عملکرد شتابدهنده ذرات هم دقیقاً همین‌گونه است، فقط به جای چوبهای امداد این باریکه‌های ذرات زیر اتمی هستند که در پیرامون مسیر مدور در حال حرکتند. هر بار که باریکه به شرکت‌کننده بعدی می‌رسد، مقداری انرژی با فرکانس رادیویی (RF) به آن تزریق می‌شود که سرعت اولیه آن را بیشتر و بیشتر می‌کند. طریقه ساخت شتاب دهنده‌های ذرات در نیم قرن گذشته اینگونه بوده است. مشکل شتاب دهنده‌های معمول ذرات این است که به سقف انرژی RF که می‌تواند برای تحریک شتاب دهنده‌ها مورد استفاده قرار گیرد، برخورد می‌کنیم.

برای حل این مشکل رنج‌آور، دانشمندان برای تزریق انرژی به باریکه، روش‌های اساساً متفاوتی را آزمایش کرده‌اند. یکی از این روش‌ها استفاده از پرتوهای لیزر است که قدرت‌شان به‌طور نمایی افزایش می‌یابد. یک مزیت عمده نور لیزر همدوس بودن آن است، یعنی همه موج‌ها در نور لیزر دقیقاً هماهنگ هستند که ایجاد پرتوی فوق‌العاده قدرتمند را ممکن می‌سازد. امروزه پرتوهای لیزر می‌توانند انفجاری از انرژی به قدرت تریلیون‌ها وات (تِراوات) در بازه کوتاهی از زمان تولید کنند. (برعکس، یک نیروگاه هسته‌ای فقط می‌تواند چند میلیارد وات نیرو تولید کند، اما به صورت پایدار) لیزرهایی

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

به قدرت ۱۰۰۰ تریلیون وات (یک کوادریلیون وات یا یک پتاوات) به‌زودی در دسترس خواهند بود.

شتاب دهنده‌های لیزری با اصل تعقیب کار می‌کنند. نور لیزر به قدر کافی داغ است تا پلاسما (سوپی از اتم‌های یونیزه) تولید کند و آنرا موج گونه شبیه سیلاب با سرعت زیاد به حرکت درآورد. سپس باریکه‌ای از ذرات زیراتمی بر امواج پلاسما سوار می‌شود. با تزریق انرژی بیشتر توسط لیزر، موج پلاسما سریع‌تر حرکت می‌کند و انرژی باریکه ذرات افزایش می‌یابد. اخیراً، با استفاده از یک لیزر ۵۰ تراواتی، دانشمندان در آزمایشگاه رادِرفورد اَپلتون در انگلیس، باریکه متمرکزی از پروتون‌ها با انرژی ۴۰۰ میلیون الکترون ولت (Mev) از یک هدف جامد خارج کردند. در مدرسه پلی تکنیک پاریس، فیزیکدانان به الکترون‌ها در طول یک میلیمتر تا Mev ۲۰۰ شتاب دادند.

تاکنون شتاب دهنده‌های لیزری بسیار کوچک و ضعیف بوده‌اند. اما یک لحظه فرض کنید که مقیاس چنین شتابدهنده‌ای به‌جای یک میلی‌متر به یک متر افزایش یابد. در این صورت قادر خواهد بود الکترون‌ها را تا ۲۰۰ گیگا الکترون ولت در بازه‌ای یک متری شتاب دهد. و به هدف شتابدهنده رومیزی جامه عمل بپوشاند. پیشرفت مهم دیگری‌در سال ۲۰۰۱ صورت گرفت که طی آن فیزیکدانان (SLAC مرکز شتاب‌دهنده خطی استنفورد) توانستند به الکترون‌ها در طول ۱/۴ متر شتاب بدهند. آن‌ها با تزریق باریکه‌ای از ذرات باردار به‌جای لیزر، موج پلاسما ایجاد کردند. با اینکه انرژی حاصله کم بود، معلوم شد که امواج پلاسما می‌توانند به ذرات باردار در طول یک متر شتاب بدهند.

پیشرفت در این زمینه تحقیقاتی بسیار سریع است. انرژی حاصله در این نوع شتاب دهنده‌ها هر ۵ سال ۱۰ برابر می‌شود. با این سرعت، شاید نمونه‌های اولیه شتابدهنده رومیزی به‌زودی عرضه شوند. در این صورت، LHC شبیه آخرین بازمانده دایناسورها خواهد بود. گرچه خوشبین هستیم، ولی هنوز مشکلات متعددی سر راه این شتاب دهنده‌های رومیزی قرار دارند. بارها سرنگون شدن موج سوارها را دیده‌اید؛ پس تصور کنید حفظ

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

باریکه ذرات روی موج پلاسما چقدر دشوار است (حفظ تمرکز، پایداری و قدرت باریکه مشکل است). اما هیچ‌یک از این مشکلات غیر قابل حل نیستند.

آینده

بختی اندک برای اثبات نظریه ریسمان وجود دارد. ادوارد ویتن، امیدوار است که در لحظه انفجار بزرگ، جهان چنان به سرعت منبسط شده باشد که شاید یک ریسمان به‌همراه آن گسترش یافته، ریسمانی عظیم در مقیاس کیهانی در فضا به‌جای گذارده باشد. او می‌اندیشد: «گرچه تا حدی خیالی است، اما این سناریوی مورد علاقه من برای تایید نظریه ریسمان است، زیرا هیچ چیز جز رصد یک ریسمان در تلسکوپ‌ها، نمی‌تواند موضوع را فیصله دهد.»

برایان گرین، پنج مثال ممکن از داده‌های تجربی که می‌توانند نظریه ریسمان را تایید کنند یا دست کم به آن اعتبار بدهند، فهرست می‌کند:

۱. جرم ناچیز نوترینوی گریزپا و شبح‌گون به‌طور تجربی اندازه‌گیری شود و نظریه ریسمان بتواند آنرا توضیح دهد.
۲. انحرافات کوچکی از مدل استاندارد، مثلاً واپاشی ذرات معینی، فیزیک ذرات نقطه‌ای را به چالش بکشد.
۳. نیرویی موثر در فواصل بزرگ (غیر از گرانش و الکترومغناطیس) کشف شود که نشانی از یک چند لایه‌ی معین Calabi-Yau باشد.
۴. ذرات ماده تاریک در آزمایشگاه شکار شوند و با پیش‌بینی‌های نظریه ریسمان مقایسه گردند.
۵. نظریه ریسمان مقدار انرژی تاریک در جهان را محاسبه کند.

من شخصاً عقیده دارم اثبات نظریه ریسمان شاید به‌جای تجربه، از ریاضیات محض حاصل آید. نظریه ریسمان باید هم انرژی‌های روزمره و هم انرژیهای کیهانی را به خوبی توضیح دهد، چون امیدواریم نظریه همه چیز باشد. پس اگر بتوانیم نظریه را به‌طور کامل تحلیل کنیم، باید قادر باشیم نه

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

فقط ویژگی‌های اشیاء عجیب و غریب واقع در عمق فضا، بلکه خواص اجسام معمولی را هم محاسبه کنیم. مثلاً اگر نظریه ریسمان بتواند جرم پروتون نوترون و الکترون را در صدر جدول ذرات حساب کند، این پیشرفتی درجه اول به حساب خواهد آمد. در تمام مدل‌های فیزیکی (غیر از نظریه ریسمان) جرم این اجرام آشنا به صورت دستی در معادلات وارد می‌شوند. از بعضی جهات، برای اثبات نظریه به یک LHC نیاز نداریم، چون نظریه باید بتواند جرم برخی از ذرات زیراتمی را که برای ما معلومند، بدون نیاز به پارامترهای قابل تنظیم، تعیین کند.

همانگونه که اینشتین گفت: «من متقاعد شده‌ام که ما از طریق ریاضیات خالص می‌توانیم قوانین و اصول را کشف کنیم... که کلید فهم پدیده‌های طبیعی هستند. آزمایش ممکن است ایده‌های ریاضی مناسب را پیشنهاد کند، اما قطعاً این ایده‌ها را نمی‌توان به‌طور کامل از آزمایش استنباط کرد... بنابراین احساس قطعی من این است که مطابق رویای پیشینیان، تفکر محض می‌تواند واقعیت را فراچنگ آورد.»

نظریه M (یا هر نظریه دیگری که سرانجام ما را به سمت نظریه کوانتومی گرانش هدایت کند)، در صورت صحت، شاید سفر پایانی حیات هوشمند را ممکن سازد؛ فرار از جهان در حال مرگ تریلیون‌ها تریلیون سال بعد به یک خانه جدید.

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

بخش ۳

فرار به فرافضا

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

فصل ۱۰ پایان همه چیز

تصویری که امروزه اغلب فیزیکدانان در ذهن خود دارند این است که در زمانی معین، خورشید با تمام سیاراتش، آنچنان سرد خواهند شد که ادامه حیات در آن‌ها غیرممکن می‌شود. مگر اینکه یک جرم سماوی بزرگ با خورشید برخورد کرده و مجدداً به آن حیات تازه بخشد. اگر مثل من عقیده داشته باشید که انسان در آینده دور موجودی بسیار کامل‌تر از آنچه امروز هست خواهد بود، این فکر که انسان و دیگر موجودات هوشمند، پس از چنان سیر پیشرفت آهسته و پیوسته‌ای، محکوم به فنا هستند، برای شما غیرقابل تحمل می‌شود.

ـ چارلز داروین

برطبق افسانه اسکاندیناوی، روز حساب، یا راگناروک، یا همان صبح روشن خدایان، با تحولات عظیمی همراه خواهد بود. درست مثل آسمان‌ها، میدگارد (وسط زمین) در چنگ یخبندان استخوان سوزی خواهد افتاد. بادهای نافذ، کولاک‌های کورکننده، زلزله‌های ویرانگر و قحطی و خشکسالی بر زمین حاکم خواهند شد؛ زمانی که زنان و مردان بیچاره دسته دسته از بین می‌روند و هلاک می‌شوند. زمین، پس از پشت سر گذاشتن سه زمستان سخت، از حیات تهی خواهد شد. ستارگان آسمان فرومی ریزند، زمین به لرزه در خواهد آمد و کوه‌ها از هم پاشیده می‌شوند. وقتی که خدای آشوب،

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

لوکی، از بند رها می‌شود، هیولاها آزاد شده و جنگ و اغتشاش همه جا را فرا می‌گیرد. به‌این‌ترتیب، نزاع در سرزمین متروک در می‌گیرد.

اُدین، پدر خدایان، جنگجویان شجاع خود را برای نبرد آخر، در سرسرای والهالا (نام سالن پذیرایی خدای اُدین)، جمع می‌کند. سرانجام وقتی خدایان یکی پس از دیگری می‌میرند، خدای بدی‌ها (شیطان)، سارتر، آتش و گوگرد از دهان خود بیرون می‌فرستد و به‌این‌ترتیب شعله جهنمی عظیمی را بر می‌افروزد که آسمان و زمین را در بر می‌گیرد. تمام جهان در شعله‌ها فرورفته، زمین در اقیانوس‌ها غرق شده و زمان متوقف می‌شود.

اما بیرون از این خاکستر بزرگ، جنبش جدیدی آغاز می‌شود. زمین جدیدی، بی‌شباهت به زمین قدیمی، به‌تدریج از درون دریا بیرون می‌آید. میوه‌های جدید و گیاهان عجیب از درون خاک حاصلخیز جوانه می‌زنند و به نسل جدیدی از انسان‌ها امکان حیات می‌دهند.

افسانه وایکینگ‌ها، از پایان ترسناکی برای جهان حکایت دارد؛ یخبندانی بزرگ که به‌دنبال آن شعله‌های آتش همه جا را فرا می‌گیرند و سرانجام نبرد نهایی شکل می‌گیرد. در اساطیر سراسر جهان، موضوعات مشابهی را از این دست می‌توان یافت. پایان جهان اغلب به بلایای به اوج رسیده منتهی می‌شود؛ آتشی بزرگ، زمین لرزه یاکولاکی شدید، که سرانجام به نبرد نهایی میان خیر و شر می‌انجامد. اما در اغلب موارد پیام امیدوارکننده‌ای وجود دارد. از درون خاکسترها، دنیای نویی سر بر می‌آورد.

دانشمندانی که با قوانین خشک فیزیک مواجه هستند، حال باید با موضوعاتی از این دست مواجه شوند. دانشمندان برای شکل دادن به تصویر پایانی جهان، به جای‌استفاده از افسانه‌های متداول، از داده‌های نادقیق خود کمک می‌گیرند. اما این امکان وجود دارد که موضوعات مشابهی در دنیای علمی نیز شایع شود. در بین پاسخ‌های معادلات اینشتین، ما شاهد آینده‌های محتملی هستیم که درگیر یخ‌بندان، آتش، فاجعه و در نهایت یک پایان برای جهان هستند. اما آیا تولد مجددی در کار خواهد بود؟

بر طبق تصاویر ماهواره WMAP، یک نیروی ضدگرانش مرموز، انبساط

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

جهان را سرعت می‌بخشد. اگر این شتاب برای میلیاردها تریلیون سال ادامه یابد، جهان ناگزیر دچار یک یخبندان بزرگ[1] خواهد شد، مشابه کولاکی که خبر از صبح روشن خدایان می‌دهد و همان‌طور که می‌دانیم به حیات پایان می‌دهد. این نیروی ضدگرانش که جهان را از هم دور می‌کند، با حجم جهان متناسب است. بنابراین هرچه جهان بزرگ‌تر شود، ضدگرانش بیشتری برای راندن کهکشان‌ها از هم وجود خواهد داشت، که به نوبه خود حجم جهان را بیشتر افزایش می‌دهد. این چرخه معیوب تا ابد تکرار می‌شود، تا اینکه جهان به حالت گریز وارد شده و به‌سرعت به صورت نمایی منبسط می‌شود.

در این زمان تنها سی و شش کهکشان، در یک گروه از کهکشان‌های محلی، کل جهان مرئی را تشکیل می‌دهند، چرا که میلیاردها کهکشان همسایه از افق رویداد ما فراتر رفته‌اند. زمانی که فضای بین کهکشان‌ها سریع‌تر از سرعت نور گسترش یافته و انرژی باقی مانده در فضا رقیق‌تر و رقیق‌تر می‌گردد، جهان شدیداً تنها می‌شود. با نزدیک شدن دما به صفر مطلق، گونه‌های هوشمند با سرنوشت نهایی خود، یعنی مرگ، مواجه می‌شوند.

سه قانون ترمودینامیک

اگر جهان همان‌طور که شکسپیر گفته است یک صحنه نمایش باشد، بنابراین در آخر باید منتظر پرده سومی نیز باشیم. در پرده اول انفجار بزرگ و طلوع حیات و آگاهی را بر روی کره زمین داشتیم. در پرده دوم، شاید آنقدر زندگی کنیم تا موفق به کاوش در ستارگان و کهکشان‌ها شویم. سرانجام در پرده سوم، در یخبندان پایانی شاهد مرگ نهایی جهان خواهیم بود.

اینطور که به‌نظر می‌رسد متن نمایشنامه باید از قوانین ترمودینامیک تبعیت کند. در قرن نوزدهم، فیزیکدانان سه قانون ترمودینامیک، مربوط به فیزیک گرما، را فرمول بندی کردند و سپس با استفاده از آن‌ها به مسئله مرگ

1. Big freeze

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

تدریجی جهان پرداختند. در سال ۱۸۵۴، فیزیکدان بزرگ آلمانی، هرمان فان هِلمهولتز، دریافت که قوانین ترمودینامیک را باید به صورت کلی بر جهان اعمال کرد. به این معنی که همه چیزهای اطراف ما، شامل ستارگان و کهکشان‌ها، در نهایت باید متوقف شوند.

قانون اول بیان می‌کند که مقدار کلی ماده و انرژی ثابت باقی می‌ماند. با اینکه انرژی و ماده می‌توانند به یکدیگر تبدیل شوند (از طریق معادله مشهور اینشتین $E=mc^2$)، مقدار مجموع ماده و انرژی هرگز نمی‌تواند کم یا زیاد شود.

دومین قانون، بیشتر از همه اسرارآمیز و عمیق است. این قانون بیان می‌دارد که مقدار کلی آنتروپی (بی‌نظمی) در جهان همواره افزایش می‌یابد. به بیان دیگر، همه چیز در نهایت پیر شده و از نفس می‌افتند. آتش گرفتن جنگل‌ها، زنگ زدن ماشین‌ها، سقوط امپراطوری‌ها و پیر شدن بدن انسان، تماماً بیانگر افزایش آنتروپی در جهان هستند. به‌عنوان مثال سوزاندن یک ورق کاغذ کار آسانی است. این کار نشان‌دهنده افزایش در بی‌نظمی کلی است. با این حال، دوباره باز گرداندن دود به درون کاغذ و بازسازی آن غیرممکن است. (با افزودن کار مکانیکی می‌توان آنتروپی را کاهش داد؛ اما تنها در یک همسایگی کوچک، مثل یخچال. مجموع آنتروپی برای کل سیستم ــ یخچال به‌علاوه تمام آنچه در اطرافش وجود دارند ــ همواره افزایش می‌یابد.)

آرتور ادینگتون، در مورد قانون دوم ترمودینامیک گفته است: «من معتقدم این قانون که آنتروپی همواره افزایش می‌یابد (قانون دوم ترمودینامیک)، در بین قوانین طبیعت از بیشترین اهمیت برخوردار است... اگر نظریه شما با قانون دوم ترمودینامیک در تناقض باشد، هیچ امیدی نمی‌توان به شما داشت؛ هیچ راهی وجود ندارد و نظریه شما سرانجام از هم خواهد پاشید.»

(در ابتدا به‌نظر می‌رسد که وجود شکل پیچیده حیات بر روی کره زمین با قانون دوم ترمودینامیک در تناقض است. این مسئله قابل توجه است که از درون آشوب ابتدایی زمین، تنوع باورنکردنی از شکل‌های پیچیده حیات بیرون آمده‌اند. آن‌ها حتی در خود، هوش و آگاهی را نیز پرورش داده‌اند که

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

همه این‌ها مقدار آنتروپی را کاهش می‌دهد. برخی این معجزه را دلیلی بر دخالت دست‌های خیراندیش یک خالق می‌دانند. اما به خاطر داشته باشید که حیات، از طریق قوانین طبیعی تکامل به جلو رانده می‌شود و به‌این‌ترتیب مجموع آنتروپی در حال افزایش است. زیرا انرژی اضافی که حیات را تغذیه می‌کند، به‌طور پیوسته از طریق خورشید به مجموعه افزوده می‌شود. اگر زمین و خورشید را با هم در نظر بگیریم، آنگاه می‌بینیم که مجموع آنتروپی هنوز در حال افزایش است.)

قانون سوم ترمودینامیک بیان می‌کند که هیچ یخچالی نمی‌تواند به دمای صفر مطلق برسد. ممکن است بتوان به کسر کوچکی از یک درجه بالای صفر مطلق دست یافت ولی هرگز نخواهید توانست به حالت عدم تحرک کامل برسید. (اگر از اصل کوانتوم استفاده کنیم، به این معنی است که مولکول‌ها همواره مقدار کمی انرژی دارند. زیرا انرژی صفر به معنای دانستن مکان و سرعت دقیق هر مولکول است که با اصل عدم قطعیت در تناقض است.)

اگر قانون دوم را به کل جهان اعمال کنیم، نتیجه می‌گیریم که جهان سرانجام از نفس خواهد افتاد. ستارگان سوخت هسته‌ای خود را سوزانده، کهکشان‌ها دیگر آسمان‌ها را روشن نخواهند کرد و جهان به صورت مجموعه مرده‌ای از کوتوله‌ها، ستاره‌های نوترونی و سیاهچاله‌های بی‌جان در خواهد آمد. جهان، در تاریکی ابدی فرو خواهد رفت.

برخی از کیهان‌شناسان با گرایش به سمت یک جهان نوسانگر، تلاش کرده‌اند تا از این «مرگ گرمایی» سر باز زنند. زمانی که جهان منبسط شده و در نهایت منقبض می‌شود، مقدار آنتروپی به‌طور پیوسته افزایش می‌یابد. اما پس از فروپاشی بزرگ معلوم نیست که چه بلایی سر آنتروپی جهان می‌آید. برخی معتقدند شاید جهان خود را دقیقاً در دوره بعدی تکرار کند. احتمال انتقال آنتروپی به دوره بعدی عاقلانه‌تر به‌نظر می‌رسد. این بدان معناست که عمر جهان رفته‌رفته در هر چرخه طولانی‌تر می‌شود. اما نکته مهم این است که جهان نوسان کننده نیز، درست مثل جهان‌های باز و بسته، در نهایت منجر به از بین رفتن تمام حیات هوشمند می‌شود.

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

فروپاشی بزرگ

یکی از اولین تلاش‌ها برای استفاده از فیزیک در توضیح پایان جهان، مقاله‌ای بود که در سال ۱۹۶۹ به‌وسیله لرد مارتین ریس با عنوان «فروپاشی جهان: مطالعه‌ای رستاخیزی» منتشر شد. در آن زمان مقدار امگا هنوز کاملاً ناشناخته بود. بنابراین او فرض کرد که این مقدار برابر ۲ باشد؛ به این معنی که جهان در نهایت از انبساط باز ایستاده و به‌جای مواجهه با یک یخبندان بزرگ، در یک فروپاشی بزرگ به زندگی خود پایان می‌دهد.

او محاسبه کرد زمانی که فاصله کهکشان‌ها دو برابر فاصله فعلی شود، یعنی زمانی که گرانش بالاخره بر انبساط اصلی جهان غلبه کند، فرایند انبساط متوقف می‌شود. وقتی که کهکشان‌ها به سمت ما سرعت می‌گیرند، انتقال به سرخ دیده شده در آسمان به انتقال به آبی تغییر پیدا می‌کند.

در این مدل، حدود پنجاه میلیارد سال بعد، رویدادهای فاجعه‌باری رخ می‌دهند که گویای مرگ دردناک جهان خواهند بود. صد میلیون سال قبل از فروپاشی بزرگ، کهکشان‌های درون جهان، شامل کهکشان راه شیری، شروع به برخورد با یکدیگر نموده و در نهایت در هم فرو می‌روند. ریس دریافت که ستاره‌های منفرد، به‌طور عجیبی حتی قبل از اینکه شروع به برخورد با یکدیگر نمایند، به دو دلیل از بین می‌روند. اول اینکه با متراکم شدن جهان، تابش منتشر شده از ستارگان آسمان، قوی‌تر می‌شود؛ بنابراین ستارگان، در گرمای نور دیگر ستارگان که دچار انتقال به آبی شده است، شدیداً داغ می‌شوند. دوم اینکه، با بالارفتن سریع دمای جهان، دمای تابش ریزموج پس‌زمینه به‌مقدار زیادی افزایش می‌یابد. ترکیب این دو اثر، دماهایی را ایجاد می‌کند که از دمای سطح ستارگان نیز فراتر رفته و گرما را قبل از آنکه بتوان از شر آن خلاص شد، جذب می‌کنند. به بیان دیگر، احتمالاً ستارگان متلاشی شده و به صورت ابرهای گازی فوق‌العاده داغ از هم می‌پاشند.

تحت این شرایط، حیات هوشمند به‌ناچار از بین رفته و در گرمای کیهانی که از جانب ستارگان و کهکشان‌های همسایه سرازیر می‌شود، می‌سوزد. راه فراری وجود ندارد. آن‌طور که فریمن دیسون نوشته است: «متأسفانه باید

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

اعتراف کنم که در این مورد هیچ راهی برای فرار از سوختن نداریم. هر چقدر هم که به‌درون زمین نقب بزنیم تا از خودمان در مقابل تابش پس‌زمینه‌ای که دچار انتقال به آبی شده است محافظت کنیم، تنها می‌توانیم چند میلیون سال دیگر مرگ دردناک خود را بتعویق بیاندازیم.»

اگر بپذیریم که جهان به یک فروپاشی بزرگ منتهی می‌شود، آنگاه این سوآل باقی می‌ماند که آیا پس از فروپاشی، جهان ما، شبیه به حالت جهان نوسانی، مجدداً باز برمی‌خیزد؟ این همان سناریویی است که در رمان پل اندرسون، تاو صفر، مطرح شده است. اگر جهان، نیوتونی بود و اگر هنگامیکه کهکشان‌ها به‌درون یکدیگر فشرده می‌شدند، به‌اندازه کافی حرکات جانبی وجود داشت، ممکن بود این امکان‌پذیر باشد. در این مورد ممکن است ستارگان به‌جای اینکه در یک نقطه منفرد فشرده شوند، در حالت بیشترین فشردگی با یکدیگر برخورد نکرده، از کنار هم عبور کنند و سپس مجدداً به حالت اول باز گردند.

با این‌حال جهان، نیوتونی نیست و از معادلات اینشتین تبعیت می‌کند. راجر پنروز و استیون هوکینگ نشان داده‌اند که تحت شرایط بسیار کلی، مجموعه‌ای از کهکشان‌ها در حال فروپاشی، لزوماً تا یک تکینگی فشرده می‌شوند. (به این دلیل که حرکت جانبی کهکشان‌ها، حاوی انرژی بوده و بنابراین با گرانش برهم‌کنش خواهد داشت. کشش گرانش در نظریه اینشتین بسیار بزرگ‌تر است از آنچه در نظریه نیوتون برای فروپاشی جهان‌ها یافت می‌شود، و بنابراین جهان به یک نقطه منفرد فرو می‌پاشد.)

پنج مرحله از عمر جهان

داده‌های اخیر ماهواره WMAP، یخ‌بندان بزرگ را تائید می‌کنند. به‌منظور بررسی تاریخ زندگی جهان، دانشمندانی مثل فرد آدامز و گِرگ لاولین از دانشگاه میشیگان، تلاش کرده‌اند که عمر جهان را به پنج مرحله مجزا تقسیم کنند. از آنجاکه مقیاس‌های زمانی مورد بحث ما مقیاس‌های نجومی هستند، برای این‌کار از یک چارچوب زمانی لگاریتمی استفاده می‌کنیم. در این

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

چارچوب، $۱۰^{۲۰}$ سال به صورت ۲۰ نمایش داده می‌شود. (این تقسیم‌بندی زمانی، هنگامی طرح شد که دلایل مربوط به‌وجود یک جهان شتابدار هنوز کاملاً درک نشده بودند. اما با این حال، تفکیک کلی مراحل عمر جهان، به همان ترتیب باقی مانده است.)

سوآلی که برای ما مطرح است، این است که: آیا حیات هوشمند می‌تواند، با به کارگیری نبوغ خود در هر یک از این مراحل، در بین مجموعه‌ای از فجایای طبیعی و حتی مرگ جهان، به اشکال مختلف زنده بماند؟

مرحله اول: عصر نخستین

در مرحله اول (بین ۵۰- و ۵۰، یا بین $۱۰^{-۵۰}$ و $۱۰^{۵۰}$ ثانیه)، جهان متحمل انبساطی سریع گردید. همراه با این انبساط، مسلماً دمای جهان نیز به‌سرعت پایین آمد. با خنک شدن جهان، نیروهای مختلف که زمانی به صورت یک «اَبرنیروی» اصلی با یکدیگر یکپارچه بودند، به‌تدریج از هم جدا شده و چهار نیروی شناخته شده امروزی را به‌وجود آوردند. گرانش، اول از همه جدا شد، سپس نیروی هسته‌ای قوی و در آخر نیروی هسته‌ای ضعیف. به‌دلیل اینکه نور بلافاصله پس از تولید جذب می‌شد، در ابتدا جهان کدر و مات و آسمان سفید بود. اما در ۳۸۰,۰۰۰ سال پس از انفجار بزرگ، جهان به اندازه‌ای خنک شده بود که اتم‌ها بتوانند بدون اینکه به‌دلیل شدت گرما در هم کوبیده شده و از هم بپاشند شکل بگیرند. آسمان تاریک شد. منشاء تابش ریزموج پس‌زمینه به این زمان باز می‌گردد.

در طول این عصر، هیدروژن اولیه از طریق همجوشی به هلیم تبدیل شد که به‌این‌ترتیب ترکیب حاضر از سوخت ستاره‌ای که در سراسر جهان گسترش یافته است، مهیا گردید. در این مرحله از تکامل جهان، حیاتی که ما می‌شناسیم، غیرممکن بوده است. شدت گرما آنقدر زیاد بوده که هر DNA یا هر مولکول خود تحریک دیگری، در صورت شکل‌گیری، از طریق برخوردهای تصادفی با دیگر اتم‌ها از هم شکافته شده و بنابراین شکل‌گیری مواد شیمیایی پایدار برای ایجاد حیات غیرممکن بوده است.

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

مرحله دوم: عصر پرستاره

امروزه ما در مرحله دوم زندگی می‌کنیم (بین ۶ و ۱۴، یا بین 10^6 و 10^{14} ثانیه). در این دوره، گاز هیدروژن فشرده شده و ستارگان شعله‌ور آسمان‌ها را روشن کرده‌اند. در این عصر، ما ستارگان غنی از هیدروژنی را می‌بینیم که برای میلیاردها سال می‌درخشند تا جایی‌که سوخت هسته‌ای خود را به اتمام برسانند. تلسکوپ فضایی هابل، از ستارگان در تمام مراحل تکامل‌شان، تصویربرداری کرده است؛ به‌عنوان مثال، ستارگان جوانی که با دوایری از گرد و غبار باقی مانده احاطه شده‌اند و احتمالاً اجداد سیارگان و منظومه شمسی هستند.

در این مرحله، شرایط برای پیدایش DNA و حیات مهیا شد. ستاره‌شناسان تلاش کرده‌اند تا با آگاهی از تعداد زیاد ستارگان جهان مرئی، براساس قوانین شناخته شده علمی، دلائل محکمی را برای به‌وجود آمدن حیات هوشمند بر روی دیگر منظومه‌های ستاره‌ای ارائه کنند. اما هر نوع حیات هوشمندی ناگزیر با تعدادی موانع کیهانی مواجه می‌شود که بسیاری از آن‌ها را خود ایجاد کرده است؛ مثل آلودگی محیط زیست، گرم شدن جهان و سلاح‌های هسته‌ای. به‌علاوه با فرض اینکه حیات هوشمند، خود باعث تخریب خود نشود، با این حال به‌ناچار با مجموعه‌ای از بلایای طبیعی مواجه می‌شود که هر کدام از آن‌ها ممکن است به یک فاجعه بیانجامند.

در مدت زمان ده‌ها هزار سال، ممکن است مشابه آنچه که آمریکای شمالی را در زیر کیلومترها یخ مدفون کرد، عصر یخبندانی اتفاق بیفتد که تمدن بشری را از بین ببرد. قبل از ده هزار سال پیش، انسان‌ها مثل گرگ‌ها در گله‌هایی زندگی می‌کردند و برای یافتن غذا در قبائل کوچک و منزوی به تلاش می‌پرداختند. در آن زمان، فراگیری علم و دانش به‌هیچ‌وجه مطرح نبود. هیچ کلام نوشته‌ای هم یافت نشده است. انسان در آن زمان تنها به یک هدف می‌اندیشید: زنده ماندن. سپس به دلایلی که هنوز نمی‌دانیم، عصر یخبندان پایان یافت و انسان‌ها پیشرفت خود را به سرعت آغاز کردند. با این حال وجود این دوره کوتاه، بین دو عصر یخ‌بندان، نمی‌تواند برای همیشه ادامه

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

داشته باشد. شاید در ده هزار سال آینده، یخبندان دیگری کل جهان را فرا بگیرد. زمین‌شناسان عقیده دارند که آثار تغییرات کوچک در چرخش زمین به‌دور محور خود در نهایت بر روی هم انباشته شده و باعث می‌شود تندبادهای کلاهک‌های یخی قطب‌ها به عرض‌های جغرافیایی پایین‌تر راه یافته و زمین را با یخ بپوشانند. در آن زمان ممکن است برای گرم ماندن مجبور شویم به زیر سطح زمین برویم. زمانی در گذشته، زمین کاملاً از یخ پوشیده بوده است. ممکن است این اتفاق دوباره تکرار شود.

در یک مقیاس زمانی بین هزاران تا میلیون‌ها سال آینده، باید خود را برای برخورد با دنباله‌دارها و شهاب‌سنگ‌ها آماده کنیم. به احتمال زیاد برخورد یک دنباله‌دار یا یک شهاب‌سنگ، در ۶۵ میلیون سال پیش، باعث از بین رفتن دایناسورها شده است. دانشمندان عقیده دارند که یک جسم غیر زمینی، شاید با عرض کم‌تر از پانزده کیلومتر، در یوکاتان پنسیلوانیای مکزیکو با زمین برخورد کرده که در نتیجه گودالی با دهانه ۲۸۰ کیلومتر از آن بجا مانده است. این برخورد آنقدر گرد و غبار به اتمسفر فرستاده که مانع از ورود نور خورشید شده و زمین را کاملاً تاریک کرده است. به‌این‌ترتیب دما تا حد انجماد پایین آمده و در نتیجه زندگی گیاهی و شکل غالب حیات آن زمان، یعنی دایناسورها، از بین رفته‌اند. در طول کم‌تر از یک سال دایناسورها و اغلب گونه‌های زنده کره زمین کاملاً از بین رفتند.

با مطالعه تعداد برخوردهای گذشته می‌توان دریافت، احتمالی برابر یک در صدهزار وجود دارد که در پنجاه سال آینده برخوردی با یک خرده سیاره رخ داده و منجر به آسیب جهانی شود. احتمال یک برخورد بزرگ، در طول میلیون‌ها سال، تقریباً نزدیک به صد درصد خواهد بود.

(در درون منظومه شمسی، جایی‌که زمین قرار دارد، شاید بتوان گفت ۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰ خرده سیارک، با قطری برابر یک کیلومتر یا بیشتر و همین‌طور میلیون‌ها خرده سیارک، با قطری برابر ۵۰ متر یا بیشتر، وجود دارند. در رصدخانه اخترفیزیک اسمیت سونین در کمبریج، در هر روز در حدود ۱۵۰۰۰ خرده سیارک رصد می‌شود. خوشبختانه تنها چهل و دو خرده

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

سیارک شناخته شده، احتمال کم ولی در عین حال مشخصی دارند که با زمین برخورد کنند. درگذشته، نشانه‌های گمراه‌کننده‌ای مربوط به برخورد با برخی از این خرده سیارک‌ها دریافت کرده‌ایم. مشهورترین آن‌ها مربوط به خرده سیارک 1997XF11 بود که ستاره‌شناسان به اشتباه اعلام کردند ممکن است در طول سی سال آینده با زمین برخورد کند؛ که منجر به بروز نگرانی‌های جهانی گردید. اما دانشمندان پس از بررسی دقیق مدار یک خرده سیارک به نام 1950DA، محاسبه کرده‌اند که احتمال بسیار کوچک ولی غیر صفری وجود دارد که این خرده سیارک در ۱۶ مارچ ۲۸۸۰ با زمین برخورد کند. شبیه‌سازی‌های رایانه‌ای انجام گرفته در دانشگاه کالیفرنیا در سانتاکروز نشان می‌دهند که اگر این خرده سیارک به اقیانوس برخورد کند، موجی به ارتفاع ۱۲۰ متر ایجاد خواهد کرد، که اغلب مناطق ساحلی را در سیلابی ویرانگر فروخواهد برد.)

طی میلیاردها سال آینده باید نگران بلعیده شدن زمین به‌وسیله خورشید باشیم. خورشید در حال حاضر، از زمان کودکی خود سی درصد گرم‌تر شده است. مطالعات رایانه‌ای نشان داده‌اند که در طول ۳/۵ میلیارد سال آینده خورشید از وضعیت فعلی خود ۴۰ درصد درخشان‌تر می‌شود. این یعنی زمین به‌تدریج گرم می‌شود. در آسمان روز، خورشید بزرگ‌تر و بزرگ‌تر می‌شود تا اینکه بخش اعظم آسمان را از افق تا افق می‌پوشاند. در مدت کوتاهی موجودات زنده با ناامیدی تلاش می‌کنند تا از گرمای سوزان خورشید بگریزند. ممکن است به اقیانوس‌ها بازگردند و به‌این‌ترتیب گام‌های تاریخی تکامل بر روی این سیاره به عقب بازگردد. در نهایت خود اقیانوس‌ها نیز بجوش آمده و حیات را به‌طور کامل غیرممکن می‌سازند. در پنج میلیارد سال آینده، هسته خورشید ذخیره گاز هیدروژن خود را کاملاً سوزانده و به یک غول سرخ تبدیل می‌شود. برخی غول‌های سرخ چنان بزرگ هستند که اگر در مکان فعلی خورشید ما قرار بگیرند تا مدار مریخ را اشغال می‌کنند. با این حال احتمالاً خورشید ما تنها تا مدار زمین پیش خواهد آمد؛ عطارد و زهره را در خود فرو برده و کوه‌های زمین را ذوب می‌کند. بنابراین کره زمین

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

به‌جای اینکه دچار یخبندان شود، در آتش به کام مرگ خواهد رفت و به زغالی تبدیل می‌شود که به‌دور خورشید می‌چرخد.

برخی فیزیکدانان معتقدند که احتمالاً قبل از مواجهه با این رویداد، با استفاده از فناوری پیشرفته قادر خواهیم بود زمین را به مدار بزرگ‌تری دور خورشید منتقل کنیم. البته این درصورتی است که تا آن زمان، با استفاده از فضاپیماهای غول‌پیکر، به سیارات دیگر مهاجرت نکرده باشیم. ستاره‌شناس و نویسنده‌ای به نام کن کراسوِل، بیان می‌کند: «تازمانی که هوشمندی انسان‌ها سریع‌تر از درخشان‌تر شدن خورشید پیشرفت می‌کند، جهان به کار خود ادامه می‌دهد.»

دانشمندان روش‌های متعددی را برای انتقال زمین از مدار فعلی‌اش به مداری دورتری به‌دور خورشید، ارائه کرده‌اند. یک راه ساده این است که مجموعه‌ای از خرده سیارک‌ها را از نوار سیارک‌ها به‌دقت طوری منحرف کنیم که به‌دور زمین بچرخند. این اثر قلاب سنگی، انرژی مداری زمین را افزایش می‌دهد و باعث می‌شود مدار زمین از خورشید فاصله بگیرد. با اینکه چنین تغییراتی به صورت پله‌ای رخ می‌دهند، اما زمان کافی وجود خواهد داشت تا بتوانیم صدها خرده سیارک را برای انجام این هدف بزرگ منحرف کنیم. کراسوِل می‌افزاید: «میلیاردها سال قبل از اینکه خورشید به یک غول سرخ تبدیل شود، فرزندان ما می‌توانند ستاره در حال عبور دیگری را در مداری‌دور خورشید به دام انداخته و سپس زمین را از مدار خورشیدی خود به مداری دور ستاره جدید منتقل کنند.»

به‌این‌ترتیب سرنوشت خورشید از زمین جدا می‌شود. خورشید، به‌جای آتش، در یخ خواهد مرد. سرانجام پس از اینکه خورشید در طول ۷۰۰ میلیون سال، به صورت یک غول سرخ هلیم خود را سوزاند، بخش اعظم سوخت هسته‌ای خود را از دست داده و در نتیجه نیروی گرانش خود به یک کوتوله سفید در ابعاد زمین تبدیل می‌شود. البته خورشید ما کوچک‌تر از آن است که سرنوشتی به شکل ابرنواختر را تجربه کند. پس از اینکه خورشید به یک کوتوله سفید تبدیل شد، به تدریج خنک شده و در نتیجه رنگ آن به قرمز کم

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

رنگ، سپس قهوه‌ای و در نهایت سیاه در می‌آید. سرانجام خورشید، به شکل قطعه‌ای از خاکستر هسته‌ای مرده، در فضا رها می‌شود. تقریباً تمام اتم‌هایی که در اطراف خود می‌بینیم، شامل اتم‌های بدن ما و همه‌ی کسانی است که دوست‌شان داشته‌ایم، همه در نهایت بر روی زغالی نیم سوز که به‌دور یک کوتوله سیاه می‌چرخد، به پایان عمر خود می‌رسند. به‌دلیل اینکه وزن این کوتوله تنها برابر ۰/۵۵ جرم خورشیدی است، بنابراین آنچه از زمین باقی می‌ماند، در مداری حدود هفتاد درصد دورتر از مدار فعلی قرار خواهد گرفت.

در این مقیاس می‌بینیم که شکوفایی گیاهان و جانوران بر روی کره زمین، تنها چند میلیارد سال دوام می‌یابد (و در حال حاضر ما در نیمه راه این عصر طلایی هستیم). ستاره‌شناسی به نام دونالد براون لی می‌گوید: «مادر طبیعت، طوری طراحی نشده است که ما را خشنود سازد.» در مقایسه با عمر کل جهان، حیات تنها برای یک لحظه دوام دارد.

مرحله سوم: عصر انحطاط

در مرحله ۳ (بین ۱۵ و ۳۹)، سرانجام انرژی ستارگان موجود در جهان تحلیل می‌رود. فرایند ظاهراً دائمی سوزاندن هیدروژن و تبدیل آن به هلیم، بالاخره متوقف می‌شود و توده‌های بی‌جانی از مواد هسته‌ای مرده را به شکل کوتوله‌ها، ستاره‌های نوترونی، و سیاهچاله‌ها باقی می‌گذارد. ستارگان آسمان از درخشش باز می‌ایستند و جهان به‌تدریج به تاریکی فرو می‌رود.

در مرحله سوم با از دست رفتن مولدهای هسته‌ای ستارگان، دما به‌مقدار زیادی افت پیدا می‌کند. هر سیاره‌ای که به‌دور ستاره مرده‌ای می‌چرخد ناچار محکوم به انجماد است. با فرض اینکه زمین تا آن زمان به‌همین ترتیب باقی مانده باشد، تشکیل لایه‌ای سطحی از یخ، به‌ناچار حیات هوشمند را مجبور به یافتن خانه جدیدی برای خود می‌کند.

برخلاف ستاره‌های غول‌پیکر که ممکن است تنها چند میلیون سال عمر داشته باشند و ستاره‌هایی که هیدروژن می‌سوزانند، مثل خورشید ما، که

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

عمری برابر میلیاردها سال دارند، کوتوله‌های سرخ کوچک می‌توانند برای تریلیون‌ها سال به سوختن ادامه دهند. به‌همین دلیل است که قرارگرفتن مدار زمین به‌دور یک ستاره کوتوله سرخ از لحاظ نظری اهمیت می‌یابد. نزدیک‌ترین همسایه خورشیدی منظومه شمسی، آلفا قنطورس، یک ستاره کوتوله سرخ است که تنها ۴/۳ سال نوری با زمین فاصله دارد. نزدیک‌ترین همسایه ما، تنها به‌اندازه ۱۵ درصد خورشید جرم دارد و ۴۰۰ بار از خورشید تاریک‌تر است. بنابراین سیاراتی که به‌دور آن می‌چرخند باید بسیار به آن نزدیک باشند تا بتوانند از نور کم آن بهره‌مند شوند. زمین برای دریافت همین مقدار نور خورشید ناچار است در مداری بیست برابر نزدیک‌تر از مدارش به‌دور خورشید، به‌دور آن ستاره بچرخد. اما از طرف دیگر، یک سیاره در مدار یک کوتوله سرخ می‌تواند برای تریلیون‌ها سال انرژی لازم را کسب کند.

در نهایت، کوتوله‌های سرخ تنها ستارگانی خواهند بود که به سوزاندن سوخت هسته‌ای خود ادامه می‌دهند. با این حال حتی آن‌ها نیز روزی تاریک خواهند شد. پس از صدها تریلیون سال، کوتوله‌های سرخ باقی مانده نیز سرانجام از بین می‌روند.

مرحله چهارم: عصر سیاهچاله

در مرحله ۴ (بین ۴۰تا ۱۰۰)، تنها منبع انرژی موجود، تبخیرآهسته انرژی سیاهچاله‌ها خواهد بود. آن‌طور که ژاکوب بکنشتاین و استیون هوکینگ نشان دادند، سیاهچاله‌ها واقعاً سیاه نیستند؛ آن‌ها در حقیقت مقدار ناچیزی انرژی منتشر می‌کنند که تبخیر نامیده می‌شود. (در عمل، مقدار تبخیر سیاهچاله آنقدر کوچک است که مشاهده آن از نظر آزمایشگاهی غیرممکن است. اما در مقیاس‌های بلند زمانی، همین تبخیر سرانجام سرنوشت یک سیاهچاله را تعیین می‌کند.)

سیاهچاله‌های تبخیرشونده طول عمرهای متفاوتی دارند. یک سیاهچاله کوچک به ابعاد یک پروتون، می‌تواند ۱۰ میلیارد وات انرژی در طول زمانی معادل عمر منظومه شمسی، منتشر کند. تبخیر یک سیاهچاله با جرم

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

خورشید، به مدت $۱۰^{۶۶}$ سال تداوم خواهد داشت. همچنین، سیاهچاله‌ای به جرم یک خوشه کهکشانی، به مدت $۱۰^{۱۱۷}$ سال تبخیر خواهد کرد. با این حال وقتی یک سیاهچاله به انتهای عمر خود نزدیک می‌شود، یعنی پس از اینکه به‌آرامی تابش خود را به پایان می‌رساند، ناگهان منفجر می‌شود. این احتمال وجود دارد که حیات هوشمند، درست مثل افراد بی‌خانمانی که در اطراف خاکسترهای آتش جمع می‌شوند، به‌دور گرمای ضعیف منتشر شده از سیاهچاله‌های تبخیرشونده جمع شوند تا بتوانند حداقل تا زمانی که تبخیر صورت می‌پذیرد، از آن‌ها گرمای کمی دریافت کنند.

مرحله پنجم: عصر تاریک

در مرحله پنجم (فراتر از ۱۰۱)، قدم به عصر تاریک جهان می‌گذاریم؛ زمانی که تمام منابع گرما سرانجام به اتمام می‌رسند. در این مرحله، با نزدیک شدن دما به صفر مطلق، جهان به آهستگی به سمت مرگ گرمایی پیش می‌رود. در این نقطه، اتم‌ها نیز تقریباً از حرکت باز می‌ایستند. شاید حتی خود پروتون‌ها نیز متلاشی شده و دریای شناوری از فوتون‌ها را به‌همراه سوپ رقیقی از ذراتی که برهم‌کنش ضعیفی با هم دارند (نوترینوها، الکترون‌ها، و ضدذرات آن‌ها، پوزیترون) برجای گذارند. جهان در این مرحله ممکن است حاوی نوع جدیدی از اتم با نام پوزیترونیم باشد، که شامل الکترون‌ها و پوزیترون‌هایی است که به دور هم می‌چرخند.

برخی فیزیکدانان عقیده دارند که این اتم‌های شامل الکترون‌ها و ضد الکترون‌ها، ممکن است بتوانند زیربنای جدیدی برای ایجاد حیات هوشمند در این عصر تاریک باشند. با این حال چنین ایده‌ای با مشکلات سهمگینی مواجه است. یک اتم پوزیترونیمی، از نظر ابعاد با یک اتم معمولی قابل مقایسه است. اما همین اتم در عصر تاریک، قطری برابر $۱۰^{۱۲}$ مگاپارسک خواهد داشت که میلیون‌ها برابر بزرگ‌تر از ابعاد جهان قابل مشاهده فعلی ماست. بنابراین در این عصر تاریک که احتمال شکل‌گیری این نوع اتم وجود دارد، احتمالاً هرکدام در ابعاد یک جهان کامل خواهند بود. از آنجا که ابعاد

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

جهان در طول این عصر تاریک به‌مقدار زیادی توسعه می‌یابد، بنابراین جای دادن این اتم‌های عظیم‌الجثه مشکلی ایجاد نخواهد کرد. اما به این دلیل که اتم‌های پوزیترونیمی خیلی بزرگ هستند، علم شیمی مربوط به این اتم‌ها، با مقیاس‌های بزرگ زمانی مواجه بوده و با آنچه ما از علم شیمی می‌دانیم کاملاً متفاوت خواهد بود.

آن‌طور که کیهان‌شناسی به نام تونی روتمَن می‌نویسد: «و به‌این‌ترتیب سرانجام، پس از سال، کیهان از تعداد کمی الکترون و پوزیترون که در مدارهای بسیار سنگین به‌هم قفل شده‌اند و همین‌طور نوترینوها و فوتون‌های باقی مانده از واپاشی باریون، به‌علاوه پروتون‌های سرگردانی که از نابودی پوزیترونیم و سیاهچاله‌ها برجای مانده‌اند، تشکیل می‌شود. تنها به این دلیل که، این نیز در کتاب سرنوشت نوشته شده است.»

آیا حیات هوشمند ادامه می‌یابد؟

دانشمندان، با بررسی شرایطی که در پایان یخ‌بندان بزرگ منجر به از کار افتادن ذهن و فکر موجودات هوشمند می‌شود، به این مسئله پرداخته‌اند که آیا هیچ گونه‌ای از حیات هوشمند تحت این شرایط می‌تواند زنده بماند؟ در نگاه اول، بحث در این مورد در شرایطی که دما به صفر مطلق نزدیک می‌شود، بی‌معنی به‌نظر می‌رسد. ولی با این حال دانشمندان با جدیت تمام، تلاش خود را به بررسی این موضوع معطوف کرده‌اند.

این بحث دو پرسش کلیدی دارد. اول اینکه: آیا موجودات هوشمند، با نزدیک شدن دما به صفر مطلق، هنوز هم قادر به استفاده از دستگاه‌ها و تجهیزات خود خواهند بود؟ برطبق قوانین ترمودینامیک، از آنجاکه انرژی از دمای بالاتر به دمای پایین‌تر جاری می‌شود، از حرکت انرژی می‌توان برای انجام کارهای مکانیکی استفاده کرد. به‌عنوان مثال کار مکانیکی را می‌توان از طریق یک موتور گرمایی که دو منطقه با دماهای متفاوت را به‌هم متصل می‌کند، به‌دست آورد. هرچه تفاوت دماها بیشتر باشد، بازده موتور بیشتر خواهد بود. این، اساس کار ماشین‌هایی مثل موتور بخار و لوکوموتیو است که

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

انقلاب صنعتی را قدرت بخشیدند. در نگاه اول استخراج کار از موتور گرمایی در مرحله پنجم غیرممکن به‌نظر می‌رسد زیرا در این مرحله تمام دماها یکسان بوده و تفاوت دمایی وجود ندارد.

پرسش دوم این است که: آیا در این مرحله حیات هوشمند می‌تواند به نوعی اطلاعات را ارسال یا دریافت کند؟ برطبق نظریه اطلاعات، کوچک‌ترین واحدی که می‌تواند ارسال یا دریافت شود، با دما متناسب است. با افت دما تا نزدیکی صفر مطلق، قابلیت پردازش اطلاعات به شدت تضعیف می‌شود. بیت‌های اطلاعات، با خنک شدن هرچه بیشتر دما، کوچک‌تر و کوچک‌تر می‌گردند.

فریمن دیسون و دیگران، فیزیک حیات هوشمند را در جهانی رو به مرگ مورد تحلیل و بررسی مجدد قرار داده‌اند. سوآل آن‌ها این است که آیا می‌توان راه‌های ابتکاری را یافت که حیات هوشمند بتواند به کمک آن‌ها حتی در دماهای نزدیک به صفر مطلق نیز زنده بماند؟

در ابتدا ممکن است موجودات با استفاده از مهندسی ژنتیک، همراه با کاهش دما، سعی در پایین آوردن دمای بدن خود نمایند. با کمک این روش، استفاده از منابع انرژی رو به اتمام، بهتر انجام می‌پذیرد. اما سرانجام دمای بدن به نقطه انجماد آب خواهد رسید. در این زمان، موجودات هوشمند ممکن است مجبور شوند بدن‌های نحیف ساخته شده از گوشت و خون خود را رها کرده و بدن‌های روباتیک را جایگزین آن کنند. بدن‌های مکانیکی، بهتر از گوشت می‌توانند سرما را تحمل کنند. اما ماشین‌ها نیز باید از قوانین نظریه اطلاعات و ترمودینامیک تبعیت کنند و بنابراین زمانی می‌رسد که زندگی حتی برای روبات‌ها نیز بسیار سخت خواهد شد.

حتی اگر موجودات هوشمند بدن‌های روباتیک خود را رها کرده و خود را به آگاهی خالص تبدیل کنند، هنوز مشکل پردازش اطلاعات باقی خواهد ماند. با ادامه کاهش دما تنها راه برای زنده ماندن آهسته‌تر فکر کردن خواهد بود. دیسون معتقد است با طولانی‌تر کردن زمان مورد نیاز برای پردازش اطلاعات و همچنین با استفاده از حالت خواب برای صرفه‌جویی در انرژی،

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

گونه‌ای از حیات هوشمند قادر خواهد بود تحت این شرایط نیز به فکر کردن ادامه دهد. اگرچه زمان فیزیکی لازم برای فکر کردن و پردازش اطلاعات ممکن است به میلیاردها سال افزایش یابد، اما «زمان درونی» که خود موجودات هوشمند متوجه آن می‌شوند، تغییری نخواهد کرد. آن‌ها هرگز متوجه تفاوت نخواهند شد. این موجودات، هنوز قادر خواهند بود به مسائل بسیار عمیق بیندیشند؛ اما این‌بار در مقیاس زمانی بسیار آهسته‌تر. دیسون در تفسیری عجیب ولی در عین‌حال خوشبینانه، نتیجه می‌گیرد که به‌این‌ترتیب حیات هوشمند قادر خواهد بود اطلاعات را پردازش کرده و تا ابد بیندیشد. پردازش یک فکر ممکن است تریلیون‌ها سال طول بکشد اما با توجه به «زمان درونی»، فرایند فکر کردن به‌طور معمول پیش خواهد رفت.

اما اگر موجودات هوشمند آهسته‌تر فکر کنند، در این‌صورت شاید بتوانند شاهد تحولات کوانتومی کیهانی باشند که در جهان رخ می‌دهند. به‌طور معمول، این تحولات کیهانی، مثل پیدایش جهان‌های نوپا یا گذار به جهان کوانتومی دیگر، طی تریلیون‌ها سال رخ می‌دهد و بنابراین کاملاً نظری هستند. به‌هرحال در مرحله پنجم، تریلیون‌ها سال، در «زمان درونی» فشرده شده و ممکن است از دید موجودات تنها چند ثانیه به‌نظر آید؛ آن‌ها احتمالاً چنان آهسته فکر می‌کنند که ممکن است شاهد وقوع رویدادهای کوانتومی بسیار عجیب در مقابل چشمان‌شان باشند. ممکن است به‌طور مداوم جهان‌های حبابی را ببینند که از هیچ ظاهر شده یا شاهد جهش‌های کوانتومی به جهان‌های دیگر باشند.

اما در پرتو کشف اخیر، مبنی بر اینکه جهان در حال سرعت گرفتن است، فیزیکدانان کار دیسون را مجدداً مورد آزمایش قرار داده و مطلب جدیدی را نتیجه گرفته‌اند: در یک جهان شتاب دار، حیات هوشمند، ناچار از بین خواهد رفت. دو فیزیکدان، به نام‌های لارنس کراس و گِلن اِستارکمن، نتیجه گرفته‌اند که: «میلیاردها سال پیش، جهان برای حیات بسیار داغ بوده است. مطابق سرنوشت، جهان چنان سرد و خالی خواهد شد که حیات، هرچقدر هم که هوشمند باشد، از بین خواهد رفت.»

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

دیسون، فرض کرد که تابش میکروموج ۲/۷ درجه، تا ابد در جهان به افت خود ادامه خواهد داد. بنابراین موجودات هوشمند احتمالاً می‌توانند از این تفاوت‌های دمایی کوچک، کار مفید استخراج کنند. مادامی که دما به افت خود ادامه می‌دهد، همواره می‌توان کار مفید استخراج کرد. با این حال کراس و استارکمن بیان کردند که اگر جهان دارای یک ثابت کیهانی باشد، آنگاه دما آن‌طور که دیسون فرض کرده بود تا ابد کاهش نخواهد یافت، بلکه در نهایت به یک حد پایینی، به نام دمای گیبونز-هوکینگ (در حدود 10^{-29} درجه)، خواهد رسید. وقتی دما به این مقدار برسد، آنگاه دما در سراسر جهان یکسان خواهد بود و بنابراین موجودات هوشمند دیگر قادر نیستند انرژی قابل استفاده را، با بهره‌برداری از تفاوت دمایی، استخراج کنند. زمانی که کل جهان به دمای یکسانی برسد، پردازش اطلاعات تماماً از بین خواهد رفت.

(ر دهه ۱۹۸۰، دانشمندان دریافتند سیستم‌های کوانتومی مشخصی، مثل حرکت براونی در سیال، علی‌رغم سرمای هوا، می‌توانند به‌عنوان اساس کار یک رایانه عمل کنند. بنابراین با افت دما، این رایانه‌ها هنوز می‌توانند با انرژی پایین‌تر و پایین‌تر به محاسبه بپردازند. این برای دیسون خبر خوبی محسوب می‌شد. اما یک مسئله وجود داشت. سیستم باید دو شرط را برآورده می‌ساخت: اول اینکه باید با محیط خود در حالت تعادل باقی بماند و دوم اینکه هرگز نباید اطلاعات را دور بریزد. اما اگر جهان منبسط شود، حالت تعادل با محیط غیرممکن است. زیرا تابش رقیق شده و طول موجش کشیده می‌شود. تغییرات شتابدار جهانی، چنان سریع اتفاق می‌افتند که سیستم نمی‌تواند با محیط اطراف تعادل برقرار کند. و مسئله دوم این است که سیستم هرگز نباید اطلاعات را از بین ببرد؛ به این معنی که یک موجود هوشمند هرگز نباید چیزی را فراموش کند. در نهایت، یک موجود هوشمند که قادر نیست خاطرات قدیمی خود را به‌دور بریزد، بارها و بارها در خاطرات قدیمی زندگی می‌کند. سوآل کراسوس و استارکمن این است که: «ابدیت، به‌جای اینکه یک افق پیش‌رونده بی‌پایان از خلاقیت و اکتشاف باشد، یک زندان خواهد بود. این احتمال وجود دارد که نیروانا وجود داشته باشد، ولی آیا زنده

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

است؟»)

به‌طور خلاصه می‌بینیم که اگر ثابت کیهانی نزدیک به صفر باشد، با خنک شدن جهان حیات هوشمند قادر خواهد بود از طریق رفتن به حالت خواب و آهسته‌تر فکر کردن، تا ابد تفکر کند. اما در جهان شتابداری مثل جهان ما، این غیرممکن است. بر طبق قوانین فیزیک، تمام حیات هوشمند محکوم به فناست.

با این چشم‌انداز، می‌بینیم که ایجاد شرایط برای حیات آن‌طور که ما می‌شناسیم، پرده‌های کوتاه یک نمایش بسیار بزرگ‌تر هستند. تنها محدوده بسیار کوچکی وجود دارد که در آن، دما برای پشتیبانی از حیات «دقیقاً مناسب» است؛ نه زیاد گرم و نه زیاد سرد.

ترک کردن جهان

مرگ را می‌توان اینگونه تعریف کرد: توقف نهایی هرگونه پردازش اطلاعات. هر نوع هوش در جهان، وقتی شروع به درک قوانین بنیادی فیزیک می‌کند، به‌ناچار با مرگ نهایی جهان و هرگونه حیات هوشمندی که ممکن است در آن وجود داشته باشد، مواجه می‌شود.

خوشبختانه برای جمع‌آوری انرژی لازم برای فرار از این شرایط، زمان کافی وجود دارد و همان‌طور که در فصل بعد خواهیم دید گزینه‌های دیگری نیز وجود دارند. سوآلی که به آن می‌پردازیم این است که: آیا قوانین فیزیک به ما اجازه فرار به جهان‌های موازی دیگر را خواهند داد؟

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

فصل ۱۱ فرار از جهان

هر فناوری که بقدر کافی پیشرفته باشد، تشخیص آن از جادو غیرممکن است.

ـ آرتور سی کلارک

در رمان قدرت ازلی، نویسنده علمی تخیلی، گِرگ بیر، داستان دلخراشی را نقل می‌کند که در آن انسان‌ها از یک جهان ویران به جهان موازی دیگری فرار می‌کنند. یک خرده سیارک بسیار بزرگ با نزدیک شدن به کره زمین ساکنین آن را مورد تهدید قرار داده و باعث به‌وجود آمدن وحشت و تشنج عمومی می‌شود. با این حال، جالب اینجاست که به‌جای برخورد با کره زمین به‌طور عجیبی در مداری به‌دور آن می‌چرخد. گروهی از دانشمندان برای بررسی اوضاع به فضا فرستاده می‌شوند. آن‌ها به‌جای یافتن سطحی متروک و بی‌جان در می‌یابند که خرده سیارک در حقیقت حفره‌ای توخالی است. در واقع این خرده سیارک سفینه فضایی بزرگی است که به‌وسیله یک نژاد با فناوری برتر در فضا رها شده است. قهرمان زن داستان، پاتریشیا واسکوئز که یک فیزیکدان نظری است، درون سفینه متروک هفت حجره بزرگ می‌یابد که هرکدام ورودی‌هایی به جهان‌های مختلفی با دریاچه‌ها، جنگل‌ها، درختان و حتی شهرهای کامل هستند. او حین جستجوی خود به کتابخانه بزرگی برخورد می‌کند که حاوی تاریخ کامل انسان‌های عجیب صاحب سفینه است. او به کتابی برمی‌خورد و در کمال تعجب در می‌یابد که کتاب مذکور همان

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

کتاب تام سایر اثر مارک تواین بوده که در سال ۲۱۱۰ تجدید چاپ شده است. پاتریشیا در می‌یابد که این خرده سیارک اصلاً مربوط به یک تمدن بیگانه نیست، بلکه اثری است از خود زمین؛ اما در ۱۳۰۰ سال آینده. او با حقیقت تلخی مواجه می‌شود: این اسناد قدیمی، گویای جنگ هسته‌ای است که در گذشته دور واقع شده و منجر به مرگ میلیاردها انسان گشته است. این جنگ هسته‌ای باعث به‌وجود آمدن زمستان هسته‌ای شده که مرگ میلیاردها انسان دیگر را درپی داشته است.

زمانی که او به تاریخ این جنگ نظر می‌کند، در کمال شگفتی در می‌یابد که تا زمان وقوع آن تنها دو هفته باقی مانده است. پاتریشیا برای متوقف ساختن این جنگ حتمی که به‌زودی کل سیاره و تمام کسانی که دوست‌شان دارد را از پا درخواهد آورد، تنها است.

او از مشاهده تاریخ زندگی خود در این اسناد دچار وحشت می‌شود. پاتریشیا در می‌یابد که تحقیقات آینده او در زمینه فضا ـ زمان، منجر به ساخت تونل بزرگی به نام راه در خرده سیارک شده که انسان‌ها را قادر می‌سازد از طریق خرده سیارک به جهان‌های دیگر وارد شوند. نظریه‌های او ثابت کرده‌اند که تعداد نامحدودی جهان‌های کوانتومی وجود دارند که نشان‌دهنده تمام واقعیت‌های محتمل هستند. به‌علاوه نظریه‌های او امکان ساخت دروازه‌هایی را برای ورود به این جهان‌ها، که هرکدام دارای یک تاریخ متفاوت هستند، فراهم آورده است. سرانجام او به تونل وارد شده و از میان راه سفر کرده و با افرادی که از خرده سیارک فرار کرده‌اند، یعنی فرزندان خود، ملاقات می‌کند.

پاتریشیا با جهان عجیبی مواجه می‌شود. در این دنیا قرن‌ها است که انسان‌ها شکل انسانی خود را ترک کرده و هم‌اکنون می‌توانند شکل‌ها و بدن‌های مختلفی را انتخاب کنند. حتی افرادی که سال‌هاست مرده‌اند، هویت و خاطرات مربوط به آن‌ها در بانک‌های رایانه‌ای ذخیره شده و می‌توان آن‌ها را به زندگی بازگرداند. انسان‌های مرده را می‌توان به دفعات متعدد به زندگی بازگرداند و در بدن‌های جدید قرار داد. اگرچه افراد ساکن در این جهان

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

می‌توانند تقریباً هرچه را که بخواهند داشته باشند، با این حال قهرمان داستان ما در این بهشت فناوری تنها و بیچاره است. او دلش برای خانواده، دوست پسرش و زمین تنگ شده است؛ درحالی‌که می‌داند همه در جنگ هسته‌ای از بین رفته‌اند. سرانجام موفق می‌شود تا در بین جهان‌های چندگانه‌ای که در طول راه قرار دارند به جستجو پرداخته تا بلکه یک جهان موازی بیابد که در آن جنگ هسته‌ای اتفاق نیفتاده و در نتیجه کسانی که دوست‌شان داشته است، هنوز زنده‌اند. سرانجام چنین جهانی را یافته و به آن وارد می‌شود. (متأسفانه او مرتکب خطای ریاضی کوچکی می‌شود. پاتریشیا وارد جهانی می‌شود که در آن امپراتوری مصر هرگز سقوط نکرده است. به‌این‌ترتیب او روزهای باقی مانده عمر خود را در تلاش برای ترک این جهان موازی و یافتن خانه حقیقی خود سپری می‌کند.)

اگرچه بعد گذرهای مطرح شده در رمان قدرت ازلی کاملاً تخیلی هستند، اما سوآل جالبی را مطرح می‌کنند که به ما مربوط می‌شود: اگر روزی شرایط در جهان ما غیرقابل تحمل گردد، آیا می‌توان پناهگاه دیگری در یک جهان موازی یافت؟

به‌نظر می‌رسد سرنوشت نهایی حیات هوشمند، با فروپاشی جهان ما به غبار بی‌جانی از الکترون‌ها، نوترینوها و فوتون‌ها دست به گریبان باشد. می‌دانیم که زندگی در مقیاس کیهانی تا چه حد آسیب‌پذیر و زودگذر است. عصری که در آن حیات امکان رشد پیدا می‌کند، در یک باند بسیار باریک متمرکز شده است؛ دوره کوتاهی از حیات ستارگانی که آسمان شب را روشن می‌کنند. با پیر شدن و خنک شدن جهان، ادامه حیات غیرممکن به‌نظر می‌رسد. قوانین فیزیک و ترمودینامیک در این مورد کاملاً روشن هستند: اگر فرایند انبساط جهان به روند خود ادامه دهد، هوشی که ما می‌شناسیم نمی‌تواند زنده بماند. اما وقتی دمای جهان کاهش می‌یابد، آیا یک تمدن پیشرفته می‌تواند برای نجات خود کاری انجام دهد؟ آیا می‌تواند با به‌کار گرفتن تمام فناوری خود و فناوری هر تمدن دیگری که ممکن است در جهان وجود داشته باشد، از یخ‌بندان بزرگ پیش‌رو بگریزد؟

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

از آنجا که مراحل تکاملی جهان طی میلیاردها تا تریلیون‌ها سال رخ می‌دهند، برای یک تمدن هوشمند صنعتی زمان کافی وجود خواهد داشت تا به این چالش بپردازد. اگرچه تصور این که یک تمدن پیشرفته چه نوع فناوری‌هایی را می‌تواند به‌منظور طولانی‌تر کردن زندگی خود اختراع کند، تنها تفکر محض است، ولی با این حال می‌توان از قوانین شناخته شده فیزیک برای بحث در مورد گزینه‌های گسترده‌ای که ممکن است میلیاردها سال آینده موجود باشند، بهره گرفت. فیزیک نمی‌تواند به ما بگوید که یک تمدن پیشرفته ممکن است چه برنامه‌های مشخصی را اتخاذ کند، اما می‌تواند محدوده پارامترهای ممکن را برای چنین فراری در اختیار ما قرار دهد.

از نظر یک مهندس مشکل اساسی برای ترک جهان این است که آیا ما منابع کافی برای ساختن ماشینی خواهیم داشت که بتواند چنین شاهکاری را انجام دهد. اما از نظر یک فیزیکدان مشکل اصلی چیز دیگری است: در وهله اول آیا اصلاً قوانین فیزیک، وجود چنین ماشین‌هایی را امکان‌پذیر می‌داند؟ فیزیکدانان به‌دنبال یک «دلیل قانع‌کننده» هستند؛ ما می‌خواهیم نشان دهیم که اگر فناوری به اندازه کافی پیشرفته‌ای داشته باشیم، بر طبق قوانین فیزیک فرار به جهان دیگر امکان‌پذیر خواهد بود. اینکه آیا ما منابع کافی در اختیار داریم یا نه، از اهمیت کم‌تری برخوردار است و باید به عهده تمدن‌های میلیاردها سال آینده که با انجماد بزرگ مواجه خواهند شد، سپرده شود.

از نظر ستاره‌شناس سلطنتی، لرد مارتین ریس: «مفاهیمی مثل کرمچاله‌ها، ابعاد بالاتر و رایانه‌های کوانتومی در را به روی طرح‌های ذهنی باز می‌کنند که می‌توانند سرانجام کل جهان ما را به یک «کیهان زنده» تبدیل کنند.»

تمدن‌های نوع ۱، ۲ و ۳

گاهی اوقات دانشمندان برای به تصویر کشیدن فناوری‌های آینده، تمدن‌های هزاران تا میلیون‌ها سال پس از ما را بر اساس مصرف انرژی و قوانین ترمودینامیک تقسیم‌بندی می‌کنند. فیزیکدانان هنگام جستجو در آسمان‌ها برای یافتن نشانه‌هایی از حیات هوشمند، به‌دنبال مردان سبزرنگ نیستند

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

بلکه در جستجوی تمدن‌هایی با انرژی‌های خروجی نوع ۱، ۲ و ۳ هستند. این طبقه‌بندی در دهه ۱۹۶۰ به‌وسیله فیزیکدان روسی، نیکولای کارداشِف، با طبقه‌بندی علائم رادیویی تمدن‌های ممکن ارائه شد. هر تمدنی شکل مشخصی از تابش را گسیل می‌کند که می‌توان آن را آشکارسازی و اندازه‌گیری کرد. (حتی تمدن‌های پیشرفته که سعی در پنهان کردن خود داشته باشند، با تجهیزات ما قابل شناسایی هستند. بر طبق قانون دوم ترمودینامیک، هر تمدن پیشرفته‌ای آنتروپی ایجاد می‌کند که به‌ناچار به شکل گرمای تلف شده به فضا نشت می‌کند. حتی اگر آن‌ها تلاش کنند حضور خود را مخفی نگاه دارند قادر نخواهند بود اندک گرمای ایجاد شده از طریق آنتروپی را پنهان کنند.)

تمدن نوع ۱، تمدنی است که از انرژی ستاره‌ای استفاده می‌کند. مصرف انرژی این نوع تمدن را می‌توان به دقت اندازه‌گیری کرد: بنا به تعریف، آن‌ها قادرند تمام انرژی دریافتی از ستاره خود، یعنی 10^{16} وات، را مورد استفاده قرار دهند. با استفاده از این انرژی ستاره‌ای احتمالاً قادرند وضعیت آب و هوا را کنترل کرده، بهبود بخشیده، مسیر حرکت توفان‌ها را تغییر داده یا شهرهایی را بر روی اقیانوس بنا کنند. بنابراین چنین تمدن‌هایی بر سیاره خود تسلط یافته و تمدنی سیاره‌ای ایجاد خواهند کرد.

تمدن نوع ۲، انرژی سیاره‌ای را به‌طور کامل مصرف کرده و انرژی ستاره کاملی، تقریباً در حدود 10^{26} وات را در کنترل خود در آورده است. آن‌ها قادرند تمام انرژی خارج شده از ستاره خود را مصرف کنند. همچنین ممکن است بتوانند با تحت کنترل در آوردن شعله‌های خورشیدی، ستارگان دیگر را نیز مشتعل کنند.

تمدن نوع ۳، انرژی کامل منظومه شمسی را به اتمام رسانده و بخش‌های بزرگی از کهکشان را تحت کنترل خود در آورده است. چنین تمدنی قادر است انرژی ۱۰ میلیارد ستاره، یعنی در حدود 10^{36} وات، را مورد استفاده قرار دهد.

تفاوت هرکدام از انواع تمدن‌ها با نوع پایین‌تر خود در یک ضریب ۱۰

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

میلیارد است. بنابراین تمدن نوع ۳، که انرژی میلیاردها سیستم ستاره‌ای را برداشت می‌کند، می‌تواند ۱۰ میلیارد برابر انرژی خروجی تمدن نوع ۲ را مورد استفاده قرار دهد، که به نوبه خود ۱۰ میلیارد برابر خروجی تمدن نوع ۱ را مورد استفاده قرار می‌دهد. اگرچه فاصله بین این تمدن‌ها بسیار زیاد است، ولی زمان لازم برای رسیدن به تمدن نوع ۳ قابل تخمین و اندازه‌گیری است. فرض کنید انرژی خروجی تمدنی با سرعت نسبتاً کم ۲ تا ۳ درصد در هر سال افزایش یابد. (این فرض محتملی است، زیرا رشد اقتصادی به نوعی مستقیماً با مصرف انرژی متناسب است. هرچه اقتصاد بزرگ‌تر باشد، تقاضا برای انرژی نیز بیشتر خواهد بود. از آنجا که رشد ناخالص محصولات داخلی، یا همان GDP در بسیاری از کشورها بین ۱ تا ۲ درصد در سال است، می‌توان انتظار داشت که رشد مصرف انرژی نیز تقریباً برابر با همین نرخ باشد.)

با این سرعت نسبتاً کم، می‌توان تخمین زد که تمدن فعلی ما تقریباً ۱۰۰ تا ۲۰۰ سال با تمدن نوع ۱ فاصله دارد. می‌توان گفت که تقریباً ۱۰۰۰ تا ۵۰۰۰ سال طول خواهد کشید تا به تمدن نوع ۲ رسیده و شاید ۱۰۰,۰۰۰ تا ۱,۰۰۰,۰۰۰ سال با تمدن نوع ۳ فاصله داشته باشیم. با چنین مقیاسی تمدن فعلی ما را شاید بتوان در رتبه تمدن نوع ۰ طبقه‌بندی کرد. زیرا ما انرژی خود را از گیاهان مرده (نفت و زغال سنگ) کسب می‌کنیم. حتی کنترل یک توفان که برابر با صدها سلاح هسته‌ای انرژی‌دارد، هنوز فراتر از فناوری ماست.

برای توصیف تمدن فعلی ما، ستاره‌شناسی به نام کارل ساگان، رتبه بندی دقیق‌تری را بین انواع تمدن‌ها پیشنهاد کرد. تمدن‌های نوع ۱، ۲ و ۳ همان‌طور که دیدیم به ترتیب انرژی خروجی برابر تقریباً 10^{16}، 10^{26} و 10^{36} وات دارند. ساگان به‌عنوان مثال تمدنی از نوع ۱/۱ را معرفی کرد که 10^{17} وات انرژی تولید می‌کند. همین‌طور تمدنی از نوع ۱/۲ که وات انرژی تولید می‌کند و به‌همین ترتیب الی آخر. با تقسیم تمدن نوع ۱ به ده زیرتمدن کوچک‌تر، قادر خواهیم بود تمدن خود را رتبه بندی کنیم. در این مقیاس، تمدن فعلی ما بیشتر شبیه به تمدنی از نوع ۰/۷ است. (تمدن نوع ۰/۷، هنوز از نظر تولید انرژی

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

هزار بار کوچک‌تر از نوع ۱ است.)

اگرچه تمدن ما هنوز کاملاً ابتدایی است، اما قبل از این نشانه‌هایی از یک تحول را مشاهده کرده‌ایم. وقتی به تیتر روزنامه‌ها نگاه می‌کنم، دائماً به نشانه‌هایی از این تکامل تاریخی بر می‌خورم. در حقیقت خوشحالم از اینکه زنده‌ام تا شاهد این تحولات باشم:

- اینترنت به‌عنوان سیستم تلفن نوع ۱ پدیدار شده و این قابلیت را دارد که اساس یک شبکه مخابراتی سیاره‌ای در جهان باشد.
- اقتصاد جامعه نوع ۱ در احاطه ملت‌ها نبوده، بلکه از طریق اتحادهای بازرگانی بزرگی مشابه اتحادیه اروپا، که خود برای رقابت با نَفتا (کشورهای آمریکای شمالی) شکل گرفته است، هدایت می‌گردد.
- زبان جامعه نوع ۱ احتمالاً انگلیسی خواهد بود، که در حال حاضر شایع‌ترین زبان دوم مردم دنیاست. امروزه در بسیاری از کشورهای جهان سوم، افراد سطح بالا و تحصیل کرده مایلند که به هردو زبان محلی خود و انگلیسی صحبت کنند. به‌این ترتیب احتمالاً تمام افراد یک تمدن نوع ۱ دو زبانه خواهند بود؛ که هم به یک زبان محلی و هم زبان سیاره‌ای صحبت خواهند کرد.
- با سقوط مرزهای تجاری و وابستگی هرچه بیشتر کشورها به یکدیگر از نظر اقتصادی، احتمالاً در قرن‌های آینده مرزبندی بین کشورها از اهمیت کم‌تری برخوردار خواهد بود. (امروزه کشورهای مدرن تا اندازه‌ای به‌وسیله سرمایه‌دارها و کسانی که به‌منظور پیشبرد اهداف تجاری خود به‌دنبال یک پول رایج، مرز، ملیت، و قوانین یکپارچه هستند، هدایت می‌شوند. با بین‌المللی شدن هرچه بیشتر تجارت، مرز کشورها معنی خود را از دست می‌دهد.) هیچ کشوری آنقدر قدرتمند نیست که بتواند حرکت به سوی تمدن نوع ۱ را متوقف سازد.

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

- جنگ همواره با ما خواهد بود، اما با ظهور یک طبقه متوسط سیاره‌ای ــ که بیشتر به جهانگردی و جمع‌آوری ثروت و منابع علاقه‌مند است تا غلبه بر دیگر افراد و کنترل بازارها یا مناطق جغرافیایی ــ طبیعت جنگ تغییر خواهد کرد.
- مسئله آلودگی به‌طور فزاینده‌ای در مقیاس سیاره‌ای مطرح خواهد شد. گازهای گلخانه‌ای، باران‌های اسیدی، آتش‌سوزی در جنگل‌های پر باران و از این قبیل چیزها تنها به ملیتی خاص مربوط نیست و از سوی کشورهای همسایه فشار بر روی نهادهای خاطی وارد خواهد شد تا از اعمال و رفتار ناهنجار خود دست بردارند. مشکلات جهانی محیط زیست، راه حل‌های جهانی را سرعت می‌بخشند.
- زمانی که منابع موجود (مثل محصولات دریایی، گیاهی و منابع آب) به‌دلیل پرورش و مصرف بیش از حد به پایان برسند، فشار فزاینده‌ای برای مدیریت منابع وجود خواهد داشت. درغیر این صورت با قحطی و خشکسالی مواجه خواهیم شد.
- اطلاعات تقریباً آزاد بوده و جامعه را به سمت مردم‌سالاری هرچه بیشتر تشویق می‌کنند. به‌این‌ترتیب کسانی که تاکنون از انتخاب محروم بوده‌اند، حق انتخاب داشته و فشارها بر روی سیستم‌های دیکتاتوری افزایش می‌یابد.

این نیروها فراتر از قدرت کنترل افراد یا کشورها هستند. اینترنت را نمی‌توان محدود و غیرقانونی اعلام کرد. در حقیقت، هر حرکتی برای جلوگیری از این جریان بیشتر با خنده مواجه خواهد شد تا ترس و وحشت. همان‌طور که اینترنت راهی به سمت رونق اقتصادی و علوم است، برای فرهنگ و تفریحات نیز هست.

اما گذار از تمدن نوع صفر به نوع ۱ بسیار خطرناک است. زیرا ما هنوز وحشیگری ناشی از دوره زندگی در جنگل را با خود به‌همراه داریم. از برخی جهات پیشرفت تمدن ما در حقیقت مسابقه با زمان است. از یک طرف

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

حرکت به‌سوی تمدن سیاره‌ای نوع ۱ ممکن است به ما نوید دوره‌ای بی‌مانند از شکوفایی و صلح را بدهد. از طرف دیگر، نیروهای آنتروپی (اثر گلخانه‌ای، آلودگی محیط زیست، جنگ هسته‌ای، بنیادگرایی و بیماری) ممکن است منجر به نابودی ما شوند. لرد مارتین ریس به این گونه تهدیدها به‌علاوه تروریسم، میکروب‌های مهندسی شده بیولوژیکی و دیگر کابوس‌های فناوری به‌عنوان برخی از بزرگ‌ترین چالش‌هایی که انسان با آن مواجه خواهد شد اشاره می‌کند. به‌نظر می‌رسد از نظر او تنها یک شانس پنجاه درصدی برای موفقیت در عبور از این چالش وجود دارد.

شاید به همین علت است که در فضا شاهد وجود تمدن‌های غیر زمینی نیستیم. مسئله این است که اگر آن‌ها واقعاً وجود داشته باشند، شاید آنقدر پیشرفته‌اند که توجه و علاقه کمی به جامعه ابتدایی نوع ۰/۷ ما نشان می‌دهند. شاید آن‌ها به‌دلیل جنگ یا از طریق آلودگی که حین تلاش برای رسیدن به تمدن نوع ۱ ایجاد کرده‌اند، از بین رفته و مرده‌اند. (از این نظر، نسلی که در حال حاضر زنده هستند شاید یکی از مهم‌ترین نسل‌هایی باشد که تاکنون بر روی سطح زمین قدم گذاشته‌اند؛ شاید این نسل بتواند بدون خطر نحوه گذار به یک تمدن نوع ۱ را برنامه‌ریزی کند.)

اما همان‌طور که فردریش نیچه گفته است، آنچه که ما را نمی‌کشد، قوی‌تر می‌سازد. گذار دردناک ما از نوع صفر به نوع ۱ مطمئناً تجربه آتشینی خواهد بود. اگر بتوانیم از این چالش با موفقیت بیرون آییم، قوی‌تر خواهیم شد؛ به همان روشی که چکش‌کاری فولاد گداخته، آن را سخت‌تر می‌کند.

تمدن نوع ۱

وقتی تمدنی به وضعیت نوع ۱ دست می‌یابد، بعید است که سریعاً به ستارگان تسلط پیدا کند؛ احتمالاً چنین تمدنی برای قرن‌ها در سیاره خانه باقی می‌ماند، تا زمان کافی داشته باشد تا از ملی‌گرایی، بنیادگرایی، نژاد پرستی، و فرقه گرایی باقی مانده از گذشته خلاصی یابد. نویسنده‌های علمی تخیلی بارها و بارها، بدون اشاره به دشواری‌های سفر و مهاجرت‌های فضایی به داستان

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

سرایی پرداخته‌اند. امروزه باید در حدود ۲۰,۰۰۰ تا ۸۰,۰۰۰ دلار پرداخت تا بتوان یک کیلوگرم ماده را در مداری نزدیک به زمین قرار داد. (تصور کنید مجسمه جان گِلِن را از طلای ناب بسازید. حال می‌توانید هزینه هنگفت یک سفر فضایی را تصور کنید.) ماموریت شاتل فضایی، هربار تا ۸۰۰ میلیون دلار هزینه در بر دارد (با تقسیم هزینه‌های مربوط به برنامه فضایی شاتل بر تعداد ماموریت‌های فضایی انجام گرفته). این احتمال وجود دارد که در آینده هزینه سفر فضایی کاهش یابد. اما در طول چند دهه آینده، با ورود وسائل نقلیه قابل استفاده مجدد (RLV)[1] که بلافاصله پس از اتمام یک ماموریت می‌توانند دوباره مورد استفاده قرار گیرند، هزینه‌ها به یک دهم کاهش خواهند یافت. در قرن بیست و یکم، چنین سفری هنوز هم بسیار پرهزینه بوده و فقط برای افراد و کشورهای بسیار ثروتمند مقدور است.

(یک راه حل برای این مسئله وجود دارد: تهیه «بالابرهای فضایی». پیشرفت‌های اخیر در فناوری نانو، تولید طناب از نانولوله‌های بسیار کم وزن و فوق‌العاده قوی را امکان‌پذیر ساخته است. در اصل ممکن است این طناب‌های ساخته شده از اتم کربن آنقدر قوی باشند که بتوانند یک ماهواره‌ای که بیش از سی هزار کیلومتر بالای کره زمین در حال چرخش است را به زمین وصل کنند. درست مثل جک و لوبیای سحرآمیز، باید بتوان از این نانولوله کربن بالارفت تا با تنها کسری از هزینه معمول به فضا رسید. از نظر تاریخی دانشمندان فضایی هیچ‌گاه بالابرهای فضایی را جدی نگرفته‌اند، زیرا کشش وارد بر روی ریسمان آنقدر زیاد خواهد بود که منجر به پاره شدن تقریباً هر الیاف شناخته شده‌ای می‌شود.

با این حال، فناوری نانولوله کربن ممکن است این وضعیت را تغییر دهد. در حال حاضر ناسا مطالعات ابتدایی بر روی این فناوری را بنیان گذاشته است و این فناوری در طول چندین سال به دقت مورد بررسی و تحلیل قرار خواهد گرفت. اما آیا چنین فناوری واقعاً موثر است؟ یک بالابر فضایی در بهترین حالت تنها ما را به مداری دور زمین منتقل می‌کند، نه به دیگر

1. Reusable Launch Vehicles

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

سیارات.)

رویای ساخت مجتمع‌های فضایی باید رها شود تنها به‌دلیل وجود این حقیقت که هزینه ماموریت‌های انسانی به ماه و دیگر سیارات بسیار بیشتر از هزینه ماموریت‌های نزدیک به زمین است. برخلاف ماموریت‌های کریستف کلمب به دور زمین و سفرهای اکتشافی اسپانیایی‌ها در سده‌های گذشته که هزینه آن‌ها در آن زمان تنها کسر کوچکی از تولید ناخالص داخلی اسپانیا بود، امروزه تاسیس مجتمع‌های مسکونی بر روی ماه و مریخ می‌تواند بسیاری از کشورها را ورشکست کند، درحالی‌که هیچ نفع اقتصادی مستقیمی در بر نخواهد داشت.

همچنین خطری که انسان‌های مسافر را تهدید می‌کند، باید در نظر گرفته شود. پس از نیم قرن تجربه با موشک‌های سوخت مایع، احتمال رخ‌دادن مشکلات فاجعه‌بار در ماموریت‌های موشکی در حدود یک در هفتاد است. (در حقیقت تلفات تاسف‌بار دو شاتل فضایی در این نسبت می‌گنجد.) ما همواره این موضوع را فراموش می‌کنیم که سفر فضایی با توریسم متفاوت است. با وجود چنین سوخت فرّار و چنین تهدیدهای کشنده متعدد برای زندگی بشر، این رویا در طول دهه‌های آینده به صورت یک طرح پیشنهادی پرمخاطره باقی خواهد ماند.

با این حال در طول قرن‌های آینده ممکن است وضعیت به‌تدریج تغییر کند. با کاهش هزینه‌های سفر فضایی ممکن است روزی شاهد ساخت مجتمع‌های فضایی بر روی‌سطح مریخ باشیم. در این زمان برخی دانشمندان حتی مکانیزم‌های مبتکرانه‌ای را پیشنهاد کرده‌اند تا مریخ را هرچه بیشتر به زمین شبیه سازند. مثلاً از طریق منحرف کردن یک دنباله‌دار و تبخیر شدن آن در اتمسفرمریخ، می‌توان به جو مریخ آب اضافه کرد. برخی دیگر طرحی را پیشنهاد کرده‌اند که در آن گاز متان را به اتمسفر مریخ تزریق می‌شود تا یک اثر گلخانه‌ای مصنوعی بر روی سیاره سرخ ایجاد کنند. به‌این‌ترتیب دما را بالا رفته، لایه یخی زیر سطح مریخ آب می‌شود و برای اولین‌بار پس از میلیاردها سال دریاچه‌ها پر آب و بر سطح آن آب جاری می‌شود. برخی دیگر نیز تدابیر

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

شدیدتر و خطرناک‌تری را اندیشیده‌اند. مثل انفجار یک کلاهک هسته‌ای زیر سطح یخ برای آب کردن آن (که می‌تواند خطراتی را برای ساکنین آینده مجتمع‌های فضایی ایجاد کند). اما تمام این پیشنهادات هنوز کاملاً ذهنی هستند.

به احتمال زیاد تمدن نوع ۱، ساخت مجتمع‌های فضایی را در اولویت دور خود قرار خواهد داد. اما برای ماموریت‌های دوردست بین سیاره‌ای، که از نظر زمانی فشاری بر روی آن وجود ندارد، تهیه یک موتور خورشیدی *اونی* احتمالاً شکل جدیدی از نیروی محرکه برای سفر بین ستارگان خواهد بود. چنین موتورهای آرامی، رانش کمی ایجاد می‌کنند، اما از طرفی می‌توانند نیروی رانشی خود را برای سال‌ها نگاه دارند. این موتورها انرژی تابشی خورشید را متمرکز کرده، سزیم شبه‌گازی را گرم می‌کنند و سپس گاز را از اگزوز به بیرون پرتاب می‌کنند و به‌این‌ترتیب نیروی محرکه ناچیزی ایجاد می‌کنند که تقریباً می‌تواند تا ابد باقی بماند. وسائل نقلیه‌ای که با چنین موتورهایی کار می‌کنند، برای ایجاد یک بزرگراه بین سیاره‌ای که سیارات را به‌هم متصل می‌کند مناسب هستند.

سرانجام تمدن نوع ۱ ممکن است ردیاب‌های آزمایشگاهی متعددی را به ستارگان نزدیک بفرستد. از آنجا که سرعت موشک‌های شیمیایی به‌وسیله سرعت ماکزیمم گازهای موجود در اگزوز موشک محدود می‌شوند، فیزیکدانان اگر می‌خواهند به فواصل دورتر در حدود صدها سال نوری دست یابند، مجبور خواهند بود شکل‌های دیگری‌از نیروی محرکه را بیابند. یک راه حل می‌تواند ساخت یک رَم جت هسته‌ای باشد، موشکی که هیدروژن را از فضای بین ستاره‌ای استخراج کرده و با همجوشی هسته‌ای از آن انرژی می‌گیرد. به‌این‌ترتیب مقدار نامحدودی انرژی در طول فرایند آزاد می‌شود. به‌هرحال دستیابی به همجوشی پروتون-پروتون حتی بر روی زمین نیز بسیار سخت و دشوار است، چه برسد به یک سفینه فضایی در فضا. در بهترین حالت این فناوری در یک قرن آینده قابل دسترسی است.

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

تمدن نوع ۲

تمدن نوع ۲ که قادر به برداشت انرژی یک ستاره کامل است، باید شبیه اتحادیه سیارات در سریال پیشتازان فضا باشد؛ البته بدون ماشین Wrap drive. آن‌ها بخش کوچکی از کهکشان راه شیری را تحت تسلط خود در آورده و می‌توانند ستارگان را شعله‌ور سازند. به‌این‌ترتیب در وضعیت تمدن نوع ۲ قرار می‌گیرند.

فریمن دِیسون اینگونه تصور کرده است که تمدن نوع ۲ برای استفاده کامل از انرژی خروجی خورشید، می‌تواند کره‌ای عظیم به دور خورشید بسازد تا پرتوهای آن را به‌طور کامل جذب کند. به‌عنوان مثال این تمدن ممکن است سیاره‌ای در ابعاد مشتری ساخته و جرم آن را در کره‌ای دور خورشید توزیع کند. براساس قانون دوم ترمودینامیک، کره در نهایت گرم شده و از خود تابش فروسرخ معینی گسیل خواهد کرد که در فضا قابل رویت است. جان جاگاکو، از انستیتوی تحقیقات تمدن در ژاپن، و همکارانش آسمان‌ها را تا فاصله ۸۰ سال نوری جستجو کرده‌اند تا چنین تمدن‌هایی را بیابند و تاکنون هیچ شاهدی دلیل بر وجود این تابش‌های فروسرخ نیافته‌اند (به خاطر داشته باشید که عرض کهکشان ما صدهزار سال نوری است).

تمدن نوع ۲، ممکن است برخی از سیارات منظومه خورشیدی خود را تحت تسلط در آورده و حتی سفرهای بین ستاره‌ای را شروع کرده باشد. به‌دلیل منابع گسترده‌ای که در دسترس تمدن نوع ۲ قرار دارد، احتمال دارد که آن‌ها بتوانند شکل‌های عجیبی از نیروی محرکه مثل پیشرانه ضدماده/ماده برای سفینه‌های فضایی خود تهیه کنند، تا سفرهای نزدیک به سرعت نور را امکان‌پذیر سازند. در اصل این شکل از انرژی بازده صد درصد دارد. این نیز از نظر آزمایشگاهی امکان‌پذیر است ولی برای تمدن نوع ۱ بسیار پرهزینه و گران قیمت است (ایجاد پرتویی از ضد پروتون‌ها برای ایجاد ضد اتم، به یک اتم‌شکن نیاز دارد).

ما تنها می‌توانیم در مورد چگونگی عملکرد تمدن نوع ۲خیال‌پردازی کنیم. با این حال هزاران سال زمان لازم است تا بتوانیم اختلافات موجود بر

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

سر دارایی‌ها، منابع و انرژی را طبقه‌بندی کنیم. تمدن نوع ۲ احتمالاً جاودانه است. به احتمال زیاد هیچ چیز شناخته شده‌ای از نظر علم نمی‌تواند چنین تمدنی را از بین ببرد؛ مگر با حماقت خود ساکنین آن. شهاب‌سنگ‌ها و دنباله‌دارها را می‌توان منحرف کرد، عصر یخبندان را می‌توان با تغییر الگوهای آب و هوایی به تعویق انداخت و حتی تهدید ناشی از یک انفجار ابرنواختری نزدیک را می‌توان تنها از طریق ترک سیاره وطن و منتقل کردن تمدن از سر راه گزند، نجات داد یا شاید از طریق دستکاری موتور هسته‌ای گرمازای ستاره در حال مرگ.

تمدن نوع ۳

زمانی که جامعه به سطح تمدن نوع ۳ دست می‌یابد، به انرژی‌های خارق‌العاده‌ای می‌اندیشد که در آن‌ها فضا و زمان ناپایدار می‌شوند. می‌دانید در انرژی پلانک اثرات کوانتومی حاکمند و فضا-زمان مملو از حباب‌ها و کرمچاله‌های کوچک است. به‌دلیل اینکه ما از دیدگاه یک تمدن نوع ۰/۷ به مسئله انرژی می‌نگریم، در حال حاضر انرژی پلانک بسیار فراتر از دسترس ماست. درحالیکه یک تمدن نوع ۳، به انرژی‌هایی دسترسی پیدا می‌کنند که برابر با ۱۰ میلیارد ۱۰ میلیارد ($۱۰^{۲۰}$) برابر انرژی‌هایی هستند که امروزه بر روی کره زمین یافت می‌شوند.

ستاره‌شناسی به نام یان کرافورد، از کالج دانشگاهی لندن، در مورد تمدن نوع ۳ اینگونه می‌نویسد: «اگر یک مجتمع مهاجرنشین معمولی فضایی را در فاصله ۱۰ سال نوری از زمین در نظر بگیریم و به‌علاوه سفینه‌ای با سرعت ده درصد سرعت نور در اختیار داشته باشیم، همچنین اگر دوره زمانی بین تاسیس مجتمع و توسعه و ارسال مجتمع‌های مهاجرنشین جدید از آن برابر ۴۰۰ سال باشد، آنگاه جبهه موج ایجاد چنین مجتمع‌های مهاجرنشینی با سرعت میانگین ۰/۰۲ سال نوری در سال توسعه خواهد یافت. از آنجا که عرض کهکشان برابر صدهزار سال نوری است، تسلط کامل بر آن بیش از پنج میلیون سال طول نخواهد کشید. اگرچه از نظر انسان این زمان طولانی است

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

ولی این تنها ۰/۰۵ عمر کهکشان است.»

دانشمندان تلاش‌های جدی انجام داده‌اند تا بتوانند تابش‌های رادیوئی ناشی از تمدن‌های نوع ۳ را در کهکشان ما آشکار کنند. تلسکوپ بزرگ رادیویی آرسیبو در پورتوریکو بخش اعظم کهکشان را به‌دنبال این تابش‌های رادیوئی با فرکانس ۱/۴۲ گیگاهرتز، یعنی نزدیک به خط تابش گاز هیدروژن، مورد پویش قرار داده است. هیچ‌گونه مدرکی دال بر وجود تابش رادیویی در باند انرژی تا 10^{-18} تا 10^{30} وات (یعنی از تمدن‌های نوع ۱/۲ تا ۱۱/۴) از هیچ تمدنی یافت نشد. با این حال این مسئله احتمال وجود تمدن‌هایی فراتر از فناوری ما، مثلاً از نوع ۰/۸ تا ۱/۱ یا بسیار بیشتر از این، مثل نوع ۱۱/۵ و فراتر از آن را منتفی نمی‌سازد.

همچنین احتمال وجود دیگر شکل‌های ارتباطی نیز منتفی نیست. به‌عنوان مثال، ممکن است تمدنی پیشرفته به‌جای امواج رادیویی، سیگنال‌ها را با استفاده از لیزر منتقل کند. یا در صورت استفاده از امواج رادیویی، ممکن است از فرکانس‌هایی غیر از ۱/۴۲ گیگاهرتز استفاده کند. مثلاً ممکن است سیگنال‌ها را در پهنای فرکانس‌های زیاد فرستاده و سپس در مقصد آن‌ها را مجدداً بر هم سوار کند. با استفاده از این روش، برخورد با یک ستاره در حال عبور یا توفان کیهانی، کل پیغام را مختل نمی‌سازد. این پیغام گسترده، تنها از حروف شکسته و نامفهوم تشکیل شده است. (مشابه پست الکترونیکی که در آن پیغام به بخش‌های متعددی شکسته شده و هر قطعه از طریق یک شهر متفاوت ارسال می‌شود. سپس در آخر، کل پیغام در رایانه شما مجدداً سرهم می‌شود.)

یکی از مهم‌ترین نگرانی‌های تمدن نوع ۳، راه‌اندازی سیستم مخابراتی و ارتباطی است که بتواند کل کهکشان را به‌هم ارتباط دهد. این مسئله کاملاً به اینکه انسان‌های ساکن در یک جامعه دارای تمدن نوع ۳ به‌گونه‌ای (مثلاً از طریق کرمچاله‌ها) بتوانند به فناوری سریع‌تر از نور دست یابند وابسته است. اگر فرض کنیم به این فناوری دست نیابند، آنگاه به شدت از رشد باز خواهند ماند. فیزیکدانی به نام فریمن دیسون، با استناد به کار ژان مارک لِوی لِبلوند،

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

نتیجه می‌گیرد که چنین جامعه‌ای احتمالاً در جهان «کارول» زندگی می‌کند؛ که از نام لوئیس کارول گرفته شده است. دیسون می‌نویسد، در گذشته جوامع انسانی از قبائل کوچکی تشکیل می‌شدند که در آن‌ها فضا مطلق و زمان نسبی بود. یعنی برقراری ارتباط بین قبائل پراکنده غیرممکن بود و از زمان تولد، انسان‌ها تنها می‌توانستند در نزدیکی محل زندگی خود فعالیت کنند. قبائل مختلف به‌واسطه وسعت فضای مطلق از هم جدا می‌شدند. با ظهور انقلاب صنعتی، انسان وارد دنیای نیوتونی شد. در چنین دنیایی مفهوم زمان و فضا مطلق شدند. به‌این‌ترتیب انسان با اختراع چرخ و کشتی توانست ارتباط بین قبائل پراکنده در کشورهای مختلف را امکان‌پذیر سازد. در قرن بیستم، ما به جهان اینشتین وارد شدیم. در جهان اینشتین، فضا و زمان هردو نسبی هستند. به‌این‌ترتیب تلگراف، تلفن، رادیو و تلویزیون را اختراع کردیم که در نتیجه ارتباطات آنی به‌وجود آمد. یک تمدن نوع ۳ ممکن است یکبار دیگر به وضعیت جهان کارول بازگردد؛ مجتمع‌های فضایی که با فواصل گسترده بین ستاره‌ای از هم جدا شده و به‌دلیل محدودیت سرعت نور قادر به برقراری ارتباط با یکدیگر نیستند. برای جلوگیری از جدا و قطع شدن ارتباط این جهان‌های کارول، شاید لازم باشد تمدنی از نوع ۳ کرمچاله‌هایی بسازد و به‌این‌ترتیب ارتباطات سریع‌تر از نور را در سطوح زیراتمی امکان‌پذیر سازد.

تمدن نوع ۴

زمانی که یکبار در آسمان‌نمای شهر لندن سخنرانی می‌کردم، پسربچه‌ای ده ساله نزد من آمد و اصرار داشت که تمدن نوع ۴ باید وجود داشته باشد. وقتی که به او یادآوری کردم که سیارات، ستارگان و کهکشان‌ها تنها پایگاه‌های موجود هستند که شکل‌گیری حیات هوشمند را امکان‌پذیر می‌سازند، او ادعا کرد که تمدن نوع ۴ می‌تواند از قدرت پیوستگی استفاده کند.

دریافتم که او درست می‌گوید. در صورت وجود تمدن نوع ۴، منبع انرژی آن می‌تواند فراکهکشانی باشد؛ مثل انرژی تاریک که ۷۳ درصد محتویات ماده/انرژی جهان ما را تشکیل می‌دهد. اگرچه این انرژی به‌طور بالقوه

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

ذخیره‌ای هنگفت و تاکنون بزرگ‌ترین منبع انرژی جهان محسوب می‌شود، با این حال این میدان ضدگرانش در تمام فضای جهان گسترده شده و بنابراین در هر نقطه از فضا بسیار ضعیف است.

نیکولا تِسلا، نابغه الکتریسیته و رقیب ادیسون، یادداشت‌های بسیار زیادی در مورد برداشت انرژی خلأ نگاشته است. او عقیده داشت خلأ ذخایر هنگفتی از انرژی را در خود پنهان کرده است. به‌عقیده او اگر ما بتوانیم به نوعی از این انرژی نهفته بهره‌برداری کنیم، تغییرات اساسی در جامعه انسانی ایجاد خواهد شد. لازم به ذکر است که استخراج این انرژی شگفت‌آور شدیداً مشکل است. جستجوی طلا در اقیانوس‌ها را تصور کنید. احتمالاً نسبت به تمام طلاهای موجود در فورت ناکس و دیگر خزانه‌های جهان، طلای بیشتری در اقیانوس‌ها پراکنده شده است. با این حال هزینه استخراج این طلا در چنین پهنه وسیعی عاملی بازدارنده محسوب می‌شود. بنابراین طلای مدفون در اعماق اقیانوس‌ها هرگز استخراج نشده است.

به‌طور مشابه، انرژی پنهان تاریک، از محتوای کل انرژی ستارگان و کهکشان‌ها بیشتر است. با این حال این انرژی در طول میلیاردها سال نوری گسترده شده و جمع‌آوری آن مشکل است. اما از نظر قوانین فیزیک هنوز می‌توان تصور کرد که تمدن نوع ۳، که انرژی ستارگان را در کهکشان مصرف کرده است، ممکن است به نوعی سعی در بهره برداری از این انرژی کرده تا به تمدن نوع ۴ دست یابد.

طبقه‌بندی اطلاعات

نوع دیگری از طبقه‌بندی تمدن‌ها را می‌توان براساس فناوری‌های جدید انجام داد. شخصی به نام کارداشِف، در دهه ۱۹۶۰، این طبقه‌بندی اصلی را انجام داد؛ یعنی در زمان قبل از ظهور پدیده‌هایی مثل کوچک‌سازی رایانه، پیشرفت در فناوری نانو و اطلاع از مشکلات تخریب محیط زیست. یک تمدن پیشرفته می‌تواند، در پرتو این پیشرفت‌ها، با استفاده کامل از انقلاب اطلاعاتی که امروزه شاهد آن هستیم، به روشی کمی متفاوت راه پیشرفت را

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

در پیش بگیرد.

یک تمدن پیشرفته، در طول روند رشد نمایی خود، ممکن است با اتلاف گرما به‌طور خطرناکی دمای اتمسفر سیاره را بالابرده و مشکلاتی بحرانی ایجاد کند. کلونی‌های باکتری در یک ظرف کشت، به‌طور نمایی رشد می‌کنند، تا جایی‌که منابع غذایی را به اتمام رسانده و در زباله‌هایی که خود ایجاد کرده‌اند غرق می‌شوند. به‌طور مشابه، از آنجا که سفر فضایی برای قرن‌ها به‌همین شکل پرهزینه باقی خواهد ماند و همین‌طور تلاش برای تبدیل سیاره‌های نزدیک‌مان به چیزی شبیه زمین (البته در صورت امکان)، از نظر علمی و اقتصادی پردردسر است، بنابراین می‌توان گفت تمدن نوع ۱ که سعی در پیشرفت دارد، یا در گرمایی که خود ایجاد کرده از بین می‌رود یا چاره‌ای ندارد جز اینکه فرآورده‌های اطلاعاتی خود را کوچک و موثر سازد.

برای درک بهتر تاثیر این نوع کوچک‌سازی، مغز انسان را در نظر بگیرید. مغز انسان شامل ۱۰۰ میلیارد سلول عصبی است (به تعداد کهکشان‌های موجود در جهان مرئی) و تقریباً هیچ گرمایی ایجاد نمی‌کند. در حقیقت اگر یک مهندس رایانه بخواهد رایانه‌ای بسازد که بتواند همانند مغز ما به‌راحتی کوادریلیون‌ها بایت را در هر ساعت پردازش کند، احتمالاً به چندین متر مکعب فضا و یک مخزن آب برای خنک کردن نیاز خواهد داشت. جالب است که مغز ما می‌تواند در مورد مهم‌ترین افکار بدون نیاز به حتی یک قطره آب بیندیشد.

ساختار مولکولی و سلولی مغز این قابلیت را فراهم آورده است. نخست اینکه مغز ما به‌هیچ‌وجه یک رایانه نیست (به صورت یک ماشین تورینگ با نوار ورودی، نوار خروجی و یک پردازشگر مرکزی). مغز هیچ‌کدام از مواردی مثل سیستم عامل، ویندوز، پردازشگر مرکزی و تراشه پنتیم که ما اغلب در رایانه‌ها داریم، را ندارد. در عوض یک شبکه عصبی موثر است. ماشینی فراگیر، به این معنی که حافظه و الگوهای فکری، به‌جای اینکه در یک واحد پردازشگر مرکزی متمرکز شده باشند، در طول مغز توزیع شده‌اند. مغز حتی خیلی سریع هم محاسبه نمی‌کند، زیرا ماهیت پیام‌های الکتریکی

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

که به سلول‌های عصبی فرستاده می‌شوند، شیمیایی است. این امر جبران می‌شود، زیرا مغز می‌تواند پردازش موازی انجام دهد و کارهای جدید را با سرعت فوق‌العاده‌ای یاد بگیرد.

دانشمندان، برای بهبود بازده خالص رایانه‌های الکترونیکی، از ایده‌های بدیع استفاده می‌کنند. بسیاری از این ایده‌های بدیع که به ساخت نسل‌های بعدی رایانه‌های کوچک شده منجر می‌شوند، از طبیعت الهام گرفته می‌شوند. هم‌اکنون دانشمندان در پرینستون توانسته‌اند بر روی مولکول‌های DNA محاسبات انجام دهند (با DNA به‌عنوان بخشی از نوار رایانه‌ای رفتار می‌کنند که براساس صفر و یک نبوده، بلکه براساس چهار اسید نوکلئیک A، T، C و G بناشده است). این رایانه DNA توانست معمای فروشنده دوره‌گرد را برای شهرهای متعددی حل کند (بر طبق این معما کوتاه‌ترین مسیر متصل کننده N شهر به یکدیگر محاسبه می‌شود.) به‌طور مشابه هم‌اکنون در آزمایشگاه ترانزیستورهای مولکولی و حتی اولین رایانه‌های کوانتومی (که می‌توانند بر روی اتم‌های منفرد محاسبه کنند) نیز ساخته شده‌اند.

احتمالاً تمدن‌های پیشرفته با گسترش فناوری نانو، در مسیر رشد و توسعه راه‌های موثرتری را انتخاب می‌کنند تا دیگر مقادیر زیاد گرمای تلف شده حیات‌شان را به مخاطره نیندازد.

انواع مختلف A تا Z

ساگان، بر طبق محتویات اطلاعات تمدن‌های پیشرفته، روش دیگری را برای طبقه‌بندی آن‌ها ارائه کرده است. این طبقه‌بندی برای تمدن‌هایی که در اندیشه ترک این جهان هستند ضروری به‌نظر می‌رسد. به‌عنوان مثال تمدن نوع A، تمدنی است که 10^6 بیت اطلاعات را پردازش می‌کند. این تمدن ابتدایی است؛ هنوز دارای زبان نوشتاری‌نیست، اما زبان گفتاری دارد. برای فهمیدن اینکه در تمدن نوع A چه مقدار اطلاعات وجود دارد، ساگان از مثال‌های بازی بیست سوآلی استفاده کرده است. در این بازی شما باید یک شیء ناشناخته را با پرسیدن تنها بیست سوآل شناسایی کنید؛ سوآلاتی که

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

جواب آن‌ها تنها می‌تواند بله یا خیر باشد. یک روش این است که سوآل‌هایی بپرسید که جهان را به دو بخش بزرگ تقسیم کند. مثل اینکه «زنده است یا نه؟» به‌این ترتیب، پس از پرسیدن بیست سوآل، جهان را به، $۲^{۲۰}$، یا $۱۰^{۶}$ بخش، تقسیم کرده‌ایم. این همان مجموع محتوای اطلاعات تمدن نوع A است.

هربار که یک زبان نوشتاری جدید کشف می‌شود، مجموع محتوای اطلاعات به صورت انفجاری افزایش می‌یابد. بر طبق تخمین فیزیکدانی به نام فیلیپ موریسون از دانشگاه MIT، مجموع میراث نوشتاری که از زمان یونان باستان تاکنون باقی مانده است، در حدود $۱۰^{۹}$ بیت است؛ یعنی تمدن نوع C در طبقه‌بندی ساگان.

به‌همین ترتیب ساگان محتوای اطلاعات امروز ما را نیز تخمین زده است. با محاسبه تقریبی تعداد کتاب‌هایی که در تمام کتابخانه‌های جهان وجود دارند (در حدود ده‌ها میلیون) و تعداد صفحاتی که در هر کتاب وجود دارد، او محتوای اطلاعات فعلی ما را در حدود $۱۰^{۱۳}$ بیت تخمین زده است. اگر عکس‌ها را نیز در نظر بگیریم این عدد ممکن است به $۱۰^{۱۵}$ بیت نیز برسد. این نتیجه ما را در رده یک تمدن نوع H قرار می‌دهد. با در نظرگرفتن خروجی ناچیز انرژی و اطلاعات، می‌توان گفت ما در رده تمدن نوع ۰/۷ H قرار داریم.

ساگان عقیده دارد اولین برخورد ما با تمدن ماورای زمینی، احتمالاً با تمدنی از رده حداقل نوع ۱/۵ J یا ۱/۸ K خواهد بود. زیرا چنین تمدن‌هایی قبلاً به دینامیک سفرهای بین ستاره‌ای دست یافته‌اند. چنین تمدنی حداقل قرن‌ها تا هزاره‌ها، پیشرفته‌تر از ما خواهد بود. به‌طور مشابه می‌توان تمدن کیهانی نوع ۳ را از طریق ضرب محتوای اطلاعات هر سیاره در تعداد سیاره‌های موجود در کهکشان که قابلیت پشتیبانی از حیات را دارند، تعیین کرد. برطبق برآورد ساگان تمدن نوع ۳، در رده‌بندی جدید تمدن نوع Q خواهد بود. به‌این ترتیب، تمدنی پیشرفته که می‌تواند محتوای اطلاعات یک میلیارد کهکشان را به‌دست آورد (که بیانگر بخش بزرگی از جهان مرئی است)، دارای تمدنی از نوع Z خواهد بود.

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

محاسبه طبقه‌بندی تمدن‌های مختلف تنها یک تمرین دانشگاهی معمولی نیست. هر تمدنی که قصد ترک این جهان را داشته باشد، لزوماً باید بتواند شرایط موجود در طرف دیگر جهان را مورد محاسبه قرار دهد. حل معادلات اینشتین به وضوح دشوار است. زیرا برای محاسبه انحناء فضا در هر نقطه، باید مکان تمام اشیاء موجود در جهان را بدانیم که هرکدام به نوعی در انحنای فضا شرکت دارند.

همچنین لازم است تصحیحات کوانتومی[1] مربوط به سیاهچاله‌ها را بدانیم که در حال حاضر محاسبه آن‌ها مشکل است. از آنجا که محاسبه این تصحیحات برای رایانه‌های ما فوق‌العاده دشوار است، فیزیکدانان امروزی اغلب یک سیاهچاله را به صورت جهانی شامل یک ستاره فروپاشیده، تقریب می‌زنند. برای درک بهتر دینامیک موجود در افق رویداد یک سیاهچاله یا نزدیک به دهانه یک کرمچاله، لزوماً باید مکان و محتوای انرژی تمام ستارگان اطراف را بدانیم و سپس افت و خیزهای کوانتومی آن‌ها را محاسبه کنیم. در این مورد همچنین محاسباتی بسیار مشکل هستند. حل چنین معادلاتی برای یک ستاره تنها در یک جهان خالی به اندازه کافی مشکل است، چه برسد به وضعیتی که میلیاردها کهکشان در یک جهان متورم شناور باشند.

به‌همین دلیل هر تمدنی که تلاش دارد تا از درون یک کرمچاله سفر کند باید قدرت محاسباتی بسیار فراتر از یک تمدن نوع H ۰/۷ (مثل ما) داشته باشد. حداقل تمدن لازم، که محتویات اطلاعات و انرژی آن برای اندیشیدن به چنین سفری کافی باشد، یک تمدن نوع Q۳ است.

البته این امکان نیز وجود دارد که هوش بتواند فراتر از حدود طبقه‌بندی کارداشِف در جهان گسترش یابد. همان‌طور که لرد مارتین ریس می‌گوید: «با اینکه حیات در حال حاضر تنها اینجا بر روی کره زمین وجود دارد، کاملاً قابل درک است که در نهایت روزی در سراسر کهکشان و حتی فراتر از آن گسترده شود. بنابراین حیات برای همیشه یک اثر آلوده کننده کم اهمیت باقی نخواهد

1. Quantum Corrections

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

ماند؛ با اینکه الان هست. به‌نظر من اگر این دیدگاه به‌طور گسترده‌ای مورد پذیرش واقع شود، سودمند خواهد بود.» اما در عین حال او هشدار می‌دهد: «اگر خودمان را نابود کنیم، آنگاه استعدادهای واقعی کیهانی را از بین برده‌ایم. بنابراین حتی اگر عقیده داشته باشیم که در حال حاضر حیات در کره زمین منحصر به‌فرد است، به این معنی نخواهد بود که حیات قرار است برای همیشه بخش کم ارزشی از جهان باشد.»

یک تمدن پیشرفته چگونه به ترک جهان در حال مرگ می‌اندیشد؟ چنین تمدنی ناچار باید بر مجموعه‌ای از موانع بزرگ غلبه کند.

قدم اول: ایجاد و آزمایش یک نظریه برای همه چیز

اولین مانع برای تمدنی که در آرزوی ترک جهان است، تکمیل یک نظریه برای همه چیز است. چنین نظریه‌ای باید روشی را برای محاسبه مطمئن تصحیحات کوانتومی معادلات اینشتین در اختیار داشته باشد وگرنه هیچ‌کدام قابل استفاده نخواهند بود. خوشبختانه به‌دلیل سرعت بسیار بالای پیشرفت نظریه M و اینکه برخی از بهترین مغزها بر روی آن متمرکز شده‌اند، احتمالاً در طول چند دهه یا حتی کم‌تر به این واقعیت پی خواهیم برد که آیا این نظریه واقعاً نظریه‌ای برای همه چیز است یا برای هیچ چیز.

هر وقت نظریه همه چیز یا نظریه گرانش کوانتومی یافت شود، باید نتایج آن را با استفاده از فناوری پیشرفته مورد بررسی قرار دهیم. به این منظورکارهای مختلفی می‌توان انجام داد؛ مثلاً: ساخت اتم‌شکن‌های بزرگ برای تولید اَبَرذرات یا ساخت آشکارسازهای عظیم امواج گرانشی که در فضا یا بر روی اقمار مختلف منظومه شمسی قرار داده می‌شوند. (اقمار مختلف برای مدت زمان‌های طولانی، به دور از فرسایش و مزاحمت‌های جوی، کاملاً پایدار هستند. بنابراین یک آشکارساز سیاره‌ای امواج گرانشی، قادر خواهد بود جزئیات انفجار بزرگ را مورد بررسی قرار داده و به‌این‌ترتیب به پرسش‌های ما در مورد گرانش کوانتومی و ساخت یک جهان جدید پاسخ

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

دهد.)

هرگاه یک نظریه گرانش کوانتومی یافت شده و اتم‌شکن‌های عظیم به‌همراه آشکارسازهای امواج گرانشی، صحت آن را مورد تائید قرار دادند، آنگاه می‌توانیم به برخی از سوآلات مهم در ارتباط با معادلات اینشتین و کرمچاله‌ها، پاسخ دهیم:

۱. آیا کرمچاله‌ها پایدار هستند؟

در مواجهه با یک سیاهچاله چرخان کر، مشکل اینجاست که حضور شما، پایداری سیاهچاله را بر هم می‌زند. به‌این‌ترتیب ممکن است، قبل از عبور از درون یک پل اینشتین-روزن سیاهچاله فرو بپاشد. محاسبات مربوط به پایداری باید در پرتو تصحیحات کوانتومی مجدداً مورد بازبینی قرار گیرند، که ممکن است خود منجر به تغییر کلی محاسبات شوند.

۲. آیا واگرایی‌هایی نیز وجود دارند؟

اگر از درون دو کرمچاله گذرپذیر که دو دوره زمانی را به‌هم متصل می‌کند عبور کنیم، ممکن است انباشتگی تابش اطراف ورودی کرمچاله نامحدود شود که می‌تواند فاجعه‌بار باشد. (به این دلیل که تابش می‌تواند با عبور از درون یک کرمچاله در زمان به عقب بازگردد و پس از گذشت سال‌های زیادی بازگشته تا بار دیگر وارد کرمچاله شود. این فرایند می‌تواند به تعداد نامحدودی تکرار شود و بنابراین باعث انباشتگی نامحدود تابش شود. راه حل این مشکل می‌تواند اینگونه باشد که اگر نظریه جهان‌های‌متعدد برقرار باشد، آنگاه هربار که تابش از درون یک کرمچاله عبور کند جهان، خود به دو جهان منشعب شده و دیگر انباشتگی نامحدود تابش اتفاق نخواهد افتاد. برای پاسخ به چنین سوآل ظریفی به نظریه همه چیز نیاز داریم.)

۳. آیا می‌توان مقادیر زیادی انرژی منفی یافت؟

انرژی منفی که از عوامل کلیدی در ایجاد و پایدارسازی کرمچاله‌ها محسوب

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

می‌شود، در حقیقت در مقادیر بسیار کوچکی وجود دارد. آیا بالاخره خواهیم توانست برای بازکردن و پایدار نگاه داشتن یک کرمچاله به اندازه کافی انرژی منفی جمع آوری کنیم؟

با فرض اینکه بالاخره روزی به این پرسش‌ها پاسخ داده خواهد شد، می‌توان گفت که یک تمدن پیشرفته احتمالاً به اینکه چگونه می‌تواند جهان را ترک کند به‌طور جدی خواهد اندیشید.

قدم دوم: یافتن کرمچاله‌ها و سفیدچاله‌هایی که به‌طور طبیعی رخ می‌دهند

این امکان وجود دارد که کرمچاله‌ها، بُعدگذرها و ریسمان‌های کیهانی به‌طور طبیعی در فضا ایجاد شده باشند. ممکن است در لحظه انفجار بزرگ، زمانی که مقادیر عظیمی از انرژی در جهان آزاد گردید، کرمچاله‌ها و ریسمان‌های کیهانی، به‌طور طبیعی شکل گرفته باشند. سپس این امکان وجود دارد که در طی فرایند تورم این کرمچاله‌ها تا ابعاد بزرگ مقیاس گسترش یافته باشند. به‌علاوه، این احتمال نیز وجود دارد که ماده نا آشنا، یا ماده منفی، به‌طور طبیعی در فضا وجود داشته باشد. این مسئله به‌مقدار زیادی به هرگونه تلاش برای ترک یک جهان رو به مرگ کمک می‌کند. با این حال، هیچ تضمینی وجود ندارد که چنین اجسامی حتماً در طبیعت وجود داشته باشند. هیچ کس تاکنون هیچ کدام از آن‌ها را ندیده است. بنابراین نمی‌توان در مورد سرنوشت نهایی تمام حیات هوشمند، بر روی این فرض حساب کرد

احتمال دیگری نیز وجود دارد که با جستجو در آسمان‌ها بتوان «سفیدچاله» یافت. سفیدچاله، یکی از پاسخ‌های معادله اینشتین است که در آن، زمان برعکس شده است؛ به‌این‌ترتیب که همانگونه که اشیاء به درون یک سیاهچاله کشیده می‌شوند، از درون یک سفیدچاله به بیرون رانده می‌شوند. یک سفیدچاله احتمالاً در انتهای دیگر یک سیاهچاله یافت می‌شود. بنابراین ماده‌ای که به یک سیاهچاله وارد می‌شود، در نهایت از درون یک سفیدچاله بیرون می‌آید. تاکنون در تمام جستجوهای نجومی هیچ مدرکی دال بر وجود

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

سفیدچاله‌ها یافت نشده است، اما احتمالاً نسل آینده با استفاده از آشکارسازهای فضایی بالاخره وجود یا عدم وجود آن‌ها را مشخص خواهد کرد.

قدم سوم: ارسال یک کاوشگر به درون سیاهچاله

فواید مسلمی در استفاده از چنین سیاهچاله‌هایی به‌عنوان کرمچاله وجود دارد. آن‌طور که دریافته‌ایم سیاهچاله‌ها در جهان به وفور یافت می‌شوند. بنابراین هر تمدن پیشرفته‌ای پس از غلبه بر مشکلات متعدد فنی به سیاهچاله‌ها جداً به‌عنوان یک دریچه فرار از جهان ما خواهد نگریست. همچنین در هنگام عبور از درون یک سیاهچاله، دیگر با این مسئله که نمی‌توانیم به زمانی قبل از ساخت ماشین زمان برگردیم محدود نمی‌شویم. سیاهچاله موجود در وسط حلقه کر می‌تواند جهان ما را به جهان‌های دیگر کاملاً متفاوت یا به نقاط مختلف در همین جهان متصل کند. تنها راه برای مشخص کردن این موضوع انجام آزمایش با استفاده از کاوشگر و همچنین استفاده از یک ابَررایانه برای انجام محاسبات مربوط به توزیع اجرام در جهان‌ها و محاسبه تصحیحات کوانتومی مربوط به معادلات اینشتین از درون کرمچاله است.

در حال حاضر اغلب فیزیکدانان عقیده دارند که انجام سفر از درون یک سیاهچاله می‌تواند مرگبار باشد. با این حال، درک ما از فیزیک سیاهچاله‌ها هنوز در مراحل ابتدایی خود قرار دارد و این مفهوم تاکنون هیچ‌گاه مورد آزمایش قرار نگرفته است. فرض کنید که سفر از درون یک سیاهچاله و به‌طور خاص از درون یک سیاهچاله چرخان کر امکانپذیر باشد. در این صورت هر تمدن پیشرفته‌ای به‌طور جدی به مسئله کاوش در بخش‌های داخلی سیاهچاله خواهد اندیشید.

از آنجا که سفر به درون یک سیاهچاله، سفری بدون بازگشت بوده و همچنین به‌دلیل وجود خطرات متعدد در نزدیکی سیاهچاله، یک تمدن پیشرفته احتمالاً سعی می‌کند پس از یافتن یک سیاهچاله نزدیک، نخست

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

کاوشگری را به‌درون آن بفرستد. کاوشگر می‌تواند تا قبل از اینکه از افق رویداد عبور کند اطلاعات ارزشمندی را ارسال کند. اما پس از عبور از افق رویداد تمام ارتباطات قطع می‌شود. (به احتمال زیاد به‌دلیل وجود میدان تابش شدید، سفر در ورای افق رویداد مرگبار خواهد بود. پرتوهای نوری که به درون سیاهچاله سقوط می‌کنند، دچار انتقال به آبی شده و بنابراین با نزدیک شدن به مرکز، انرژی بیشتری کسب می‌کنند.) هر کاوشگری که از نزدیک افق رویداد عبور کند باید پوششی برای محافظت در مقابل این سد شدید تابش داشته باشد. به‌علاوه، این امر احتمالاً سیاهچاله را ناپایدار می‌کند؛ طوری که افق رویداد به یک تکینگی تبدیل شده، کرمچاله بسته می‌شود. کاوشگر می‌تواند به دقت تعیین کند چه مقدار تابش در نزدیکی افق رویداد وجود دارد و اینکه آیا کرمچاله می‌تواند علی‌رغم وجود تمام این جریان انرژی پایدار بماند یا نه.

اطلاعات ارسال شده قبل از اینکه کاوشگر وارد افق رویداد شود باید به فضاپیمای مجاور مخابره شود. اما از این بابت نیز مشکل دیگری وجود دارد. از نظر ناظری که در فضاپیما قرار دارد به‌نظر می‌رسد که کاوشگر با نزدیک شدن به افق رویداد در زمان آهسته‌تر به پیش می‌رود. در واقع به‌نظر می‌رسد در زمان ورود به افق رویداد کاوشگر در زمان متوقف شده است. برای جلوگیری از این مشکل، کاوشگر ناچار است داده‌های خود را تا فاصله مشخصی قبل از افق رویداد مخابره کند. در غیر اینصورت، حتی سیگنالهای رادیویی چنان دچار انتقال به سرخ می‌شوند که داده‌ها غیرقابل استفاده می‌گردند.

قدم چهارم: ساخت یک سیاهچاله به صورت حرکت آهسته

وقتی با استفاده از کاوشگر مشخصات سیاهچاله در نزدیکی افق رویداد آن معلوم شد، قدم بعدی احتمالاً ساخت یک سیاهچاله به صورت حرکت آهسته برای اهداف آزمایشگاهی خواهد بود. احتمالاً تمدنی از نوع ۳ تلاش

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

خواهد کرد تا نتایج پیش‌بینی شده در مقاله اینشتین را به‌دست آورد ــ اینکه سیاهچاله‌ها هرگز نمی‌توانند از ذرات و غبار در حال چرخش ایجاد شوند. اینشتین سعی کرد نشان دهد که مجموعه‌ای از ذرات چرخان، به خودی خود به قطر شوارتسشیلد دست نمی‌یابند (و بنابراین امکان شکل‌گیری سیاهچاله از این طریق غیرممکن است).

اجرام در حال چرخش، به خودی خود متراکم نمی‌شوند و در نتیجه سیاهچاله نمی‌سازند. اما این امکان وجود دارد که به‌طور مصنوعی ماده و انرژی جدیدی را به آهستگی به‌درون سیستم در حال چرخش تزریق کرده و به‌این‌ترتیب باعث شد که ماده به‌تدریج از قطر شوارتسشیلد عبور کند. یک تمدن، با استفاده از این روش می‌تواند شکل‌گیری سیاهچاله‌ای را به صورت کنترل شده انجام دهد.

به‌عنوان مثال، تمدن نوع ۳ را در نظر بگیرید که مجموعه‌ای از ستاره‌های نوترونی را در کنترل و تصرف خود دارد. فرض کنید این ستاره‌های نوترونی در حدود ابعاد شهر منهتن بوده، اما جرم آن‌ها بیشتر از جرم خورشید ما باشد. فرض کنید مجموعه در حال چرخشی از این ستاره‌ها شکل گرفته باشد. به‌تدریج گرانش، این ستاره‌ها را به یکدیگر نزدیک می‌کند. اما همان‌طور که اینشتین نشان داده است، هیچ‌گاه به قطر شوارتسشیلد نخواهند رسید. در این نقطه، دانشمندان تمدن پیشرفته به دقت ستاره‌های نوترونی جدیدی را به این ترکیب تزریق می‌کنند. این‌کار تعادل را بر هم زده و باعث می‌شود که این جرم در حال چرخش از مواد نوترونی، به قطر شوارتسشیلد فرو بریزد. در نتیجه مجموعه ستارگان به حلقه‌ای چرخان، به نام سیاهچاله کر، تبدیل می‌شوند. چنین تمدنی با کنترل سرعت و قطر ستاره‌های نوترونی مختلف می‌تواند سیاهچاله کر را وادار کند تا با سرعت دلخواه باز شود.

در حالت دیگری، ممکن است تمدن پیشرفته‌ای ستاره‌های نوترونی کوچک را با هم یکی کرده تا به ابعاد سه برابر جرم خورشیدی برسند؛ این ابعاد با دقت کمی برابر با حد چاندراشکر برای ستاره‌های نوترونی است. پس از این حد، ستاره به‌واسطه گرانش خود از درون منفجر شده و به

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

سیاهچاله تبدیل می‌شود. (این تمدن پیشرفته باید مراقب باشد که ساخت سیاهچاله به‌این‌ترتیب منجر به ایجاد انفجار شبه ابرنواختری نشود. تراکمی که به ایجاد سیاهچاله منجر می‌شود باید به دقت و آهستگی صورت پذیرد.

البته برای هرکسی که از افق رویداد عبور می‌کند شکی وجود ندارد که سفری بی‌بازگشت را در پیش گرفته است. اما برای تمدنی پیشرفته که با انهدام مسلم مواجه است، انجام سفری بی‌بازگشت ممکن است تنها راه موجود باشد. این‌بار هم مشکل تابش حین عبور از افق رویداد وجود دارد. پرتوهای نوری که ما را همراهی می‌کنند، در هنگام عبور از افق رویداد، با افزایش فرکانس پر انرژی‌تر می‌گردند. این خود منجر به ایجاد رگباری از تابش می‌شود که برای فضانورد در حال عبور از افق رویداد، مرگبار است. بنابراین تمدن پیشرفته ناچار است مقدار دقیق این تابش را محاسبه کرده و محفظه‌های مناسبی برای جلوگیری از اثرات آن بر روی فضانورد تهیه کند.

در آخر، مشکل پایداری وجود دارد: آیا کرمچاله موجود در مرکز حلقه کر، به اندازه کافی پایدار هست تا بتوان به‌طور کامل از میان آن عبور کرد؟ از آنجا که ناچاریم از نظریه کوانتومی گرانش برای انجام محاسبات مناسب استفاده کنیم، ریاضیات این پرسش کاملاً مشخص نیست. ممکن است اینطور به‌دست آید که حلقه کر، هنگامی که ماده به‌درون کرمچاله سقوط می‌کند، تنها تحت شرایط مشخص بسیار محدودی، پایدار باشد. این مسئله باید با استفاده از ریاضیات گرانش کوانتومی و آزمایش‌های انجام گرفته بر روی خود سیاهچاله به دقت پاسخ داده شود.

به‌طور خلاصه، عبور از میان سیاهچاله بدون شک سفری بسیار مشکل و پرمخاطره خواهد بود. تا زمانی که آزمایش‌های گسترده و محاسبات مربوط به تمام تصحیحات کوانتومی انجام نگرفته باشد، به‌طور نظری نمی‌توان این احتمال را رد کرد.

قدم پنجم: ساخت جهان نوزاد

تاکنون فرض بر این بود که عبور از میان سیاهچاله امکان‌پذیر است. حال

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

فرض کنیم که سیاهچاله‌ها آنقدر ناپایدار و مملو از تابش‌های مهلک باشند که این‌کار امکان‌پذیر نباشد. در این‌صورت ممکن است روش حتی مشکل‌تری مطرح شود: ساخت جهان نوزاد. این عقیده که تمدنی پیشرفته راه گریزی به جهان دیگر می‌یابد، فیزیکدانانی مثل آلن گوث را تحت تاثیر خود قرار داده است. می‌دانیم که نظریه تورم به شدت به ایجاد خلأ کاذب متکی است. به‌همین دلیل گوث با خود اندیشید که شاید برخی تمدن‌های آتی بتوانند به‌طور ساختگی خلأ کاذب ایجاد کنند و به‌این ترتیب در آزمایشگاه، جهان نوزادی بسازند.

در نگاه اول ممکن است ایده ساخت جهان نامعقول به‌نظر آید. با این وجود، آن‌طور که گوث نشان داده است، برای ساخت جهانی مثل جهان ما نیاز به 10^{89} فوتون، 10^{89} الکترون، 10^{89} پوزیترون، 10^{89} نوترینو، 10^{89} ضدنوترینو، 10^{89} پروتون و 10^{89} نوترون خواهد بود. درحالی‌که انجام این‌کار سخت و بعید به‌نظر می‌رسد، گوث به ما یادآوری می‌کند که اگرچه محتویات ماده/انرژی یک جهان مقدار زیادی است، ولی به‌وسیله انرژی منفی ناشی از گرانش متعادل می‌شود. به‌این‌ترتیب، کل مقدار خالص ماده/انرژی می‌تواند به‌مقدار تنها چند گرم باشد. گوث گوشزد می‌کند که: «آیا قوانین فیزیک ما را قادر می‌سازند تا به‌دلخواه خود جهانی جدید بسازیم؟ برای این‌کار متأسفانه بلافاصله با مانع مزاحمی مواجه خواهیم شد: از آنجا که کره‌ای از خلأ کاذب به قطر 10^{-26} سانتی‌متر، دارای جرمی برابر ۳۰ گرم است، چگالی آن برابر 10^{80} گرم بر سانتی‌متر مکعب خواهد بود! اگر جرم تمام دنیای مرئی ما را بتوان تا اندازه چگالی خلأ کاذب فشرده نمود، آنگاه جهان تماماً در حجمی کوچک‌تر از یک اتم جای خواهد گرفت!» خلأ کاذب، ناحیه‌ای از فضا-زمان است که در آن یک ناپایداری رخ داده و شکافی در فضا-زمان رخ می‌دهد. احتمالاً تنها چند ده گرم ماده، درون خلأ کاذب برای ساخت یک جهان نوزاد کافی خواهد بود. اما این مقدار کم ماده باید تا ابعاد بسیار بسیار کوچک متراکم و فشرده شود.

با این حال هنوز روش دیگری برای ساخت جهانی نوزاد وجود دارد.

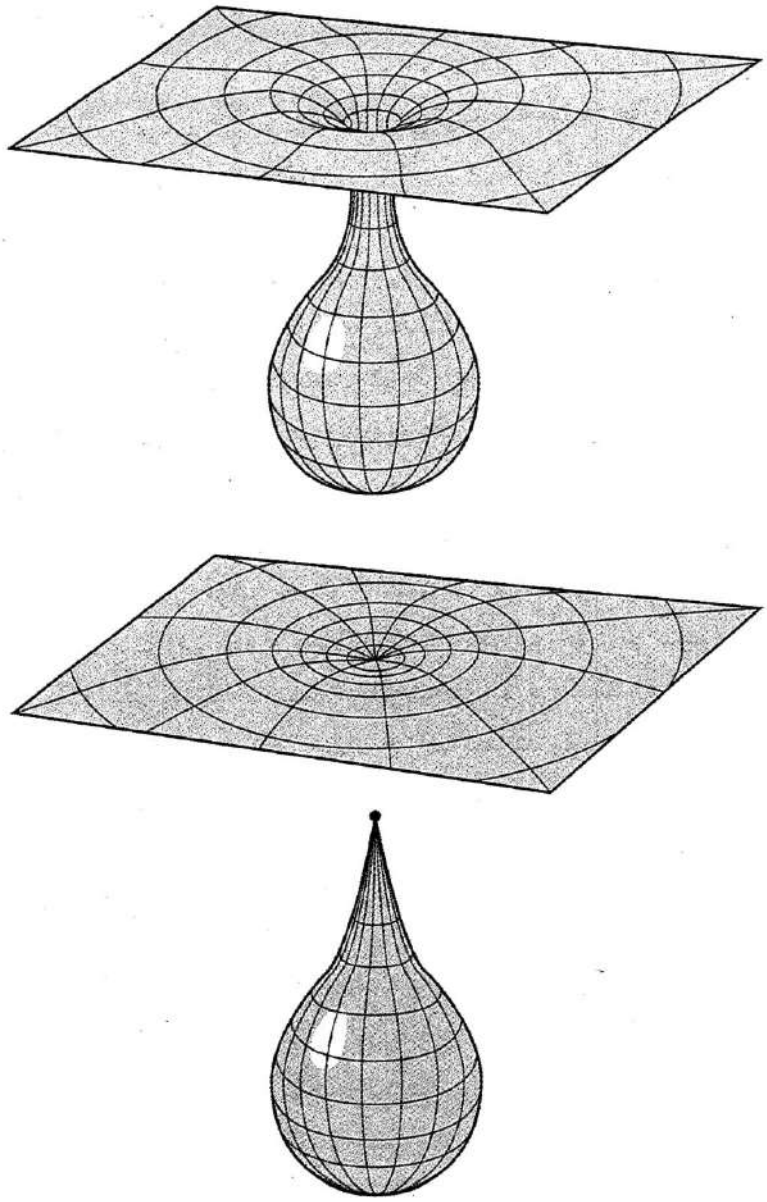
@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

بخش کوچکی از فضا را می‌توان تا دمای $۱۰^{۲۹}$ درجه کلوین گرم کرده و سپس سریعاً آن را خنک نمود. می‌توان حدس زد که در این دما، فضا ـ زمان ناپایدار می‌شود؛ جهان‌های حبابی کوچک شروع به شکل‌گیری نموده و یک خلأ کاذب ایجاد می‌شود. این جهان‌های کوچک، که البته همواره شکل می‌گیرند ولی عمر کوتاهی دارند، ممکن است در آن دما تبدیل به جهان‌های حقیقی گردند. این پدیده، در میدان‌های الکتریکی معمولی نیز مشاهده می‌شود. (به‌عنوان مثال، اگر میدان الکتریکی به اندازه کافی بزرگی ایجاد کنیم، زوج مجازی الکترون ـ ضدالکترون که دائماً در خلأ ایجاد شده و از بین می‌روند، می‌توانند ناگهان حقیقی شده و وارد دنیای واقعی شوند. بنابراین انرژی متمرکز، در فضایی خالی می‌تواند ذرات مجازی را وارد دنیای واقعی کند. به‌طور مشابه، اگر به اندازه کافی انرژی به نقطه‌ای اعمال کنیم، به‌طور نظری استدلال می‌شود که جهان‌های نوزاد مجازی ممکن است از هیچ ظاهر شده و وارد دنیای واقعی شوند.)

فرض کنید که دستیابی به چنان دما و چگالی غیرقابل تصوری امکان‌پذیر باشد. در این‌صورت شکل‌گیری جهان نوزاد ممکن است به‌این ترتیب رخ دهد: در جهان ما، می‌توان از قدرت پرتوهای لیزر و ذرات برای فشرده ساختن و بالا بردن دمای مقدار کوچکی ماده تا حد انرژی‌ها و دماهای خارق‌العاده استفاده کرد. ما احتمالاً هرگز شاهد شکل‌گیری جهان نوزادی نخواهیم بود. زیرا چنین جهانی بیشتر در «طرف دیگر» تکینگی شروع به رشد می‌کند، تا در جهان ما. این جهان نوزاد جدید قادر است از طریق نیروی ضدگرانش خود، در فرافضا متورم شده و از درون جهان ما جوانه بزند. بنابراین ما هرگز شکل‌گیری جهان جدید را در طرف دیگر تکینگی نخواهیم دید. اما از طرفی یک کرمچاله می‌تواند، مثل بند ناف، ما را به جهان نوزاد متصل کند.

به‌هرحال، در فرایند ساخت یک جهان در کوره، خطراتی وجود دارد. بندنافی که جهان ما را به جهان نوزاد متصل می‌کند عاقبت تبخیر شده و تابش هوکینگ آن معادل یک انفجار هسته‌ای ۵۰۰ کیلوتنی، تقریباً ۲۵ برابر انرژی

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly



یک تمدن پیشرفته می‌تواند به روش‌های متعددی به‌طور مصنوعی جهانی نوزاد بسازد. در روشی، تنها چند ده گرم ماده را می‌توان تا چگالی‌ها و انرژی‌های فوق‌العاده زیاد متراکم کرد و در روش دیگر، می‌توان ماده را تا نزدیکی دمای پلانک گرم نمود.

بمب هیروشیما، خواهد بود. بنابراین طبیعی است که باید بهای ساخت

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

جهانی جدید در کوره را پرداخت کرد.

آخرین مشکلی که در ایده ساخت خلأ کاذب با آن مواجه هستیم این است که جهان در این حالت به‌راحتی می‌تواند به سیاهچاله تبدیل شود. سیاهچاله‌ای که می‌دانیم مهلک است. دلیل این امر، قضیه پِنروز است، که بیان می‌دارد برای طیف گسترده‌ای از شرایط، هر جرم متراکم به اندازه کافی بزرگی به‌ناچار رُمبش کرده به یک سیاهچاله تبدیل می‌شود. از آنجا که معادلات اینشتین، معکوس‌پذیر زمانی هستند، یعنی می‌توانند در زمان هم به جلو رفته و هم به عقب باز گردند، نتیجه می‌گیریم هر ماده‌ای که از جهان نوزاد به بیرون بیفتد، می‌تواند در زمان به عقب رفته و در نتیجه منجر به ایجاد یک سیاهچاله شود. بنابراین برای ساخت جهانی نوزاد، باید به اندازه کافی دقت کرد تا از رخ دادن قضیه پِنروز جلوگیری شود.

قضیه پِنروز بر این فرض استوار است که ماده در حال رمبش، دارای انرژی مثبت است (مثل مواد آشنایی که در اطراف خود می‌بینیم). اما اگر انرژی یا ماده منفی داشته باشیم، این قضیه درهم می‌شکند. بنابراین حتی در طرح تورمی برای ساخت یک جهان نوزاد، همانند مورد کرمچاله گذرپذیر، نیاز به تهیه انرژی منفی داریم.

قدم ششم: ساخت اتم‌شکن‌های غول‌پیکر

چگونه می‌توانیم با دسترسی نامحدود به فناوری برتر ماشینی بسازیم که بتواند این جهان را ترک کند؟ در چه نقطه‌ای می‌توانیم انتظار داشته باشیم که نیروی انرژی پلانک را در تصرف خود در آوریم؟ زمانی که تمدنی بتواند به وضعیت تمدن نوع ۳ دست یابد، حتماً قدرت تولید انرژی پلانک را نیز داراست. در آن زمان دانشمندان بر کرمچاله‌ها تسلط داشته و قادرند انرژی کافی را برای باز کردن کرمچاله در فضا و زمان جمع‌آوری کنند.

روش‌های متعددی برای انجام این کار توسط تمدنی پیشرفته وجود دارند. همان‌طور که قبلاً نیز اشاره کردم، جهان ما می‌تواند پوسته‌ای باشد که با جهان موازی شناور در ابرفضا تنها یک میلی متر فاصله داشته باشد. اگر این درست

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

باشد، آنگاه برخورد دهنده بزرگ هادرون در سال‌های آینده قادر خواهد بود آن را شناسایی کند. زمانی که ما به تمدن نوع ۱ برسیم، حتی ممکن است فناوری لازم برای کاوش در طبیعت این جهان همسایه را داشته باشیم. بنابراین مسئله برقراری ارتباط با یک جهان موازی، دیگر ایده‌ای دور از ذهن نخواهد بود.

اما فرض کنید اثرات کوانتومی گرانش که در انرژی پلانک ظاهر می‌شوند، کوادریلیون‌ها بار بزرگ‌تر از انرژی برخورد دهنده بزرگ هادرون باشد. برای دستیابی به انرژی پلانک، تمدن نوع ۳ باید اقدام به ساخت اتم‌شکنی در مقیاس فوق‌العاده بزرگ کند. در اتم‌شکن‌ها یا شتابدهنده‌های ذره، ذرات زیراتمی درون یک لوله حلقوی حرکت داده می‌شوند. با تزریق انرژی به درون لوله، ذرات تا انرژی‌های بسیار بالایی شتاب می‌گیرند. اگر از آهن‌ربای بزرگی استفاده کنیم تا مسیر ذرات را به شکل دایره بزرگی خم کنیم، آنگاه می‌توانیم ذرات را تا انرژی تریلیون‌ها الکترون ولت شتاب دهیم. هرچه قطر این دایره بزرگ‌تر باشد، انرژی باریکه بیشتر خواهد بود. طول دایره برخورد دهنده بزرگ هادرون برابر ۲۷ کیلومتر است که مرز انرژی در دسترس را به سمت تمدن نوع ۰/۷ به جلو می‌راند.

اما برای تمدن نوع ۳ این امکان به‌وجود می‌آید که بتواند اتم‌شکنی در ابعاد منظومه خورشیدی یا حتی سیستم ستاره‌ای بسازد. این امکان وجود دارد که تمدن نوع ۳ بتواند باریکه‌ای از ذرات زیراتمی را به‌درون فضا شلیک کرده و تا حد انرژی پلانک به آن‌ها سرعت دهد. همان‌طور که گفتیم با استفاده از نسل جدید شتاب‌دهنده‌های لیزری، در عرض تنها چندین دهه فیزیکدانان قادر خواهند بود شتابدهنده رومیزی بسازند که بتواند در فاصله‌ای برابر ۱ متر، به ۲۰۰ گیگا الکترون ولت (۲۰۰ میلیارد الکترون ولت) دست یابد. با پشت سرهم قرار دادن این شتاب دهنده‌های رومیزی، امکان دستیابی به انرژی‌هایی که در آن‌ها ساختار فضا ـ زمان ناپایدار می‌شود به‌وجود می‌آید.

اگر فرض کنیم که شتاب دهنده‌های رومیزی در آینده بتوانند تنها در هر متر انرژی ذرات را به اندازه ۲۰۰ گیگا الکترون ولت افزایش دهند، که البته فرضی محافظه‌کارانه است، در این‌صورت برای دستیابی به انرژی پلانک به

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

شتابدهنده‌ای با طول ده سال نوری نیاز خواهیم داشت. اگرچه این عدد از نظر تمدن نوع ۱ یا حتی نوع ۲ قابل دست‌یابی نیست ولی در محدوده توانایی‌های تمدن نوع ۳ قرار می‌گیرد. تمدن نوع ۳ به‌منظور ساخت چنین اتم‌شکن غول‌پیکری هم می‌تواند مسیر باریکه را به صورت دایره خم کرده و در نتیجه در فضا به‌طور قابل توجهی صرفه‌جویی کند و هم می‌تواند مسیر خطی را حفظ کند که در این‌صورت به‌راحتی تا نزدیک‌ترین ستارگان کشیده خواهد شد.

به‌عنوان مثال ممکن است بتوان اتم‌شکنی ساخت که ذرات زیراتمی را در یک مسیر دایره‌ای درون کمربند خرده سیارک‌ها به‌حرکت درآورد. در این صورت دیگر نیازی به ساخت پرهزینه لوله حلقوی نخواهد بود. زیرا خلأ موجود در فضا، از هر خلأی که بتوانیم روی زمین بسازیم بهتر است. اما در این صورت لازم است آهن‌رباهای بسیار بزرگی ساخته شود تا در فواصل منظم بر روی اقمار و خرده سیارک‌های منظومه شمسی یا هر سیستم ستاره‌ای قرار گیرند، تا به‌طور پیوسته مسیر باریکه را خم کنند.

وقتی باریکه به نزدیکی یکی از این اقمار یا خرده سیارک‌ها می‌رسد، آهن‌رباهای بزرگ واقع روی آن‌ها به آن ضربه زده، به‌مقدار کمی مسیر حرکت باریکه را تغییر می‌دهند. (این ایستگاه‌های واقع بر اقمار یا خرده سیارک‌ها، همچنین باید مجدداً باریکه را در فواصل معینی متمرکز نمایند، زیرا باریکه در طول مسیر حرکت خود به‌تدریج واگرا می‌شود.) مسیر باریکه پس از عبور از اقمار متعدد به‌تدریج قوس برداشته و در نهایت به شکل تقریباً دایره‌ای در می‌آید. همچنین می‌توان دو باریکه را در نظر گرفت که یکی در جهت عقربه‌های ساعت و دیگری در خلاف جهت عقربه‌های ساعت به‌دور منظومه شمسی حرکت می‌کنند. پس از برخورد این دو باریکه، انرژی آزاد شده از طریق برخورد ماده/ضدماده، می‌تواند به انرژی پلانک نزدیک شود. (میدان مغناطیسی لازم برای خم کردن چنین باریکه قدرتمندی بسیار فراتر از فناوری امروز ما است. با این‌حال این امکان وجود دارد که تمدن پیشرفته‌ای بتواند با استفاده از مواد منفجره موج قدرتمندی از انرژی را گسیل کرده، یک پالس مغناطیسی قوی ایجاد کند. این انفجار عظیم انرژی مغناطیسی تنها

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

می‌تواند برای یکبار اتفاق بیفتد. زیرا به احتمال زیاد آزاد شدن انرژی، سیم پیچ‌ها را تخریب خواهد کرد و بنابراین باید قبل از اینکه باریکه ذرات در دور بعدی مجدداً بازگردد، آهن‌رباها را به سرعت باید تعویض کرد.

علاوه بر مشکلات فراوان مهندسی برای ساخت چنین اتم‌شکن‌هایی این سوآل ظریف نیز وجود دارد که آیا مرزی برای انرژی یک باریکه ذره وجود دارد یا نه. هر باریکه پر انرژی از ذرات سرانجام با فوتون‌های تابش پس‌زمینه ۲/۷ درجه کلوین برخورد کرده و بنابراین انرژی خود را از دست خواهد داد. در حقیقت ممکن است این کاهش انرژی به حدی باشد که بتوان برای انرژی کسب شده در فضا یک سقف محاسبه کرد. این مسئله هنوز آزمایش نشده است. (در حقیقت نشانه‌هایی وجود دارد که برخوردهای پر انرژی پرتو کیهانی از این سقف فراتر رفته‌اند و به‌این‌ترتیب تمام محاسبات با شک و تردید مواجه شده است.) با این حال اگر این موضوع حقیقت داشته باشد، در این‌صورت نیاز به بهبود پرهزینه لوازم و تجهیزات خواهد بود. نخست اینکه برای محافظت در مقابل تابش پس‌زمینه ۲/۷ درجه باید کل باریکه را در یک تیوب خلأ قرار داد. از طرف دیگر اگر آزمایش در آینده دور صورت پذیرد، ممکن است در آن زمان تابش پس‌زمینه به حدی ضعیف شده باشد که دیگر مشکلی ایجاد نکند.

قدم هفتم: ساخت مکانیزم‌های انفجار از داخل

می‌توان ابزار دیگری تصور کرد که براساس پرتو لیزر و مکانیزم انفجار از داخل عمل می‌کند. در طبیعت دماها و فشارهای بسیار زیاد از طریق روش انفجار از داخل حاصل می‌شوند؛ همانگونه که ستاره رو به مرگی ناگهان تحت نیروی گرانش می‌رمبد. دلیل آن این است که گرانش همیشه نیروی جذب کننده است و نه دفع کننده. بنابراین رمبش به صورت یکنواخت رخ می‌دهد و در نتیجه ستاره به‌طور یکنواخت تا حد چگالی‌های فوق‌العاده زیاد فشرده می‌شود. بازسازی روش انفجار از داخل بر روی کره زمین بسیار مشکل است. به‌عنوان مثال بمب‌های هیدروژنی باید همانند یک ساعت سویسی

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

طراحی شوند؛ به‌گونه‌ای که لیتیم دوترايد، عنصر فعال بمب هیدروژنی، تا ده‌ها میلیون درجه فشرده شود تا به حد لاوسون، که در آن فرایند همجوشی (گداخت) اتفاق می‌افتد، برسد. (این کار از طریق منفجر کردن یک بمب اتمی در مجاورت لیتیم دوترايد و سپس متمرکز کردن پرتو X بر روی قطعه‌ای از لیتیم دوترايد انجام می‌پذیرد.) با این حال این فرایند تنها می‌تواند انرژی را به صورت انفجاری آزاد کند نه کنترل شده.

تلاش برای متراکم کردن گاز هیدروژن غنی شده با استفاده از مغناطیس روی کره زمین با شکست مواجه شده است. زیرا مغناطیس، گاز را به‌طور یکنواخت فشرده و متراکم نمی‌کند. میدان‌های مغناطیسی مثل میدان مغناطیسی کره زمین همه دو قطبی هستند و ما هرگز در طبیعت با یک تک قطبی مواجه نشده‌ایم. در نتیجه میدان‌های مغناطیسی به شدت غیریکنواخت هستند. استفاده از آن‌ها برای فشردن گاز، مثل تلاش برای فشردن یک بادکنک است. هر طرف بادکنک را که بفشارید، طرف دیگر آن باد می‌کند.

یک راه دیگر برای تحت کنترل در آوردن فرایند همجوشی می‌تواند استفاده از تعدادی تابشگر لیزر باشد که بر سطح یک کره قرار گرفته و به صورت شعاعی بر روی قرصی از لیتیم دوترايد به سمت مرکز شلیک می‌کنند. به‌عنوان مثال در آزمایشگاه ملی لیور مور، دستگاه لیزر/همجوشی قدرتمندی وجود دارد که برای شبیه‌سازی سلاح‌های هسته‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد. این دستگاه دنباله‌ای از پرتوهای لیزر را به صورت افقی به‌درون تونلی شلیک می‌کند. آنگاه آئینه‌های قرار گرفته در انتهای تونل به دقت هر پرتو را منعکس کرده، به نحوی که پرتوها به صورت شعاعی بر روی یک قرص کوچک هدایت می‌شوند. سطح قرص سریعاً تبخیر شده و باعث می‌شود قرص از درون منفجر شود. این انفجار منجر به ایجاد دماهای بسیار بالا می‌شود. در حقیقت با استفاده از این روش فرایند همجوشی در نزدیکی مرکز قرص مشاهده شده است. (البته این ماشین بیشتر از آنچه تولید می‌کند انرژی مصرف می‌نماید و در نتیجه توجیه اقتصادی ندارد.

به‌طور مشابه می‌توان تصور کرد که تمدن نوع ۳ بتواند بر روی خرده

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

سیارک‌ها و اقمار سیستم‌های ستاره‌ای مختلف، تابشگرهای قدرتمند لیزر تاسیس کند. این مجموعه به‌طور هم‌زمان دنباله‌ای از پرتوهای قدرتمند لیزری شلیک می‌کند که در یک نقطه همگرا می‌شوند. به‌این ترتیب دماهایی را ایجاد می‌کنند که در آن‌ها فضا و زمان ناپایدار می‌گردند.

به لحاظ نظری محدودیتی برای انرژی پرتو لیزر وجود ندارد. با این حال در مسیر ساخت لیزرهای پر انرژی، مشکلات عملی متعددی وجود دارد. یکی از این مشکلات اساسی، پایداری ماده تابشگر لیزر است که اغلب در انرژی‌های بالا برافروخته شده و ترک بر می‌دارد. (چاره آن ایجاد پرتو لیزر از طریق انفجارهایی است که مثل انفجارهای هسته‌ای تنها یکبار رخ می‌دهند.)

هدف از افروختن این مجموعه کروی شکل تابشگر لیزر، گرم کردن محفظه است تا درون آن خلأ کاذب ایجاد شود، یا فشردن انفجاری مجموعه‌ای از صفحات است تا بتوان از طریق اثر کاسیمیر انرژی منفی ایجاد کرد. برای ساخت چنین وسیله‌ای به منظور تهیه انرژی منفی، باید مجموعه‌ای از صفحات کروی را تا ابعاد طول پلانک (10^{-33} سانتی‌متر) فشرده کرد. با توجه به اینکه حداقل فاصله بین اتم‌ها برابر 10^{-8} سانتی‌متر و فاصله بین پروتون‌ها و نوترون‌ها در هسته برابر 10^{-13} سانتی‌متر است، می‌بینیم که فشرده‌سازی این صفحات باید فوق‌العاده زیاد باشد. از آنجا که توان کل که می‌توان بر روی یک پرتو لیزر انباشته کرد نامحدود است، مشکل اصلی ساخت ابزاری است که این فشردگی فوق‌العاده را تحمل کند. (از آنجا که اثر کاسیمیر بین صفحات یک نیروی جاذبه قوی ایجاد می‌کند، ناچاریم به صفحات بار الکتریکی اضافه کنیم تا از فروپاشی آن‌ها جلوگیری کنیم.) در اصل، درون این لایه‌های کروی که جهان رو به مرگ ما را به جهانی جوان‌تر و بسیار گرم‌تر متصل می‌کند، کرمچاله‌ای ایجاد خواهد شد.

قدم هشتم: ساخت یک ماشین Warp drive

یکی از موارد کلیدی لازم برای ساخت تجهیزاتی که در بالا توضیح داده شد، قابلیت سفر در فواصل بی‌کران بین ستاره‌ای است. یک راه برای انجام این‌کار

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

استفاده از ماشین Warp drive آلکوبیر است. این ماشین اولین‌بار به‌وسیله فیزیکدانی به نام مارگوئل آلکوبیر در سال ۱۹۹۴ پیشنهاد شد. ماشین Warp drive توپولوژی فضا را تغییر نمی‌دهد و به ابرفضا وارد نمی‌شود؛ این ماشین فضای مقابل شما را منقبض و فضای پشت سر شما را گسترش داده از هم باز می‌کند. فرض کنید می‌خواهید برای رسیدن به یک میز از روی فرش عبور کنید. به‌جای عبور از روی فرش می‌توانید طنابی را به میز قلاب کرده و آن را به طرف خود بکشید. با این کار فرش جلوی پای شما چروک می‌شود. به‌این‌ترتیب شما تنها به‌مقدار کمی جابجا شده‌اید ولی در عوض فضای مقابل شما منقبض شده است.

فراموش نکنید که فضا می‌تواند با سرعتی بیشتر از سرعت نور منبسط شود (به این دلیل که هیچ اطلاعات خالصی را نمی‌توان از طریق انبساط فضای خالی انتقال داد). به‌طور مشابه ممکن است بتوان از طریق منقبض کردن فضا با سرعتی بیشتر از سرعت نور، سریع‌تر از نور حرکت کرد. به‌این ترتیب برای سفر به ستارگان مجاور، ممکن است اصلاً کره زمین را ترک نکنیم، بلکه تنها فضای مقابل خود را منقبض کرده و فضای پشت سر را از هم باز کنیم. به‌جای اینکه به آلفا ـ قنطورس سفر کنیم (نزدیک‌ترین ستاره به زمین)، در عوض این ستاره را نزد خود می‌آوریم

آلکوبیر نشان داد که این پاسخی معتبر برای معادلات اینشتین است، به این معنی که در محدوده قوانین فیزیک می‌گنجد. اما بهای آن نیز باید به نحوی پرداخته شود. باید برای قدرت بخشیدن به فضاپیما مقادیر زیادی از هر دو انرژی مثبت و منفی را به خدمت گرفت. (از انرژی مثبت می‌توان برای فشرده کردن فضای مقابل و از انرژی منفی برای باز کردن فضای پشت سر استفاده کرد.) برای استفاده از اثر کاسیمیر در ایجاد انرژی منفی، صفحات باید به اندازه فاصله پلانک، یعنی $۱۰^{-۳۳}$ سانتی‌متر، از هم جدا شوند. دستیابی به این فاصله کم با استفاده از ابزارهای معمولی امکان‌پذیر نیست. برای ساختن چنین فضاپیمایی لازم است حباب کره‌ای بزرگی بسازیم و مسافران را درون آن قرار دهیم. به دور استوای این حباب باید نواری از انرژی

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

منفی قرار دهیم. مسافران درون حباب هرگز حرکت نمی‌کنند، ولی در عوض فضای مقابل حباب با سرعتی بیشتر از سرعت نور منقبض خواهد شد؛ به نحوی که در زمان خروج مسافران از حباب، آن‌ها در می‌یابند که به ستاره مجاور رسیده‌اند.

آلکوبیر در مقاله اصلی خود خاطرنشان کرد که پاسخ او نه تنها می‌تواند ما را به ستارگان مجاور برساند، بلکه ممکن است سفر در زمان را نیز امکان‌پذیر کند. دو سال بعد، فیزیکدانی به نام آلن اِورِت نشان داد که اگر دو تا از این فضاپیما داشته باشیم، قادر خواهیم بود از طریق اِعمال پیاپی Warp drive به سفر در زمان تحقق بخشیم. همان‌طور که فیزیکدانی به نام گات از پرینستون گفته است: «بنابراین به‌نظر می‌رسد که جین رودنبری، خالق سریال پیشتازان فضا، در مورد گنجاندن سفرهای زمانی در سریال کاملاً حق داشته است!»

اما بررسی‌های بعدی انجام شده توسط فیزیکدان روسی، سِرگِئی کراسنیکوف، وجود یک نقص فنی را در این راه حل آشکار ساخت. او نشان داد که ارتباط فضای درون فضاپیما با فضای بیرون آن قطع است، به‌گونه‌ای که پیغام‌ها نمی‌توانند از این مرز عبور کنند. یعنی در صورتیکه درون فضاپیما باشید قادر نخواهید بود مسیر آن را تغییر دهید و در نتیجه مسیر حرکت باید قبل از انجام سفر مشخص شود. این مسئله مایوس کننده است. به بیان دیگر این امکان وجود ندارد که شما فرمان را بچرخانید و مسیری برای فضاپیما تعیین کنید. چنین فضاپیمای فرضی می‌تواند فقط به‌عنوان یک خط ریلی عمل کند؛ سیستمی بین ستاره‌ای که در آن فضاپیماها در مسیرهای معینی حرکت می‌کنند. به‌عنوان مثال می‌توان ابتدا از موشک‌های معمولی که با سرعت‌های زیر سرعت نور حرکت می‌کنند برای ساخت ایستگاه‌های ریلی در فواصل منظم بین ستارگان استفاده کرد. سپس فضاپیماها با سرعتی بیشتر از سرعت نور، براساس جدول زمانی مشخص، بین این ایستگاه‌ها حرکت خواهند کرد.

گات می‌نویسد: «امکان دارد که در آینده یک اَبَرتمدن بخواهد درست همان‌طور که پیوندهای کرمچاله‌ای بین ستارگان برقرار کند، مسیرهای Warp drive را برای جابجایی فضاپیماها بین ستارگان ایجاد کند. ایجاد شبکه‌ای از

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

مسیرهای Warp drive می‌توانند از شبکه‌های ساخته شده از کرمچاله‌ها آسان‌تر باشد. زیرا Warp drive ها به‌جای ایجاد سوراخ‌های جدید برای اتصال مناطق دوردست به یکدیگر، تنها فضای موجود را تغییر می‌دهند.»

اما از چنین فضاپیمایی نمی‌توان برای ترک این جهان استفاده کرد، چون همواره در همین جهان حرکت می‌کند. با این حال، پیشرانه آلکوبیر می‌تواند به ساخت وسیله‌ای برای ترک این جهان کمک کند. چنین فضاپیمایی می‌تواند مفید واقع شود. به‌عنوان مثال، در ساخت ریسمان‌های کیهانی برخوردکننده که به‌وسیله گات مطرح شد و می‌تواند تمدن پیشرفته‌ای را به گذشته خودش، یعنی زمانی که جهان گرم‌تر بود، بازگرداند.

قدم نهم: استفاده از انرژی منفی حالات فشرده

در بخش پنجم مطرح شد که پرتوهای لیزر می‌توانند «حالات فشرده» ایجاد کنند که از آن‌ها می‌توان در تولید ماده منفی استفاده کرد. ماده منفی به نوبه خود می‌تواند به‌منظور بازکردن و پایدار نگاه داشتن کرمچاله‌ها مورد استفاده قرار بگیرد. زمانی که پالس قدرتمند لیزر با مواد نوری بخصوصی برخورد می‌کند، در مسیر خود زوج‌های فوتون به جای می‌گذارد. این فوتون‌ها، متناوباً باعث افزایش و کاهش در افت و خیزهای کوانتومی موجود در خلأ شده و در نتیجه پالس‌های انرژی مثبت و منفی ایجاد می‌کنند. مجموع این دو پالس انرژی همواره مقداری مثبت خواهد بود، طوری که قوانین شناخته شده فیزیک نقض نمی‌شوند.

در سال ۱۹۷۸، فیزیکدانی به نام لارنس فورد از دانشگاه تافت، سه قانونی را که این انرژی منفی باید از آن‌ها تبعیت کند به اثبات رساند. از آن زمان تاکنون این قوانین به موضوع پژوهش‌ها و تحقیقات سخت و شدید بدل شده‌اند. فورد نخست دریافت که مقدار انرژی منفی موجود در یک پالس با مقادیر فضایی و زمانی آن نسبت عکس دارد. به این معنی که هرچه پالس انرژی منفی قوی‌تر باشد، مدت زمان آن کم‌تر است. به‌این‌ترتیب اگر ما برای گشودن یک کرمچاله، با استفاده از لیزر انفجار بزرگی از انرژی منفی ایجاد

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

کنیم، تنها می‌تواند مدت زمان بسیار کمی دوام بیاورد. دوم اینکه پالس منفی همواره به‌دنبال خود پالس انرژی مثبت، با دامنه بزرگ‌تر، خواهد داشت (به نحوی که مجموع در نهایت مثبت است). سوم اینکه هرچه فاصله بین این دو پالس بیشتر باشد پالس مثبت بزرگ‌تر است.

با احتساب این سه قانون عمومی، می‌توان شرایطی را تعیین کرد که تحت آن‌ها پرتو لیزر با صفحات کاسیمیر بتوانند انرژی منفی تولید کنند. نخست باید پالس انرژی منفی را از پالس انرژی مثبت متعاقب آن جدا کرد. برای انجام این‌کار پرتو لیزر به‌درون جعبه‌ای تابانده شده و دقیقاً پس از اینکه پالس انرژی منفی به‌درون جعبه وارد شد، دریچه ورود پرتو بسته می‌شود. در نتیجه، تنها پالس انرژی منفی به جعبه وارد می‌شود. در اصل می‌توان مقادیر بزرگ انرژی منفی را که متعاقب آن پالس انرژی مثبت بزرگتری نیز قرار دارد (که در پشت دریچه متوقف می‌شود)، به‌این‌ترتیب استخراج کرد. فاصله بین دو پالس می‌تواند بسیار بزرگ باشد؛ به بزرگی انرژی پالس مثبت. به لحاظ نظری، این روش ایده‌آلی برای تولید مقادیر نامحدود انرژی منفی برای ماشین زمان یا کرمچاله است.

متأسفانه، در اینجا اشکالی هست. عملیات بستن دریچه، خود منجر به ایجاد پالس انرژی مثبت دیگری درون جعبه می‌شود. به‌این‌ترتیب اگر پیشگیری‌های خاصی صورت نپذیرد، پالس انرژی منفی از بین می‌رود. این مسئله برای تمدنی پیشرفته تا زمانی که موفق به حل آن نشده است، به صورت مشکلی فنی باقی خواهد ماند؛ یعنی جداکردن پالس انرژی منفی قوی از پالس انرژی مثبت متعاقب آن، بدون داشتن یک پالس ثانویه که منجر به از بین رفتن پالس انرژی منفی شود.

این سه قانون را می‌توان به اثر کاسیمیر نیز اعمال کرد. برای ساختن کرمچاله‌ای به اندازه یک متر، انرژی منفی باید در فاصله حداکثر $۱۰^{-۳۲}$ متر متمرکز شده باشد (یک میلیونیم اندازه یک پروتون). در این مورد نیز، تنها یک تمدن فوق‌العاده پیشرفته قادر است به فناوری لازم برای دستیابی به این ابعاد و فواصل زمانی فوق‌العاده کوچک برسد.

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

قدم دهم: انتظار برای گذار کوانتومی

همان‌طور که در فصل ۱۰ مشاهده کردیم، موجودات هوشمندی که با سرد شدن تدریجی جهان مواجه هستند، ممکن است لازم باشد بسیار آهسته‌تر فکر کرده و برای مدت زمان‌های طولانی به حالت خواب (شبیه به خواب زمستانی) فرو روند. فرایند کاهش سرعت تفکر می‌تواند برای تریلیون‌ها تریلیون سال ادامه داشته باشد؛ مدت زمان کافی برای رخ دادن رویدادهای کوانتومی. به‌طور معمول، ما ایجاد جهان‌های حبابی و گذار به دیگر جهان‌های کوانتومی را نمی‌بینیم، زیرا این رویدادها خیلی به ندرت رخ می‌دهند. با این حال ممکن است موجودات هوشمند مرحله پنجم چنان آهسته فکر کنند که رخداد این رویدادهای کوانتومی برای‌شان نسبتاً معمولی و پیش پا افتاده شود. از نظر ذهنی احتمالاً زمان برای آن‌ها کاملاً معمولی می‌گذرد. اما مقیاس زمانی حقیقی چنان طولانی خواهد بود که رویدادهای کوانتومی به وقایعی معمول تبدیل می‌شوند.

در این صورت چنین موجوداتی ناچارند صبر کنند تا با پیداشدن یک کرمچاله یا یک گذر کوانتومی به جهان دیگری بگریزند. (اگرچه از نظر چنین موجوداتی ممکن است رخ‌دادن گذرهای کوانتومی بسیار معمولی باشد، اما مشکل اینجاست که این تحولات کوانتومی کاملاً غیرقابل پیش‌بینی هستند. چون دقیقاً نمی‌دانیم دروازه عبور چه زمانی باز می‌شود یا اینکه به کجا منتهی می‌شود، انتقال به جهان دیگر بسیار مشکل خواهد بود. این موجودات احتمالاً باید به محض باز شدن یک کرمچاله از فرصت استفاده کرده و قبل از اینکه فرصت بررسی کامل ویژگی‌های آن را پیدا کنند، برای فرار به جهان دیگر اقدام نمایند.)

قدم یازدهم: امید آخر

برای لحظه‌ای تصور کنید که تمام آزمایش‌ها آتی در زمینه کرمچاله‌ها و سیاهچاله‌ها با مشکل ظاهراً غیرقابل حلی مواجه شوند: اینکه، تنها

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

کرمچاله‌های پایدار آن‌هایی باشند که ابعاد میکروسکوپی تا زیراتمی دارند. همچنین فرض کنید که در طول سفر واقعی از درون یک کرمچاله، حتی با وجود یک مخزن محافظ، فشارهای غیرقابل تحملی بر بدن ما اعمال شود. انواع مشکلات مختلف، مثل نیروهای کشندی شدید، میدان‌های تابش، گرد و غبار پیش‌رو، هرکدام خود می‌توانند مرگ آور باشند. اگر این مسئله درست باشد، برای حیات هوشمند آینده در جهان ما، تنها یک گزینه باقی خواهد ماند: تزریق اطلاعات کافی به‌درون جهانی جدید برای ایجاد مجدد تمدن ما در طرف دیگر کرمچاله.

در طبیعت، وقتی موجودات زنده با شرایط خطرناکی مواجه می‌شوند، گاهی با استفاده از روش‌های مبتکرانه‌ای خود را زنده نگه می‌دارند. برخی پستانداران به خواب زمستانی فرو می‌روند. برخی ماهی‌ها و قورباغه‌ها دارای مواد شیمیایی ضدانجماد در مایع درون بدن‌شان هست که آن‌ها را زنده نگه می‌دارد. قارچ‌ها با تغییر شکل دادن به صورت هاگ، از انقراض می‌گریزند. به‌طور مشابه ممکن است موجودات زنده راهی را برای تغییر وجود فیزیکی خود بیابند، تا بتوانند در سفر به جهان دیگر زنده بمانند.

درخت بلوط را در نظر بگیرید که چگونه دانه‌های خود را در تمام جهات پخش می‌کند. دانه‌های درخت بلوط: ۱) کوچک، جهنده و فشرده هستند؛ ۲) حاوی تمام محتویات DNA درخت هستند؛ ۳) به‌گونه‌ای طراحی شده‌اند که تا فاصله مشخصی از درخت مادر پرتاب شوند؛ ۴) دارای غذای کافی برای شروع فرایند تولید مثل در سرزمین دور هستند؛ ۵) آن‌ها با مصرف انرژی و ماده مغذی خود و موجود در خاک، ریشه زده و در سرزمین جدید زندگی خود را آغاز می‌کنند. به‌طور مشابه یک تمدن می‌تواند با استفاده از پیشرفته‌ترین فناوری نانو موجود در میلیاردها سال آینده، با تقلید از طبیعت، «دانه» خود را به‌درون کرمچاله فرستاده و هرکدام از این ویژگی‌های مهم را در مقصد مجدداً ایجاد کند.

آن‌طور که استیون هوکینگ گفته است: «به‌نظر می‌رسد... که نظریه کوانتوم سفر در زمان را در مقیاس میکروسکوپی مجاز می‌داند.» اگر نظر هوکینگ

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

حقیقت داشته باشد، اعضای یک تمدن پیشرفته می‌توانند با استفاده از ترکیب کربن با سیلیکون و تنزل آگاهی به اطلاعات خالص، وجود فیزیکی خود را به چیزی که تحمل سفر دشوار به زمان گذشته یا به جهانی دیگر را داشته باشد تبدیل کنند. در بررسی‌های نهایی معلوم شده است که بدن کربنی ما احتمالاً برای تحمل مشکلات فیزیکی چنین سفرهایی بیش از حد ضعیف و شکننده است. در آینده بسیار دور ممکن است بتوانیم با استفاده از مهندسی پیشرفته DNA، فناوری نانو و روباتیک، آگاهی و خرد خود را در بدن‌های روباتیک جای دهیم. البته ممکن است با توجه به استانداردهای امروزی این مسئله عجیب به‌نظر برسد، ولی برای تمدنی که میلیون‌ها تا تریلیون‌ها سال پس از این زندگی می‌کند، ممکن است این تنها راه زنده ماندن باشد.

شاید روزی لازم شود انسان‌ها در چنین تمدنی، مغز و ویژگی‌های شخصی خود را مستقیماً درون ماشین جای دهند. این کار را می‌توان به روش‌های متعددی انجام داد. می‌توان نرم افزار پیچیده‌ای تهیه کرد که قادر باشد تمام فرایند تفکر ما را نسخه برداری کرده و تکثیر کند؛ به نحوی که شخصیتی یکسان با شخصیت ما داشته باشد. بلندپروازانه‌تر از این برنامه‌ای است که به‌وسیله هانس موراوِس، از دانشگاه کارنِگی-مِلون پیشنهاد شد. او ادعا می‌کند در آینده دور ممکن است بتوانیم ساختار مغز خود را، سلول به سلول، بر روی ترانزیستور سیلیکونی مجدداً ایجاد کرده هر اتصال عصبی در مغز را با یک ترانزیستور متناظر جایگزین نمود و بنابراین از عملکرد سلول‌های‌عصبی درون یک روبات نسخه‌برداری کرد.

از آنجا که نیروهای کشندی و میدان‌های تابش قوی خواهند بود، تمدن‌های آتی ناچارند حداقل مقدار ممکن سوخت، پوشش حفاظتی و مواد غذایی لازم برای ایجاد مجدد نمونه‌هایی از ما را در طرف دیگر کرمچاله، با خود حمل کنند. ممکن است روزی بتوان با استفاده از فناوری نانو زنجیره‌های بسیار کوچک را درون وسیله‌ای حداکثر به اندازه یک سلول قرار داد و به درون کرمچاله فرستاد.

اگر کرمچاله بسیار کوچک باشد، مثلاً در مقیاس یک اتم، دانشمندان

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

ناچارند نانو لوله‌های طویلی را که از اتم‌های مستقل ساخته شده‌اند به‌درون آن‌ها بفرستند. این نانو لوله‌ها حاوی انبوهی از اطلاعات کدگذاری شده خواهند بود که برای ایجاد مجدد نمونه کاملی در طرف دیگر کافی باشند. اگر کرمچاله تنها در ابعاد یک ذره زیراتمی باشد، دانشمندان ناچارند روشی را بیابند که ذرات هسته‌ای را به درون کرمچاله بفرستند تا با جذب الکترون‌ها در طرف دیگر خودشان را به صورت اتم‌ها و مولکول‌ها بازسازی‌کنند. اگر یک کرمچاله حتی از آن هم کوچک‌تر باشد، شاید بتوان از پرتوهای لیزر با طول موج کوتاه، ساخته شده از پرتوهای X یا گاما، برای ارسال کدهای پیچیده به درون کرمچاله استفاده کرد و به‌این‌ترتیب دستورالعمل مربوط به چگونگی ساخت مجدد تمدن را به طرف دیگر منتقل نمود.

هدف از چنین انتقالی، ساخت یک نانوروبات میکروسکوپی در طرف دیگر کرمچاله است که ماموریت آن یافتن محیطی مناسب برای ایجاد مجدد تمدن ما خواهد بود. از آنجا که این ساختار در مقیاس اتمی ساخته خواهد شد، برای یافتن سیاره مناسب، دیگر نیاز به موشک‌های قدرتمند و مقادیر زیاد سوخت نخواهد بود. در حقیقت، چنین ساختاری می‌تواند به‌راحتی به سرعت‌های بالا دست یابد؛ به این دلیل که رساندن ذرات زیراتمی به نزدیکی سرعت نور، با استفاده از میدان‌های الکتریکی، نسبتاً آسان است. به‌علاوه از آنجا که محتویات اصلی نانوروبات، تنها اطلاعات خالص لازم برای بازتولید یک نسل است، دیگر نیازی به‌وجود شرایط حیات یا هرگونه ابزار زمخت نخواهد بود.

هر زمان که این نانوروبات سیاره جدید را بیابد، با استفاده از مواد خام موجود در سیاره کارخانه‌ای بزرگ برای تولید نسخه‌های مشابه خود می‌سازد و آزمایشگاه بزرگ شبیه‌سازی را برپا می‌کند. در این آزمایشگاه می‌توان زنجیره‌های DNA را ایجاد کرده و سپس با تزریق آن‌ها به‌درون سلول‌ها، همه موجودات زنده و در نهایت تمام گونه‌ها را بازسازی کرد. سپس این سلول‌ها در آزمایشگاه به موجود کامل و بالغی تبدیل می‌شوند که حافظه و شخصیت انسان اصلی در مغز آن جای‌گذاری می‌شود.

این فرایند به تزریق DNA ما (محتویات کامل اطلاعات تمدن نوع ۳ یا

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

بیشتر) به درون یک «سلول تخم» شباهت دارد، که حاوی دستورالعمل‌های ژنتیک برای ایجاد جنینی در طرف دیگر است. این «تخم بارور شده»، کم حجم، محکم و متحرک بوده ولی در عین حال حاوی کل اطلاعات لازم برای بازتولید یک تمدن نوع ۳ خواهد بود. یک سلول انسانی معمولی حاوی ۳۰,۰۰۰ ژن است که بر روی سه میلیارد زوج DNA قرار گرفته‌اند. با این حال این اطلاعات مختصر، برای ایجاد مجدد انسانی کامل با استفاده از منابع خارج از اسپرم (مواد غذایی که به‌وسیله مادر تهیه می‌شود)، کافی است. به‌طور مشابه «تخم کیهانی» شامل مجموع اطلاعات لازم برای ایجاد مجدد تمدنی پیشرفته خواهد بود؛ به‌گونه‌ای که منابع مورد نیاز برای انجام این‌کار (مواد خام، حلال‌ها، فلزات و...) در طرف دیگر یافت خواهند شد. به‌این‌ترتیب، تمدن پیشرفته‌ای مثل تمدن نوع Q۳، احتمالاً قادر است با استفاده از فناوری قدرتمند خود، اطلاعات کافی برای بازتولید تمدن خود (در حدود $۱۰^{۲۴}$ بیت اطلاعات) را در طرف دیگر، به‌درون کرمچاله بفرستد.

لازم است متذکر شوم، هرکدام از قدم‌هایی که در این فرایند به آن‌ها اشاره شد، آنقدر فراتر از قدرت امروز ما هستند که باید به آن‌ها به صورت داستان علمی تخیلی نگاه کرد. اما میلیاردها سال بعد، برای یک تمدن نوع Q۳ در حال انقراض، ممکن است این تنها راه نجات باشد. مطمئناً در قوانین فیزیک یا زیست‌شناسی چیزی وجود ندارد که بتواند جلوی این رخداد را بگیرد. به‌نظر من مرگ نهایی جهان ما لزوماً معادل مرگ هوش نخواهد بود. البته، اگر امکان ارسال هوش از جهانی به جهان دیگر وجود داشته باشد، این امکان نیز وجود خواهد داشت که نوعی از حیات در جهان ما، در مواجهه با انجماد بزرگ، به بخش دوردستی از همین جهان که گرم‌تر و پذیراتر است نقب بزند.

به بیان دیگر، نظریه میدان یکپارچه به‌جای اینکه تنها یک کنجکاوی زیبا باشد، ممکن است سرانجام طرح اولیه را برای زنده ماندن حیات هوشمند در جهان تهیه کند.

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

فصل ۱۲ فراتر از جهان چندگانه

کتاب مقدس به ما می‌آموزد که چگونه به عرش راه پیدا کنیم، ولی نمی‌گوید که عرش چگونه راه به پیش می‌برد.

ـ کاردینال بارونیوس

تکرار شده توسط گالیله در دادگاه

چرا حتماً باید چیزی وجود داشته باشد، درحالی‌که می‌تواند هیچ چیز نباشد؟ دغدغه‌ای که ساعت همیشه در حرکت ماوراء الطبیعه را به پیش می‌راند، این اندیشه است که نیستی جهان به همان اندازه محتمل است که هستی آن.

ـ ویلیام جیمز

عمیق شدن در اسرار، زیباترین تجربه‌ای است که می‌توانم کسب کنم. این هیجان بنیادی بشر است که در گهواره علم و هنر حقیقی قرار می‌گیرد. هرکس که این را نداند و بیش از این هیجان زده و شگفت زده نشود، انگار که مرده و فروغ چشمانش به خاموشی گرائیده است.

ـ آلبرت اینشتین

توماس هاکسلی، در سال ۱۸۶۳ نوشته است: «بزرگ‌ترین درگیری ذهنی انسان‌ها، یعنی مشکلی که در پس تمام مشکلات دیگر نهفته و از همه جالب توجه‌تر است، تعیین جایگاه انسان در طبیعت و رابطه او با کیهان است.»

هاکسلی در زمان خود به «بولداگ داروین» (سگ نگهبان داروین) معروف شده بود؛ کسی که به شدت از نظریه تکامل در مقابل سیستم محافظه کار

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

بریتانیای سلطنتی دفاع کرد. جامعه انگلیسی آن زمان، انسان را با غرور تمام در مرکز خلقت، منظومه شمسی را در مرکز جهان و انسانیت را دستاورد غرورآفرین خلقت خداوند و اوج هنرنمایی الهی می‌دید: خداوند ما را به بهترین وجه خلق کرده است.

هاکسلی در مبارزه آشکار با ارتودوکس مذهبی آن دوره، ناچار بود از نظریه داروین در مقابل استدلالات متعدد مطرح شده به‌وسیله نهادهای مذهبی دفاع کند و به‌این‌ترتیب به شکل‌گیری درک علمی‌تر از نقش ما در درخت زندگی کمک نماید. امروزه ما می‌دانیم شخصیت‌های برجسته علمی مثل نیوتون، اینشتین و داروین با مشقت بسیار به تعریف جایگاه حقیقی ما در کیهان کمک کرده‌اند.

هرکدام از این افراد در تعیین نقش ما در جهان، همواره با تعابیر مختلف مذهبی و فلسفی کارهای خود درگیر بوده‌اند. در پایان کتاب اصول، نیوتون می‌گوید: «زیباترین منظومه خورشیدی، شامل ستاره مرکزی، سیارگان و دنباله‌دارها تنها می‌تواند از حکومت مدبرانه یک موجود قدرتمند و باهوش حاصل آید.» اگر نیوتون موفق به کشف قوانین حرکت شده، شکی نیست که در پس آن‌ها قانونگذار آسمانی وجود داشته است.

اینشتین نیز به‌وجود کسی معتقد بود که از او به نام قدیم نام می‌برد؛ اما او کسی بود که در امور انسان‌ها مداخله نمی‌کرد. هدف اینشتین، به‌جای حمد و ستایش خداوند، «خواندن ذهن او» بود. او گفته است: «من علاقه‌مندم بدانم که خداوند چگونه این دنیا را خلق کرده است. من به این یا آن پدیده علاقه‌ای ندارم. می‌خواهم فکر خدا را بدانم. بقیه مسائل جزئیات هستند.» اینشتین علاقه شدید خود را به مسائل مذهبی اینگونه توجیه می‌نمود: «علم بدون مذهب، عاجز است. اما مذهب بدون علم کور است.»

اما داروین در مورد نقش انسان در گیتی مردد بود. گرچه می‌دانیم اعتبار او ناشی از خارج کردن انسان از مرکزیت جهان بیولوژیک بوده است، با این‌حال در زندگینامه خود اعتراف کرده است: «دشواری یا عدم امکان درک این جهان پهناور و خارق‌العاده، شامل انسانی که قادر است به گذشته و آینده نظر کند،

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

در پذیرفتن این مسئله است که این‌ها همه در نتیجه شانس یا ضرورت کور است.» او محرمانه به یکی از دوستانش گفته است: «من در مورد مذهب کاملاً گیج و سردرگم هستم.»

متأسفانه «تعیین جایگاه انسان در طبیعت و ارتباط او با کیهان»، مخصوصاً برای کسانی که برای مبارزه با عقاید تعصب‌آمیز مذهب حاکم ارتودوکس جسارت به خرج داده‌اند، همواره با خطر همراه بوده است. به‌هیچ‌وجه تصادفی نبوده که کسی مثل کپرنیک، کتاب پیشرو خود را با نام اندر باب گردش افلاک آسمانی در سال ۱۵۴۳، در بستر مرگ و پنهان از دادگاه تفتیش عقاید آن زمان نوشته است. همچنین بدیهی است کسی مثل گالیله که مدت‌ها تحت حمایت ولی‌نعمتان بانفوذ مدیسی ۸۵ قرار داشت، سرانجام به جرم معرفی و ترویج ابزاری که وجود جهانی در تناقض آشکار با تعالیم کلیسا را فاش می‌ساخت، یعنی تلسکوپ، از خشم و غضب واتیکان در امان نماند.

ترکیب علم، مذهب و فلسفه حقیقتاً معجونی قدرتمند است؛ چنان‌گیرا که فیلسوف بزرگ جوردانو برونو در سال ۱۶۰۰ در خیابان‌های رم سوزانده شد، زیرا حاضر نشد از باور خود مبنی بر اینکه تعداد نامحدودی سیاره در آسمان‌ها وجود دارند و تعداد بی‌شماری موجود زنده را در خود جای داده‌اند، بازگردد. او نوشت: «بدینسان فضیلت خداوند و عظمت فرمانروایی او آشکار می‌شود؛ او نه در یک خورشید، بلکه در خورشیدهای بی‌شمار تجلی یافته؛ نه در یک زمین، نه در یک جهان که در هزاران، بله در هزاران جهان تجلی یافته است.»

گناه گالیله و برونو این نبود که جرات کرده بودند قوانین آسمانی را غیب‌گویی کنند، بلکه گناه حقیقی آن‌ها این بود که انسان را از جایگاه متعال خود در مرکز جهان پایین کشیده بودند. تا سال ۱۹۹۲، ۳۵۰ سال طول کشید تا واتیکان گالیله را از اتهام وارده تبرئه کند، اما برونو را هرگز!

چشم انداز تاریخی

از زمان گالیله تا به امروز، مجموعه‌ای از تحولات باعث تغییر درک ما از جهان

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

و نقش انسان‌ها در آن شده است. در طول قرون وسطی باور عمومی بر این بود که جهان مکانی سیاه و نفرت انگیز است. در آن زمان تصور می‌شد زمین منزلگاهی کوچک و یکدست، مملو از فساد و گناه است که به‌وسیله کره‌ای آسمانی احاطه شده است؛ گنبدی‌که همواره از آن نشانه‌های آسمانی برای عبرت حاکمان و رعایا فرود می‌آیند، مثلاً دنباله‌دارها. اگر نقصی در عقاید ما به خدا و کلیسا وجود داشت، با خشم منتقدان از خود راضی دادگاه تفتیش عقائد و وسائل هولناک شکنجه مواجه می‌شدیم.

نیوتون و اینشتین ما را از این خرافات و تعصبات قدیمی نجات دادند. نیوتون قوانین دقیق مکانیک را در اختیار ما قرار داد. این قوانین حرکت تمام اجرام آسمانی را توضیح می‌دادند. آن‌ها چنان دقیق بودند که به‌نظر می‌رسید انسان‌ها در جهان، طوطی‌وار خطوط از پیش نوشته را از بر می‌خوانند. اینشتین نیز تصویر صحنه زندگی را متحول ساخت. در این تصویر جدید نه فقط تعریف یک ابزار سنجش یکپارچه برای فضا و زمان غیرممکن بود، بلکه خود صحنه خمیده بود. از نظر اینشتین صحنه زندگی یک صفحه لاستیکی بود که انبساط هم می‌یافت

تصویری که انقلاب کوانتومی به ما نشان داد حتی از این هم عجیب‌تر بود. سقوط فلسفه جبرگرایی به این معنی بود که عروسک‌های روی صحنه می‌توانستند نخ‌های خیمه شب‌بازی را پاره کرده و به‌دلخواه خود حرف بزنند. به‌این ترتیب مفهوم اختیار احیا شد؛ اما این‌بار به بهای داشتن نتایج متعدد و متغیر. یعنی بازیگران می‌توانستند در یک زمان در دو جا حضور داشته باشند و همچنین می‌توانستند غیب شده و دوباره ظاهر شوند. بیان اینکه یک بازیگر در کجای صحنه قرار دارد و ساعت چه زمانی را نشان می‌دهد غیرممکن شد.

در حال حاضر، مفهوم جهان چندگانه ذهن ما را تغییر داده و کلمه جهان دیگر معنی خود را از دست داده است. در جهان چندگانه، چندین صحنه موازی وجود دارند که هرکدام بر روی دیگری قرار گرفته‌اند. این جهان‌ها از طریق دریچه‌های فرار و تونل‌های مخفی به یکدیگر متصل می‌شوند. در

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

حقیقت این صحنه‌ها در فرایند بی‌پایانی از پیدایش، خود صحنه‌های دیگری را به‌وجود می‌آورند. در هر صحنه قوانین فیزیکی جدیدی حاکم است. شاید روی تعداد انگشت‌شماری از این صحنه‌ها شرایط مناسب برای حیات و آگاهی محقق شوند.

در عصر حاضر ما هنرپیشگانی هستیم که در پرده اول نمایش زندگی می‌کنیم؛ یعنی در ابتدای کاوش در معماهای کیهانی این صحنه. در پرده دوم نمایش اگر با تسلیحات و آلودگی‌ها سیاره خود را از بین نبرده باشیم، ممکن است بتوانیم زمین را ترک کرده و ستارگان و دیگر اجرام آسمانی را مورد کاوش قرار دهیم. اما امروزه ما می‌دانیم که پرده آخری نیز وجود دارد؛ زمانی که نمایش به پایان می‌رسد و تمام بازیگران از صحنه روزگار محو می‌شوند. در پرده سوم، صحنه چنان سرد می‌شود که حیات بر روی آن غیرممکن می‌گردد. تنها راه نجات ممکن، ترک کامل صحنه از طریق یک دریچه فرار و شروع مجدد با نمایشنامه‌ای جدید در صحنه‌ای جدید است.

اصل کپرنیکی در مقابل اصل انسانی

واضح است در طول گذار از خرافات قرون وسطی تا فیزیک کوانتوم امروزی، پس از وقوع هریک از انقلابات علمی، نقش و جایگاه ما در جهان تغییر بسیار کرده است. جهانی که می‌شناختیم به شدت گسترش یافته و به‌ناچار درک ما از خودمان را تغییر داده است. وقتی به این پیشرفت تاریخی نگاه می‌کنم، گاهی اوقات دو احساس متناقض در من ایجاد می‌شود؛ زمانی که به ستارگان ظاهراً بیشمار گنبد آسمان می‌نگرم یا زمانی که به هزاران شکل مختلف حیات بر روی زمین می‌اندیشم. از یک طرف، با دیدن پهنای بی‌کران جهان احساس حقارت و کوچکی می‌کنم. بلِز پاسکال، با تفکر در وسعت بی‌انتهای جهان گفته است: «سکوت بی‌پایان فضای لایتناهی مرا از ترس به لرزه می‌اندازد.» از طرف دیگر، به‌هیچ‌وجه نمی‌توانم جذب تنوع با شکوه حیات و پیچیدگی‌های بدیع ساختار بیولوژیک خودمان نشوم.

امروزه در جامعه فیزیک، در مورد این سوآل مشخص علمی راجع به

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

نقش خودمان در جهان، دو نقطه نظر برجسته فلسفی ارائه شده است: اصل کپرنیکی و اصل انسانی.

اصل کپرنیکی بیان می‌کند که در مورد جایگاه ما در جهان هیچ مسئله خاصی وجود ندارد (که گاهی به اصل میانگین معروف است). به‌نظر می‌رسد تا به اینجا تمام کشفیات نجومی این دیدگاه را تائید کرده‌اند. کپرنیک زمین و هابل کهکشان راه شیری را از مرکزیت جهان خارج کرده و در عوض جهان رو به انبساطی متشکل از میلیاردها کهکشان را به ما معرفی کردند. کشف اخیر ماده و انرژی تاریک این حقیقت را تائید می‌کند که عناصر شیمیایی سنگینی که بدن‌های ما را می‌سازند تنها ۰/۰۳ درصد محتوای کلی ماده/انرژی جهان را تشکیل می‌دهند. طبق نظریه تورم، جهان مرئی شبیه دانه شنی است که در جهان بزرگ‌تری قرار دارد و در آن، جهان‌های جدیدی‌می‌توانند دائماً جوانه بزنند. در نهایت اگر نظریه M به اثبات برسد، با این امکان مواجه خواهیم شد که ابعاد آشنای فضا و زمان بتوانند حتی تا ۱۱ بعد افزایش یابند. به‌این‌ترتیب نه تنها از مرکزیت جهان خارج شده‌ایم، بلکه ممکن است روزی حتی دریابیم که این جهان مرئی تنها بخش کوچکی از جهان بسیار بزرگتری است.

در مواجهه با این حقیقت نامتعارف، به یاد شعری از استفان کرین می‌افتم که گفته است:

مردی به جهان گفت:
«من وجود دارم آقا!»
جهان پاسخ داد:
«با این حال،
این حقیقت مرا به چیزی مجبور نمی‌کند.»

(به یاد رمان علمی ـ تخیلی راهنمای مسافران مجانی کهکشان می‌افتم که در آن وسیله‌ای دیوانه‌کننده وجود دارد؛ درون یک محفظه نقشه‌ای از کل جهان به‌همراه پیکان کوچکی وجود دارد که نشان می‌دهد: «شما اینجا هستید.»)

اما در طرف دیگر، اصل انسانی قرار دارد که مطابق آن مجموعه‌ای از «اتفاقات» معجزه‌آسا وجود آگاهی را در جهان سه بعدی ما امکان‌پذیر

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

ساخته‌اند. ناحیه باریک مسخره‌ای از پارامترها وجود دارد که به حیات هوشمند واقعیت می‌بخشند و ما به‌وجود آمده‌ایم تا درست در این ناحیه قرار گرفته و پیشرفت کنیم. به‌نظر می‌رسد پایداری پروتون، اندازه ستارگان، وجود عناصر سنگین‌تر و... به‌دقت طوری تنظیم شده‌اند که وجود اشکال پیچیده حیات و آگاهی را امکان‌پذیر سازند. می‌توان روی این موضوع که آیا این رویدادها از پیش طراحی شده یا تصادفی بوده‌اند بحث کرد، اما هیچ کس نمی‌تواند تنظیمات پیچیده لازم را برای به‌وجود آمدن ما انکار کند.

استیون هوکینگ می‌گوید: «اگر سرعت انبساط یک ثانیه پس از انفجار بزرگ، حتی به‌مقدار یک در صد میلیارد کوچک‌تر بود، [جهان] قبل از اینکه به ابعاد فعلی‌اش برسد، بار دیگر می‌رُمبید... احتمال بیرون آمدن چیزی متفاوت با جهان ما از پدیده‌ای مثل انفجار بزرگ (مهبانگ)، بسیار زیاد است. فکر می‌کنم این امر تعابیر مذهبی روشنی دارد.»

ما اغلب از درک این موضوع که حیات و آگاهی تا چه حد ارزشمند هستند، عاجزیم. اغلب فراموش می‌کنیم که حتی چیزی مثل آب، یکی از ارزشمندترین مواد جهان است و تنها زمین (و شاید اروپا، یکی از اقمار مشتری) در بین سیارات منظومه شمسی یا شاید در این بخش از کهکشان، دارای مقادیر متنابهی آب مایع است. همچنین به احتمال زیاد مغز انسان پیچیده‌ترین چیزی است که طبیعت در منظومه شمسی، شاید تا محدوده نزدیک‌ترین ستاره، به‌وجود آورده است. زمانی که به تصاویر دریافتی از سرزمین‌های بی‌جان سطح مریخ یا زهره نگاه می‌کنیم، از مشاهده این حقیقت که این سطوح کاملاً خالی از شهرها و آثار آن‌ها یا خالی از مواد پیچیده زیستی لازم برای حیات هستند متعجب می‌شویم. در فضا، جهان‌های بی‌شماری وجود دارند که نه فقط از آگاهی بلکه حتی از حیات خالی هستند. این مسئله به ما کمک می‌کند دریابیم حیات تا چه حد حساس بوده و اینکه به‌وجود آمدن آن بر روی زمین معجزه بوده است

اصل کپرنیکی و اصل انسانی به نوعی دیدگاه‌های متضادی هستند که ابعاد مختلف وجود ما را طبقه‌بندی می‌کنند و به ما کمک می‌کنند تا به نقش

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

حقیقی خود در جهان پی ببریم. درحالیکه اصل کپرنیکی ما را به مواجهه با عظمت محض جهان یا شاید جهان چندگانه مجبور می‌کند، اصل انسانی ما را به این سمت سوق می‌دهد که حقیقتاً حیات و آگاهی تا چه حد بی‌نظیر و منحصر به‌فرد هستند.

اما در نهایت مناقشه بین اصل کپرنیکی و اصل انسانی نمی‌تواند نقش ما را در جهان تعیین کند مگر اینکه ما به این سوآل از منظر بالاتری بنگریم؛ از دیدگاه نظریه کوانتوم.

معنای کوانتوم

دنیای کوانتوم از منظری کاملاً متفاوت به مسئله نقش ما در جهان پرداخته است. اگر تعبیر واینر از معمای گربه شرودینگر را بپذیریم، آنگاه لزوماً شاهد دخالت مسئله آگاهی در همه جا خواهیم بود. زنجیره بی‌انتهای ناظران، که هرکدام ناظر قبلی را مشاهده می‌کنند، در نهایت ما را به سمت وجود یک مشاهده گر کیهانی سوق می‌دهد؛ شاید خود خدا. در این تصویر، جهان وجود دارد زیرا خدایی مشاهده‌گرآن است. و اگر تعبیر ویلر درست باشد، آنگاه باید بپذیریم که اطلاعات و آگاهی بر کل جهان حکمفرماست. در این تصویر، آگاهی نیروی حاکمی است که ماهیت وجود را تعیین می‌کند.

دیدگاه واینر باعث شد تا رونی ناکس شعر زیر را در مورد مواجهه بین یک شکاک و خداوند بسراید؛ اینکه وقتی کسی نباشد تا درخت را مشاهده کند، آیا درخت در حیاط وجود دارد یا نه:

زمانی مردی وجود داشت که گفت: «خدا
باید خیلی تعجب کند
اگر ببیند که این درخت
هنوز هست
وقتی کسی در این اطراف نیست.»

اما ناشناسی نکته سنج درپاسخ چنین نوشت:

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

آقای عزیز، در کمال شگفتی شما
من همیشه این اطراف هستم
و به‌همین دلیل است که درخت همواره وجود دارد
زیرا به‌وسیله ارادتمند شما مشاهده می‌شود ــ خدا.

به بیان دیگر، درخت در حیاط همواره وجود دارد، زیرا که یک ناظر کوانتومی آنجاست تا تابع موج را به‌هم بریزد ــ خود خدا.

تعبیر واینر مسئله آگاهی و خرد را در مرکز فیزیک قرار می‌دهد. او عبارات ستاره‌شناس بزرگ جِیمز جینز را منعکس می‌کند که نوشته است: «پنجاه سال پیش، جهان به‌طور کلی به صورت یک ماشین به‌نظر می‌رسید... زمانی که از کرانه‌های ابعاد در هر جهتی عبور می‌کردیم ــ چه به سمت کیهان بزرگ مقیاس، چه به اعماق اتم ــ تعبیر مکانیکی طبیعت با شکست مواجه می‌شد. ما به هویت‌ها و پدیده‌هایی می‌رسیم که به‌هیچ‌وجه مکانیکی نیستند. از نظر من، آن‌ها بیشتر بر فرایندهای ذهنی دلالت می‌کنند تا پدیده‌های مکانیکی؛ به‌نظر می‌رسد جهان به یک فکر بزرگ نزدیک‌تر باشد تا به یک ماشین بزرگ.»

این تعبیر شاید درنظریه وجود از داده ویلر بلندپروازانه‌ترین شکل را به خود می‌گیرد. «تنها این نیست که ما با جهان سازگار شده‌ایم. جهان نیز با ما سازگار شده است.» به بیان دیگر ما به نوعی وجود خود را با مشاهده پدید می‌آوریم. او این مفهوم را «پیدایش از طریق مشاهده» می‌نامد. ویلر ادعا می‌کند که ما در «جهانی مشارکتی» زندگی می‌کنیم.

همین مفاهیم را زیست‌شناس برنده جایزه نوبل، جورج والد، نیز بیان کرده است. او می‌نویسد: «اتم بودن در جهانی که فیزیکدان ندارد جالب نیست. فیزیکدانان خود از اتم تشکیل شده‌اند. یک فیزیکدان عبارت است از روشی اتمی برای دانستن در مورد اتم‌ها.» سیاستمدار موحد، گَری کوالسکی، این عقیده را با گفتن این مطلب بیان کرده است: «می‌توان گفت جهان وجود دارد تا خود را ستایش کند و از زیبایی خود لذت ببرد. اگر کیهان به سمت آگاهی از خود پیش می‌رود، انسان به‌عنوان بخش ارزشمندی از این

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

مسیر، موظف است ضمن مطالعه کیهان در حفظ آن بکوشد و از تخریب و غارت آنچه فرآورده این تاریخ طولانی است بپرهیزد.

از منظر این استدلال جهان مقصودی دارد: ایجاد موجودات با ادراکی مثل ما که می‌توانند آن را مشاهده کنند تا بتواند وجود داشته باشد. بر طبق این دیدگاه، وجود جهان تماماً به قابلیت آن در ایجاد موجودات هوشمندی وابسته است که می‌توانند آن را مشاهده کنند و بنابراین موجب فروپاشی تابع موج آن شوند.

ممکن است برخی تفسیر واینر از نظریه کوانتوم را بیشتر بپسندند. با این حال، تفسیر دیگری نیز وجود دارد؛ جهان‌های متعدد، که درک کاملاً متفاوتی را از نقش انسان در جهان ارائه می‌کند. در تفسیر جهان‌های متعدد، گربه شرودینگر در یک زمان می‌تواند هم مرده و هم زنده باشد، تنها به این دلیل که خود جهان به دو جهان مجزا تقسیم شده است.

معنا در جهان چندگانه

انبوه جهان‌های موجود در نظریه جهان‌های متعدد به‌راحتی موجبات سردرگمی ما را فراهم می‌کنند. در داستان کوتاه لَری نیوِن به مفاهیم اخلاقی این جهان‌های چندگانه موازی پرداخته شده است: «تمام هزاران راه ممکن.» در این داستان کارآگاه جین تریمبِل، به بررسی یک سری خودکشی‌های مرموز می‌پردازد. به یکباره در سراسر شهر، افرادی بدون هرگونه پیشینه روحی روانی، از روی پل پریده و خودکشی می‌کنند یا حتی مرتکب قتل‌های متعدد می‌شوند. این مسئله اسرارآمیزتر می‌شود زمانی که آمبروس هارمون، موسس میلیاردر شرکت کراس تایم، پس از بردن پنج هزار دلار در قمار، از طبقه سی و ششم آپارتمان لوکس خود به بیرون می‌پرد. قدرت، پول و ارتباطات اجتماعی بسیار امبروس، همه چیز را برای یک زندگی خوب مهیا کرده بود. بنابراین خودکشی او هیچ توجیهی نداشت. اما تریمبل سرانجام پرده از راز این خودکشی‌ها بر می‌دارد. بیست درصد از مدیران شرکت کراس تایم اقدام به خودکشی کرده‌اند. در حقیقت خودکشی‌ها درست یک ماه پس

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

از تاسیس کراس تایم شروع شده‌اند.

با جستجوی بیشتر او در می‌یابد که هارمون دارایی هنگفت خود را از اجدادش به ارث برده و به دلایل احمقانه آن‌ها را به باد داده است. ممکن بود تمام ثروتش از دست برود، ولی یک شرط‌بندی مانع شد. او گروهی از فیزیکدانان، مهندسین، و فیلسوفان را جمع می‌کند تا در مورد امکان وجود مسیرهای زمانی موازی تحقیق کنند. سرانجام آن‌ها وسیله نقلیه‌ای اختراع می‌کنند که می‌تواند به یک مسیر زمانی جدید وارد شود. خلبان این وسیله بی‌درنگ اختراع جدیدی را از ایالات فدراتیو آمریکا با خود بر می‌گرداند. به‌همین ترتیب شرکت کراس تایم صدها ماموریت به مسیرهای زمانی موازی انجام داده و اختراعات جدید را شناسایی می‌کند. این اختراعات را با خود بازگردانده و آن‌ها را قانوناً ثبت می‌کنند. به‌زودی کراس تایم شرکتی چند میلیارد دلاری و صاحب حق مهم‌ترین اختراعات حال حاضر جهان می‌شود. به‌نظر می‌رسد این شرکت، با مدیریت هارمون، به موفق‌ترین شرکت زمان خود تبدیل می‌شود.

هر مسیر زمانی با دیگری متفاوت است. در بین این مسیرهای متعدد، موفق به یافتن امپراتوری کاتولیک، آمریکای سرخپوستی، روسیه پادشاهی، و جهان‌های بیشماری می‌شوند که در جنگ‌های هسته‌ای از بین رفته‌اند. اما سرانجام به چیزی بر می‌خورند که عمیقاً تاثربرانگیز است: نسخه‌های رونوشتی از خودشان، که در زندگی‌هایی تقریباً مشابه به سر می‌برند؛ اما با یک تغییر عجیب. در هرکدام از این جهان‌ها بدون توجه به اینکه اینجا چه کاری انجام می‌دهند، هرچیزی ممکن است اتفاق بیفتد. مهم نیست که چقدر سخت کار می‌کنند، ممکن است خارق‌العاده‌ترین رویاهای آن‌ها محقق شود یا در وحشتناک‌ترین کابوس‌های خود زندگی کنند. هرکاری که انجام دهند، در برخی جهان‌ها آن‌ها موفق و در بعضی دیگر ناموفق خواهند بود. تعداد بی‌شماری نسخه از یک انسان وجود دارد که تصمیمات متفاوتی گرفته و به‌این ترتیب تمام نتایج ممکن را ایجاد می‌کند. در این صورت چرا سارق بانک نباشیم، اگر در جهان دیگری بتوانیم به‌راحتی در خیابان معاف از مالیات

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

راه برویم.

تریمبل با خود می‌اندیشد: «شانسی وجود ندارد. هر تصمیمی به هر دو روش اتخاذ می‌شود. در واقع زمانی که برای هر انتخاب عاقلانه‌ای خون دل‌ها خورده‌اید، تمام دیگر انتخاب‌ها را نیز انجام داده‌اید. و این در تمام تاریخ به‌همین صورت انجام گرفته است.» ناامیدی عمیقی تریمبل را درهم می‌شکند، زیرا او با این حقیقت دردناک مواجه می‌شود: در جهانی که هر چیزی امکان‌پذیر است، هیچ چیزی احساس اخلاقی در شما ایجاد نمی‌کند. وقتی در می‌یابد ما کنترلی بر روی سرنوشت خود نداریم و اینکه تصمیماتی که می‌گیریم در نتیجه امر تاثیری نخواهند داشت، افسرده و مایوس می‌شود.

سرانجام او تصمیم می‌گیرد مسیر هارمون را دنبال کند. تفنگی را برداشته و به سمت سر خود نشانه می‌رود. اما حتی اگر ماشه را نیز بفشارد، تعداد بیشماری جهان وجود خواهند داشت که در آن‌ها گلوله در لوله گیر کرده، یا به سقف برخورد کرده، یا او را می‌کشد و الی آخر. به‌این‌ترتیب، تصمیم نهایی تریمبل به راه‌های بی‌شماری در جهان‌های بی‌شمار منجر خواهد شد.

در یک جهان کوانتومی، مثل تریمبل با این امکان مواجه می‌شویم که اگرچه ممکن است خود موازی ما، که در جهان‌های کوانتومی دیگری زندگی می‌کند، دقیقاً دارای همان کدهای ژنتیکی ما باشد، با این حال در مواقع بحرانیِ حیات، فرصت‌ها، اهداف و رویاها ما را به مسیرهای متفاوتی رهنمون می‌شوند؛ به تاریخ زندگی متفاوت و سرنوشت‌های متفاوت.

در حقیقت هم‌اکنون با شکلی از این معضل مواجهیم. این مسئله تنها به زمان مربوط می‌شود، شاید تنها چندین دهه قبل از اینکه شبیه‌سازی انسان به حقیقتی عادی در زندگی تبدیل شود. با اینکه شبیه‌سازی انسان کار بسیار مشکلی است (در حقیقت هنوز موفق نشده‌اند حتی یک پستاندار را به‌طور کامل شبیه‌سازی کنند) و مسلماً سوآلات اخلاقی جنجال برانگیزی مطرح می‌شوند، وقوع چنین پدیده‌ای اجتناب‌ناپذیر است. زمانی که این‌کار امکان‌پذیر شود، این سوآل مطرح می‌شود که آیا نمونه شبیه‌سازی شده ما روح دارد؟ آیا ما مسئول کارهای نسخه‌های دیگر خود هستیم؟ در جهان

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

کوانتومی، هر یک از ما تعداد بیشماری نسخه‌های کوانتومی خواهیم داشت. از آنجا که ممکن است برخی از نسخه‌های کوانتومی ما به اعمال شیطانی دست بزنند، در این‌صورت آیا ما مسئول عملکرد آن‌ها هستیم؟ آیا گناهان نسخه‌های کوانتومی ما موجب آزار روحمان خواهند شد؟

این بحران وجودی کوانتومی راه حلی دارد. اگر به اختصار به جهان چندگانه متشکل از جهان‌های متعدد نگاه کنیم، در تعداد بی‌شماری از سرنوشت‌های تصادفی غرق خواهیم شد. اما نکته جالب این است که در هرکدام از این جهان‌ها قوانین علت و معلولی اساساً باقی می‌مانند. در نظریه جهان چندگانه که فیزیکدانان ارائه کرده‌اند، هر جهان مجزا در بزرگ مقیاس از قوانین شبه نیوتونی تبعیت کرده و بنابراین ما می‌توانیم با دانستن این موضوع که کارهای ما به خوبی قابل پیش‌بینی هستند در کمال آسایش زندگی کنیم. در هرکدام از این جهان‌ها قوانین علت و معلولی حاکمند. به‌این‌ترتیب اگر ما مرتکب جرمی شویم، در هر کدام از این جهان‌ها که باشیم به احتمال زیاد به زندان خواهیم رفت. ما می‌توانیم کسب و کار خود را، بدون اینکه از تمام واقعیات موازی که هم زمان با ما زندگی می‌کنند مطلع باشیم، هدایت و رهبری کنیم.

این مسئله مرا به یاد داستانی ساختگی می‌اندازد که فیزیکدانان گاهی برای یکدیگر نقل می‌کنند. یک روز فیزیکدانی را از روسیه به لاس وگاس آوردند. او مقهور قدرت و فساد سرمایه‌داری حاکم بر این شهر مملو از گناه شده بود. به سرعت به سراغ میز قمار رفته و در اولین شرط‌بندی تمام پول خود را روی میز گذاشت. وقتی به او گفتند که این احمقانه‌ترین راهبرد در شرط‌بندی است و اینکه راهبرد او مخالف با قوانین ریاضیات و احتمال است، او پاسخ داد: «بله، تمام آنچه می‌گویید درست است، اما جهان کوانتومی وجود دارد که من در آن ثروتمند شده‌ام.» ممکن است فیزیکدان روسی درست بگوید و در جهان موازی دیگری در حال خوش گذرانی مافوق تصور خود باشد. اما در این جهان بخصوص، باخته و مجبور به پذیرش عواقب عمل خود می‌گردد.

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

فیزیکدانان در مورد معنای جهان چگونه فکر می‌کنند؟

جملات تحریک‌آمیز استیون واینبرگ در کتاب سه ثانیه اول، بحث جدی را در مورد معنای حیات به جریان در آورد. او نوشته است: «هرچقدر که جهان بیشتر قابل درک به‌نظر برسد، بیشتر هم بی‌معنی به‌نظر می‌رسد... تلاش برای درک جهان یکی از چیزهای است که سطح زندگی انسان‌ها را از بیهودگی کمی فراتر می‌برد.» واینبرگ اقرار کرده که از بین تمام جملاتی که نوشته، این یکی عکس‌العمل‌های غضبناکی را برانگیخته است. او بعدها نیز با ارائه نظرات خود مجادله دیگری برانگیخت: «با وجود یا عدم وجود مذهب، انسان‌های خوب می‌توانند درست و افراد بد شیطانی رفتار کنند؛ اما برای اینکه افراد خوب کارهای شیطانی انجام دهند، آنوقت مذهب لازم است.»

ظاهراً واینبرگ میل شیطانی مشخصی به تحریک اذهان داشته و مایل است افرادی را که ادعای بینش در معنای کیهانی جهان دارند مورد تمسخر قرار دهد. او اقرار می‌کند که: «برای سال‌های متمادی من در مورد مسائل فلسفی یک بی‌ذوق شاد بودم.» او همانند شکسپیر عقیده دارد که جهان به مثابه یک صحنه نمایش است. «اما فاجعه در متن نمایشنامه نیست؛ فاجعه این است که متنی وجود ندارد.»

واینبرگ در حقیقت نظریات دانشمندی به نام ریچارد داوکینز از آکسفورد را منعکس می‌کند؛ زیست‌شناسی که اظهار داشته است: «در دنیایی با نیروهای فیزیکی کور... برخی افراد آسیب می‌بینند و برخی دیگر شانس می‌آورند و شما نه می‌توانید دلیل یا قانونی برای آن بیابید و نه حتی عدالتی. جهانی که ما مشاهده می‌کنیم ویژگی‌هایی دارد که در صورت نبود هرگونه طرح، هدف، شیطان و اعمال خوب، نمی‌توان از آن جز لاقیدی بی‌رحم و کور انتظار داشت.»

در اصل، واینبرگ مبارزه‌ای را ترتیب داده است. اگر انسان‌ها عقیده داشته باشند که جهان هدفی را دنبال می‌کند، در این‌صورت این هدف چیست؟ زمانی که ستاره‌شناسان در پهنه وسیع کیهان جستجو می‌کنند، با ستارگان

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

غول‌پیکری مواجه می‌شوند که بسیار از خورشید ما بزرگ‌ترند و در جهانی که طی میلیاردها سال به شدت در حال انبساط بوده، متولد شده و می‌میرند. سخت است ببینیم تمام این‌ها چگونه به دقت هماهنگ شده تا سکونت انسان‌ها روی یک سیاره کوچک که به دور یک ستاره گمنام می‌چرخد ممکن شود.

اگرچه جملات او خشم زیادی را برانگیخته است، دانشمندان معدودی در مواجهه با او برآمده‌اند. با این حال زمانی که آلن لایتمن و روبرتا براور با گروهی از کیهان‌شناسان برجسته مصاحبه کردند و از آن‌ها پرسیدند که آیا با نظر واینبرگ موافق هستند یا نه، در کمال تعجب تنها تنی چند از آن‌ها ارزیابی غم‌افزای واینبرگ از جهان را پذیرفتند. یکی از دانشمندانی که کاملاً با واینبرگ موافق بود، ساندرا فِیبِر از رصدخانه لیک و دانشگاه کالیفرنیا در سانتاکروز بود که گفته است: «من باور نمی‌کنم جهان برای انسان‌ها خلق شده باشد. زمین، سیاره‌ای است که از طریق فرایندهای طبیعی ایجاد شده است و به‌عنوان بخشی از تداوم بیشتر این فرایندهای طبیعی، حیات و حیات هوشمند ظاهر شده‌اند. دقیقاً به‌همین روش، من فکر می‌کنم که جهان نیز در نتیجه برخی فرایندهای طبیعی ایجاد شده است و ظهور ما در آن نتیجه کاملاً طبیعی قوانین فیزیک در بخش مشخصی از جهان است. به عقیده من مفهوم تلویحی نهفته در مسئله این است که نیروی محرکی وجود دارد که هدفی فراتر از وجود انسان را دنبال می‌کند. من به این عقیده ندارم. بنابراین فکر کنم که سرانجام با واینبرگ موافق هستم که از دیدگاه انسان این کاملاً بیهوده است.»

اما گروه بزرگ‌تری از کیهان‌شناسان تصور می‌کنند واینبرگ از اساس دچار اشتباه شده و جهان هدفی دارد؛ حتی اگر نمی‌توان در مورد آن سخن گفت.

پروفسوری در دانشگاه هاروارد به نام مارگارت گلر گفته است: «من در مورد زندگی اینگونه فکر می‌کنم: شما زندگی می‌کنید و زمان آن هم کوتاه است. مسئله این است که تا جایی‌که می‌توانید تجربه کسب کنید. این چیزی است که سعی دارم انجام دهم. من سعی می‌کنم مردم را تربیت کنم.»

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

برخی از آنان حقیقتاً در ساخته خداوند، وجود نقطه هدفی را باور دارند. دان پیج از دانشگاه آلبرتا، دانشجوی سابق استیون هوکینگ گفته است: «بله من معتقدم مطمئناً هدفی وجود دارد. درست است که از تمام اهداف اطلاعی ندارم ولی فکر می‌کنم یکی از آن‌ها این است که خدا انسان را آفرید تا همدمش باشد. یک هدف بزرگ‌تر ممکن است این باشد که آفرینش خدا باعث تجلیل از خدا می‌شود.» او ردپای خدا را حتی در قوانین موجز فیزیک کوانتوم نیز مشاهده می‌کند: «قوانین فیزیک از بعضی جهات مشابه دستور زبانی به‌نظر می‌رسند که خداوند برای استفاده انتخاب کرده است.»

چارلز مایسنر از دانشگاه مریلند، یکی از پیشروان اولیه در تحلیل نظریه نسبیت عام اینشتین با پیج موافق است: «احساس من این است که در مذهب، موارد متعددی وجود دارد، مثل وجود خدا و اخوت انسان که حقایق جدی هستند که یک‌روز خواهیم آموخت آن‌ها را مورد تقدیر قرار دهیم؛ شاید در یک زبان متفاوت و مقیاس متفاوت... بنابراین فکر می‌کنم که حقایق واقعی وجود دارند و از نظر حسی عظمت جهان معنی پیدا می‌کند و سرانجام ما را به احترام و تکریم خالق وا می‌دارد.»

مسئله وجود خالق این سوآل را بر می‌انگیزد که: آیا علم قادر است در مورد وجود خدا به ما اطلاعاتی بدهد؟ خداشناسی به نام پل تیلیچ یکبار گفته است که فیزیکدانان تنها دانشمندانی هستند که می‌توانندکلمه «خدا» را به زبان آورده و شرمنده نشوند. در حقیقت فیزیکدانان در مواجهه با یکی از مهم‌ترین سوآلات انسان تنها هستند: آیا طرح بزرگی وجود دارد؟ و اگر چنین است آیا طراحی دارد؟ مسیر درست حقیقت کدام است، منطق یا وحی؟

در نظریه ریسمان‌ها ذرات زیراتمی را می‌توان به صورت نت‌های یک تار مرتعش نشان داد؛ قوانین شیمی ملودی‌هایی هستند که می‌توان با این تار نواخت؛ قوانین فیزیک به قوانین هارمونی که این ریسمان‌ها راکنترل می‌کنند مربوط می‌شوند؛ جهان سمفونی ریسمان‌هاست؛ و ذهن خدا موسیقی کیهان است که در فرافضا طنین‌انداز شده است. اگر این تشابه درست باشد، سوآل بعدی این است: آیا آهنگسازی هم وجود دارد؟ آیاکسی این نظریه را طراحی

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

کرده است تا قدرت جهان‌های محتملی را که در نظریه ریسمان‌ها می‌بینیم ممکن سازد؟ اگر جهان همانند یک ساعت دقیق تنظیم شده باشد، آیا ساعت سازی هم وجود داشته است؟

نظریه ریسمان‌ها این سوآل را مطرح می‌کند که آیا خدا حق انتخابی داشته است؟ زمانی که اینشتین نظریه‌های کیهانی خود را تهیه می‌کرد، همواره این سوآل را می‌پرسید که من چگونه جهان را طراحی می‌کردم؟ او به این ایده نزدیک شده بود که شاید خداوند در مورد این مسئله حق انتخابی نداشته است. اینطور به‌نظر می‌رسد که نظریه ریسمان‌ها نیز این احتمال را تائید می‌کند. وقتی نسبیت را با نظریه کوانتوم مخلوط می‌کنیم به نظریه‌هایی دست می‌یابیم که عیوب نهفته و مهلکی دارند: واگرایی‌های ایجاد شده و ناهنجاری‌هایی که تقارن‌های موجود در نظریه را به‌هم می‌زنند. تنها با کمک تقارن‌های قدرتمند می‌توان این واگرایی‌ها و ناهنجاری‌ها را حذف کرد و نظریه M دارای قدرتمندترین تقارن‌هاست. بنابراین شاید نظریه‌ای منحصربفرد وجود داشته باشد که تمام شروط لازم برای یک نظریه را دارا باشد.

از اینشتین، کسی که اغلب به تفصیل درباره قدیم می‌نوشت، در مورد وجود خدا پرسیدند. از نظر او دو نوع خدا وجود داشت. یکی خدای شخصی بود که پاسخ عبادت کنندگان را می‌داد؛ خدای ابراهیم، اسحاق، موسی و خدایی که آب را از هم می‌شکافد و معجزه می‌کند. اما این لزوماً همان خدایی نیست که اغلب فیزیکدانان به آن اعتقاد دارند.

اینشتین یکبار نوشته است: «به خدای اسپینوزا اعتقاد دارد. خدایی که خود را در هماهنگی منظم موجود در هرآنچه که وجود دارد آشکار می‌کند، و نه به خدایی که خود را با سرنوشت و اعمال انسان‌ها درگیر می‌کند.» خدای اسپینوزا و اینشتین خدای هماهنگی است، خدای استدلال و منطق. اینشتین می‌نویسد: «نمی‌توانم خدایی را تصور کنم که به آفریده خود پاداش داده یا او را مجازات کند... همچنین نمی‌توانم باور کنم که انسان بعد از مرگ کالبد زنده می‌ماند.»

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

(در دوزخ اثر دانته، اولین محفل نزدیک به ورودی جهنم افرادی قرار دارند که عیسی مسیح را کاملاً نپذیرفته ولی رضایتمند و نیک‌سرشتند. در محفل اول دانته با افلاطون و ارسطو و دیگر متفکران و روشنفکران بزرگ برخورد می‌کند. همان‌طور که فیزیکدانی به نام ویلچک بیان کرده است: «ما گمان می‌کنیم که بسیاری، شاید اغلب فیزیکدانان به محفل اول راه یابند.») حتی ممکن است مارک تواین نیز به این محفل مجلل راه یابد. تواین ایمان را اینگونه تعریف کرده است: «اعتقاد به چیزی که هر احمقی می‌داند، درست نیست.»

شخصاً، از یک دیدگاه کاملاً علمی فکر می‌کنم قوی‌ترین استدلال برای وجود خدای اینشتین یا اسپینوزا از فرجام‌گرایی ناشی می‌شود. اگر سرانجام نظریه ریسمان‌ها، از نظر آزمایشگاهی به‌عنوان نظریه همه چیز تائید شود، در این‌صورت باید از خود بپرسیم که خود این معادلات از کجا آمده‌اند. اگر نظریه میدان یکپارچه همان‌طور که اینشتین عقیده داشت، حقیقتاً نظریه‌ای است یکتا، باید از خود بپرسیم که این یکتایی از کجا آمده است. فیزیکدانانی که به این خدا معتقدند، عقیده دارند که جهان چنان زیبا و ساده است که قوانین آن نمی‌تواند تصادفی باشد. جهان می‌توانست کاملاً بی‌هدف بوده و از الکترون‌ها و نوترینوهای بی‌جان تشکیل شده باشد و هرگز قابلیت ایجاد حیات را نداشته باشد، چه برسد به اینکه حیات هوشمندی در آن به‌وجود آید.

اگر همان‌طور که من و برخی دیگر از فیزیکدانان عقیده داریم، قوانین نهایی حاکم بر هستی را بتوان به‌وسیله فرمولی با طول تنها ۳ سانتی‌متر نشان داد، در این صورت این سوآل پیش می‌آید که چنین فرمولی از کجا آمده است؟

آن‌طور که مارتین گاردنر گفته است: «چرا سیب به زمین می‌افتد؟ به‌دلیل قانون گرانش. چرا قانون گرانش؟ به‌دلیل معادلات مشخصی که بخشی از نظریه نسبیت هستند. روزی که فیزیکدانان موفق به نوشتن معادله نهایی شوند که از آن بتوان تمام قوانین فیزیکی را نتیجه گرفت، باز هم یک نفر

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

خواهد پرسید: چرا این معادله؟»

آفرینش معنای خودمان

در نهایت من معتقدم که وجود یک معادله که بتواند کل جهان را به روشی منظم و هماهنگ توضیح دهد، به نوعی می‌تواند بیان کننده وجود یک طرح از پیش تعیین شده باشد. با این حال عقیده ندارم وجود این طرح می‌تواند به انسانیت معنای شخصی ببخشد. فرمول نهایی فیزیک هر چقدر هم که زیبا و خیره کننده باشد، باز موجب تعالی روح میلیاردها انسان نیست و به آن‌ها احساس رضایت کامل نمی‌دهد. هیچ فرمول جادویی فیزیک و کیهان‌شناسی، نمی‌تواند توده مردم را شیفته کند و زندگی معنوی آن‌ها را غنی سازد.

از نظر من، معنای حقیقی در این نهفته است که هرکس معنای زندگی خود را می‌سازد. این سرنوشت ماست که به‌جای اینکه تصور کنیم آینده از یک قدرت بالاتر به ما به ارث می‌رسد تا هرکس خود آن را بسازد. اینشتین اعتراف کرده که او از کمک کردن به صدها انسان خوش‌قلبی که نامه‌های بسیاری را به اینشتین نوشته‌اند و از او خواسته‌اند که معنای زندگی را برای‌شان آشکار کند، عاجز مانده است. همان‌طور آلن گوث گفته است: «طبیعی است که این سوآلات پرسیده شود، اما نباید انتظار داشت تا از یک فیزیکدان پاسخ حکیمانه‌تری دریافت کنیم. احساس خود من این است که زندگی هدفی را دنبال می‌کند. در نهایت فکر می‌کنم هدفی که حیات دنبال می‌کند، هدفی است که ما به آن می‌دهیم و نه هدفی که از یک طرح کیهانی از پیش تعیین شده نشات گرفته باشد.»

من معتقدم زیگموند فروید، با تمام اندیشه‌هایش در مورد بخش تاریک ذهن ناخودآگاه، بیشتر از همه به حقیقت نزدیک شده است؛ وقتی می‌گوید، آنچه به ذهن‌های ما معنا و ثبات می‌بخشد، چیزی نیست جز کار و عشق. کار به ما احساس مسئولیت و هدفمند بودن می‌دهد؛ تمرکزی واقعی بر روی کار و رویاهای ما. کار نه تنها به زندگی‌های ما انضباط و ساختار می‌بخشد، بلکه به ما احساس غرور، پیشرفت و چهارچوبی برای شکوفایی می‌دهد. و عشق

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

عنصری ضروری است که ما را در تار و پود جامعه قرار می‌دهد. بدون عشق، ما گم گشته، تهی و بدون ریشه خواهیم بود. بدون عشق در سرزمین‌های خود بدون هدف زندگی کرده و از دغدغه‌های دیگران جدا خواهیم افتاد.

علاوه بر عشق و کار، من دو عنصر اساسی دیگر را نیز اضافه می‌کنیم که به زندگی ما معنا می‌بخشند. نخست، شکوفا کردن استعدادهایی که با آن‌ها متولد می‌شویم. هرچقدر که با دارا بودن قابلیت‌ها و قدرت‌های مختلف، خوشبخت متولد شویم، باز هم به‌جای اینکه بگذاریم به مرور زمان تحلیل رفته و از یاد بروند، باید تلاش کنیم تا حد نهایت از آن‌ها استفاده کنیم. همه ما افرادی را می‌شناسیم که در زندگی خود موفق نشدند قابلیت‌هایی را که در دوران کودکی از خود نشان دادند در بزرگسالی به شکوفایی برسانند. بسیاری از مردم از تصویر آینده خود، وحشت می‌کنند. من فکر می‌کنم به‌جای اینکه مدام قسمت و تقدیر خود را سرزنش کنیم، باید آن‌طور که هستیم خود را بپذیریم و سعی کنیم تا رویاهایی را که با قابلیت‌های ما تناسب دارند، محقق کنیم.

دوم اینکه باید سعی کنیم زمانی که جهان را ترک می‌کنیم آن را به‌جای بهتری نسبت به زمانی که وارد آن شده‌ایم بدل کرده باشیم. هر فردی می‌تواند دو راه مختلف در پیش بگیرد: اینکه در اسرار طبیعت جستجو کرده، محیط زیست را پاکیزه نگه دارد و برای صلح و عدالت اجتماعی تلاش کند یا مثل یک رهبر و مربی به تربیت جوانان کنجکاو و پرانرژی بپردازد.

گذار به تمدن نوع ۱

در نمایشنامه سه خواهر، اثر آنتوان چخوف، در پرده دوم کلنل وِرشینین می‌گوید: «در طول یک یا دو قرن آینده، یا در عرض یک هزاره، مردم به شیوه جدیدی، شیوه‌ای شادتر، زندگی خواهند کرد. ما در آن زمان حضور نخواهیم داشت، اما به‌همین دلیل است که ما زندگی و کار می‌کنیم. به‌همین دلیل است که رنج می‌بریم. ما آن را می‌سازیم. این هدف وجود ماست. تنها شادیی که ما می‌شناسیم تلاش برای رسیدن به این هدف است.»

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

من شخصاً به‌جای اینکه از غیرعادی بودن جهان ناراحت و افسرده شوم، با ایده جهان‌های کاملاً جدیدی که در نزدیکی ما وجود دارند، هیجان زده می‌شوم. ما در عصری زندگی می‌کنیم که کاوش در کیهان را با کمک ردیاب‌ها و تلسکوپ‌های فضایی، نظریات و معادلات، تازه شروع کرده‌ایم.

من احساس برتری می‌کنم که در زمانی زندگی می‌کنم که جهان ما چنین گام‌های غرورآفرینی برمی‌دارد. ما زنده‌ایم تا شاید شاهد بزرگ‌ترین انتقال در تاریخ انسان باشیم؛ گذار به تمدن نوع ۱. این انتقال شاید مهم‌ترین و در عین حال خطرناک‌ترین گذار در تاریخ انسان باشد.

در گذشته اجداد ما در دنیای خشن و بی‌رحمی زندگی کرده‌اند. اغلب انسان‌ها زندگی حیوانی و کوتاهی داشته و عمر متوسط آن‌ها در حدود بیست سال بوده است. آن‌ها همواره دستخوش تقدیر خود، در ترس ابتلا به بیماری‌ها به سر بردند. آزمایش بر روی استخوان‌های باقی مانده از اجداد ما نشان می‌دهد، به‌دلیل حمل بارهای سنگین، از پا درآمده‌اند. این استخوان‌ها همچنین خبر از انواع امراض و اتفاقات کشنده می‌دهند. حتی در قرن گذشته، اجداد ما بدون وجود انواع مختلف سیستم‌های آبرسانی، آنتی‌بیوتیک‌ها، هواپیماهای جت، رایانه و دیگر شگفتی‌های الکترونیک زندگی کردند.

نوادگان ما در طلیعه ظهور اولین تمدن سیاره‌ای کره زمین متولد خواهند شد. اگر ما به خوی حیوانی خود اجازه ندهیم تا نسل خود را منقرض سازد، نوادگان ما در عصری زندگی خواهند کرد که فقر، گرسنگی و بیماری دیگر باعث مرگ کسی نخواهد شد. برای اولین‌بار در تاریخ انسان، در حال حاضر ابزاری را در اختیار داریم که به کمک آن‌ها می‌توانیم هم کل حیات روی زمین را از بین ببریم و هم بهشتی بر روی زمین بسازیم.

در دوران کودکی همواره می‌خواستم بدانم که زندگی در آینده دور چه شکلی خواهد داشت. ولی امروز عقیده دارم که اگر می‌توانستم انتخاب کنم که در چه دوره‌ای از تاریخ انسان زندگی کنم، همین زمان را انتخاب می‌کردم. ما در حال حاضر در هیجان‌انگیزترین تاریخ حیات انسان بسر می‌بریم. عصری که در آن بخشی از بزرگ‌ترین کشفیات کیهانی و پیشرفت‌ها در فناوری

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

اتفاق افتاده است.

در حال حاضر شاهد انتقالی تاریخی هستیم که طی آن مشاهده‌گران منفعل رقص طبیعت با دارا بودن قدرت ایجاد حیات، ماده و هوش، به طراحان آن بدل می‌شوند. با این قدرت عظیم، مسئولیت بزرگی بر دوش ما خواهد بود، زیرا باید مطمئن شویم که نتایج تلاش‌های ما خردمندانه مورد استفاده قرار می‌گیرد و در جهت منافع کل انسان‌ها به‌کار خواهد رفت.

نسلی که در زمان حاضر زندگی می‌کند شاید مهم‌ترین نسل بشر باشد که بر روی زمین وجود داشته است. برخلاف نسل‌های گذشته، سرنوشت آینده نوع بشر در دستان ماست. می‌توان به سمت یک تمدن نوع ۱ اوج گرفت و به شکوفایی رسید یا به اعماق آشوب، آلودگی و جنگ فرو افتاد. تصمیماتی که ما می‌گیریم در طول این قرن طنین‌انداز خواهند شد. اینکه ما با مسئله جنگ‌های جهانی، تکثیر سلاح‌های هسته‌ای و نزاع‌های قومی قبیله‌ای چگونه رفتار کنیم، همه می‌تواند شکل‌گیری یک تمدن نوع ۱را سرعت بخشیده یا منتفی سازد. شاید هدف و معنای نسل حاضر حصول اطمینان از این امر است که گذار به تمدن نوع ۱ به‌راحتی و بدون خطر صورت پذیرد.

انتخاب با ماست. این تمام ارثیه‌ای است که به نسل ما رسیده است. این تقدیر ماست.

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

منابع و مآخذ

Adams, Douglas *The Hitchhiker's Guide to the Galaxy*. New York: Pocket Books, 1979.

Adams, Fred, and Greg Laughlin. *The Five Ages of the Universe: Inside Physics of Eternity*. New York: The Free Press, 1999.

Anderson, Poul. *Tau Zero*. London: Victor Gollancz, 1967.

Asimov, Isaac. *The Gods Themselves*. New York: Bantam Books, 1972.

Barrow, John D.

1. *The Artful Universe*. New York: Oxford University Press, 1995.
2. *The Universe That Discovered Itself*. New York: Oxford University press, 2000.

Barrow, . John D., and F. Tipler. *The Anthropic Cosmological Principle*. New York: Oxford University Press, 1986.

Bartusiak, Marcia. *Einstein's Unfinished Symphony: Listening to the Sounds of Space-time*. New York: Berkley Books, 2000.

Bear, Greg. *Eon*. New York: Tom Doherty Associates Books, 1985.

Bell, E. T. *Men of Mathematics*. New York: Simon and Schuster, 1937.

Bernstein, Jeremy. *Quantum Profiles*. Princeton, N.J.: Princeton University Press, 1991.

Brian, Denis. *Einstein: A Life*. New York: John Wiley, 1996.

Brownlee, Donald, and Peter D. Ward. *Rare Earth*. New York: Springer- Verlag, 2000.

Calaprice, Alice, ed. *The Expanded Quotable Einstein*. Princeton: Princeton University Press, 2000.

Chown, Marcus. *The Universe Next Door: The Making of Tommorrow's Science*. New York: Oxford University Press, 2002.

Cole, K. C. *The Universe in a Teacup*. New York: Harcourt Brace, 1998.

Crease, Robert, and Charles Mann. *The Second Creation: Makers of the Revolution in Twentieth-Century Physics*. New York: Macmillan, 1986.

Croswell, Ken. *The Universe at Midnight: Observations Illuminating the Cosmos*. New York: The Free Press, 2001.

Davies, Paul. *How to Build a Time Machine*. New York: Penguin Books, 2001.

Davies, P. C. W., and J. Brown. *Superstrings: A Theory of Everything*. Cambridge,

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

U.K.: Cambridge University Press, 1988.
Dick, Philip K. *The Man in the High Castle*. New York: Vintage Books, 1990.
Dyson, Freeman. *Imagined Worlds*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1998.
Folsing, Albrecht. *Albert Einstein*. New York: Penguin Books, 1997.
Gamow, George.
1. *My World Line: An Informal Biography*. New York: Viking Press, 1970.
2. *One, Two, Three...Infinity*. New York: Bantam Books, 1961.
Goldsmith, Donald. *The Runaway Universe*. Cambridge, Mass.: Perseus Books, 2000.
Goldsmith, Donald, and Neil deGrasse Tyson. *Origins*. New York: W. W. Norton, 2004.
Gott, J. Richard. *Time Travel in Einstein's Universe*. Boston: Houghton Mifflin Co., 2001.
Greene, Brian.
1. *The Elegant Universe: Superstrings, Hidden Dimensions, and the Quest for the Ultimate Theory*. New York: W. W. Norton, 1999.
2. *The Fabric of the Cosmos*. New York: W. W. Norton, 2004.
Gribbin, John. *In Search of the Big Bang: Quantum Physics and Cosmology*. New York: Bantam Books, 1986.
Guth, Alan. *The Inflationary Universe*. Reading, Penn.: Addison-Wesley, 1997.
Hawking, Stephen W., Kip S. Thorne, Igor Novikov, Timothy Ferris, and Alan Lightman. *The Future of Space-time*. New York: W. W. Norton, 2002.
Kaku, Michio.
1. *Beyond Einstein: The Cosmic Quest for the Theory of the Universe*. New York: Anchor Books, 1995.
2. *Hyperspace: A Scienti?c Odyssey Through Time Warps, and the Tenth Dimension*. New York: Anchor Books, 1994.
3. *Quantum Field Theory*. New York: Oxford University Press, 1993.
Kirshner, . Robert P. *Extravagant Universe: Exploding Stars, Dark Energy, the Accelerating Universe*. Princeton, N.J.: Princeton University Press, 2002.
Kowalski, Gary. *Science and the Search for God*. New York: Lantern Books 2003.
Lemonick, Michael D. *Echo of the Big Bang*. Princeton: Princeton University Press, 2003.
Lightman, Alan, and Roberta Brawer. *Origins: The Lives and Worlds of Modern Cosmologists*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1990.
Margenau, H., and Varghese, R. A., eds. *Cosmos, Bios, Theos*. La Salle, III.: Open Court, 1992.
Nahin, Paul J. *Time Machines: Time Travel in Physics, Metaphysics, and Science Fiction*. New York: Springer-Verlag, 1999.
Niven, Larry. *N-Space*. New York: Tom Doherty Associates Books, 1990.
Pais, A.
1. *Einstein Lived Here*. New York: Oxford University Press, 1994.

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

2. *Subtle Is the Lord.* New York: Oxford University Press, 1982.

Parker, Barry. *Einstein's Brainchild.* Amherst, N.Y.: Prometheus Books, 2000.

Petters, A. O., H. Levine, J. Wambsganss. *Singularity Theory and Gravitational Lensing.* Boston: Birkhauser, 2001.

Polkinghorne, J. C. *The Quantum World.* Princeton, N.J.: Princeton University Press, 1984.

Rees, Martin.

1. *Before the Beginning: Our Universe and Others.* Reading, Mass.: Perseus Books, 1997.

2. *Just Six Numbers: The Deep Forces that Shape the Universe.* Reading, Mass.: Perseus Books, 2000.

3. *Our Final Hour.* New York: Perseus Books, 2003.

Sagan, Carl. *Carl Sagan's Cosmic Connection.* New York: Cambridge University Press, 2000.

Schilpp, Paul Arthur. *Albert Einstein: Philosopher-Scientist.* New York: Tudor Publishing, 1951.

Seife, of Charles. *Alpha and Omega: The Search for the Beginning and End of the Universe.* New York: Viking Press, 2003.

Silk, Joseph. *The Big Bang.* New York: W. H. Freeman, 2001.

Smoot, George, and Davidson, Keay. *Wrinkles in Time.* New York: Avon Books 1993.

Thorne, Kip S. *Black Holes and Time Warps: Einstein's Outrageous Legacy.* New York: Doubleday, 2000.

Weinberg, Steve.

1. *Dreams of a Final Theory: The Search for the Fundamental Laws of Nature.* New York: Pantheon Books, 1992.

2. *Facing Up: Science and Its Cultural Adversaries.* Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 2001.

3. *The First Three Minutes: A Modern View of the Origin of the Universe.* New York: Bantam New Age, 1977.

Wells, H. G.

1. *The Invisible Man.* New York: Dover Publications, 1992.

2. *The Wonderful of Visit.* North Yorkshire, U.K.: House of Status, 2002.

Wilczek, Frank. *Longing for the Harmonies: Themes and Variations from Modern Physics.* New York: W. W. Norton, 1988.

Zee, A. *Einstein's Universe.* New York: Oxford University Press, 1989.

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

نمایه

آبوت، اِدوین ۲۲۹
آدامز، داگلاس ۱۸۵
آدامز، فرد ۳۵۸
آرایه تلسکوپ رادیویی بریتانیایی مِرلین ۳۲۸
آرسیبو ۳۳۴، ۳۳۵
آزمایش بِل ۹۲، ۲۲۱
آزمایشگاه رادِرفورد اَپلتون ۳۴۸
آزمایشگاه فرمی ۳۴۴
آزمایشگاه لارنس لیورمور ۳۳۷، ۴۰۷
آزمایشگاه ملی لوس آلاموس ۱۶۹
آسیموف، ایزاک ۱۴۴، ۱۴۶، ۱۸۲
آشکارساز امواج گرانشی ۳۲۱
آلبرخت، آندریاس ۱۲۱
آلفِر، رالف ۷۷ تا ۸۱، ۹۳، ۹۵
آلفونسِ عاقل ۳۷
آلکوبیر، مارگوئل ۴۰۹ تا ۴۱۱
آلن‌پو، ادگار ۴۴، ۷۲
آنتی‌کوارک ۱۱۰
آن‌طور که تو دوست داری (اثر شکسپیر) ۳۷

ابرتقارن ۲۵۴
ابرفضا ۳۴
ابرنواختر ۱۳۴
اتم‌شکن ۴۰۳
اثر دوپلر ۶۹
اثر کاسیمیر ۳۴۱، ۴۰۸
اَدین ۳۵۳
اِدینگتون، آرتور ۵۵، ۵۷، ۷۳، ۱۵۱، ۲۳۳، ۳۵۵
ارسطو ۴۳۵
اِرنفست، پُل ۲۰۰، ۳۱۵
اِرو ۳۲۵
از درون آئینه ۱۵۲
اسب چوبی تروا ۱۴۳
اِسپرگل، دیوید ۷۸
اَسپکت، آلن ۲۲۱
اَسپن ۲۴۰
اسپین ۲۱۷ تا ۲۲۲، ۲۳۹
اسپینوزا ۴۳۴
استاپلدون، اولاف ۲۱۲
استارکمن، گلن ۳۶۹، ۳۷۰
استرومینگر، اندرو ۲۵۹، ۲۸۵
استگفیلد ۲۰۴
اِستوکوم، دبلیو جی وَن ۱۶۳
استونی بروک ۲۶۳
استِینهارت، پل ۱۲۱، ۲۷۸ تا ۲۸۰
اِستیواوِلّی، ماسیمو ۴۶
اِس ذرات ۲۵۶
اسکوارک ۲۵۶
اسلون ۳۳۳
اِسلیفر، وِستو ۷۰
اسمولین، لی ۳۱۶
اسمیت، کریس لولین ۳۴۲
اِستیدِر، هارتلند ۱۵۱
اِشمیت، برایان پی ۱۳۵
اصل آنتروپیک ۳۰۱
اصل عدم قطعیت ۷۵، ۱۲۴، ۱۶۹، ۲۰۱
اصل عدم قطعیت هایزنبرگ ۱۳۳، ۱۶۸، ۲۱۷
اصول ریاضی فلسفه طبیعی (پرینکیپیا) ۳۸
افق رویداد ۱۵۰
افلاطون ۴۳۵
اکپیروتیک ۲۷۸، ۲۸۲، ۳۲۷
اَندرسون، پُل ۱۰۳، ۳۵۸
انرژی تاریک ۲۴
انستیتوی کارنگی ۳۰۵، ۴۱۵
انستیتوی کاولی ۲۶۱
انستیتوی لِبدوف ۱۲۱
انستیتوی ماکس پلانک ۱۶۰
انستیتوی مطالعات پیشرفته پرینستون ۱۷، ۱۳۷، ۱۶۶، ۲۸۹
انستیتوی مطالعات فضایی گودارد ناسا ۱۹۰
انفجار بزرگ ۶۵
انگلوساکسون ۳۷
اوپنهایمر، جِی رابرت ۱۵۱، ۱۹۱
اودسا ۷۴
اورانوس ۹۶
اِوِرت، آلن ای ۴۱۰
اِوِرت، پِرت ۲۷۸
اِوِرت، هیو سوم ۲۱۱
اورکا ۴۴
اوژه ۲۸۴
اوستریخر، ژِرِمی پی ۱۰۰
اوگل ۳۲۹
اولام، اِستَنیسلاو ۱۹۷
اولبِرس، هاینریش ویلهلم ۴۳
اویلر، لئونارد ۲۳۶
ایمپی، کریستوفر ۶۵
اینشتین، آلبرت ۴۷

باتلر، پُل ۳۰۷
بارونیوس، کاردینال ۴۱۸
باکال، جان ۱۷، ۲۳
باکی بال ۲۰۲
بانکر، آرچی ۲۷۱
بانکو ۱۹۴
بِته، هانس ۷۷
براور، روبرتا ۴۳۲
بِراونِشتین، ساموئل ۲۲۲
براون لی، دونالد ۳۰۳، ۳۶۴
بِربیج، جفری ۸۶
بِربیج، مارگارت ۸۶
بِرتلزمان ۲۲۱
برخورد دهنده بزرگ هادرون ۳۴۲
بِرک، برنارد ۹۳
بِرکلی، بیشاپ ۱۹۸
بِرَندِنبِرگر، رابرت ۲۷۷
برنشتاین، آرون ۴۸
بِرنشتین، ژِرِمی ۲۳۴
بروکسل ۷۵
برونو، جوردانو ۴۲۰
بِکنشتاین، ژاکوب ۱۷۰، ۲۸۹، ۲۹۱،

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

۲۹۳، ۳۶۵
بِل، جان ۲۲۱
بِنِت، چارلز اِل ۲۵
بِنتلی، ریچارد ۴۰
بورسیه تحصیلی معتبر رودز ۶۶
بورن، مَکس ۱۹۲
بور، نیلز ۷۴، ۱۸۵، ۱۹۰، ۲۳۴
بوزون‌های Z و W ۱۰۸ تا ۱۱۲، ۱۹۳، ۲۵۰
بوسما، آلبرت ۹۹
بولتسمان، لودویگ ۱۹۱
بولدِر ۳۴۰
بوندی، هرمان ۸۲
بیِر، گِرگ ۳۷۲
بیست هزار فرسنگ زیر دریا ۶۶
بیلینگزلی، گاریلین ۳۲۳

پائولی، ولفگانگ ۲۳۳، ۲۳۴
پادشاه هارولد ۳۸
پارادوکس بیلکر ۱۸۱
پازینسکی، بودان ۳۲۹
پالومار ۳۳۴
پرتو ایکس
پرتوگاما ۱۶۱
پرزیدنت روزولت ۱۸۷، ۲۰۳
پرلماتِر، سائول ۱۳۵
پرل هاربر ۱۸۷
پَریش، لیوینگ اِستون ۳۲۳
پریماک، جوئل ۲۶، ۲۸۱
پلاسما ۱۳۸، ۱۶۰، ۳۴۴، ۳۴۸
پلانک، ماکس ۵۱، ۷۹، ۱۹۹
پل اینشتین-روزن ۱۵۲
پنتاگون ۱۶۱
پِنروز، راجر ۱۲۱، ۳۵۸
پِنزیاس، آرنو ۹۲ تا ۹۵، ۱۰۰
پنسیلوانیا ۳۶۱
پَن کو ۱۴، ۱۲۵
پوپ، الکساندر ۳۹
پودولسکی، بوریس ۲۱۹، ۲۲۰
پورتوریکو ۳۳۴، ۳۳۵
پوسته
پولکینگورن، جان ۲۰۷، ۳۰۹
پیزا ۳۲۴
پیکاسو، پابلو ۲۳۱
پیگلز، هاینز ۳۱۰

تابش پس‌زمینه ریزموج ۲۱، ۸۱، ۱۰۰، ۱۳۴
تابش جسم سیاه ۷۹، ۹۳، ۱۰۰
تابش هوکینگ ۲۸۵، ۲۸۷، ۴۰۱
تابع بِتای اویلر ۲۳۶
تابع موج ۱۹۲، ۱۹۹، ۲۰۸ تا ۲۱۴، ۲۲۴
تاسیسات هسته‌ای هانفورد ۲۰۵، ۳۲۳
تاما ۳۲۴
تامپسون، جِی جِی ۵۷
تاوسند، پِل ۲۶۵
تاو صفر ۱۰۳، ۱۰۴، ۳۵۸
تبخیر سیاهچاله ۱۷۱، ۳۶۵
تتسوگوتو ۲۳۸
تداخل سنجی ۳۰۶، ۳۳۹
ترایون، ادوارد ۱۰۳، ۱۲۵
تریمبل، جین ۴۲۷، ۴۲۹
تِیِرَکت ۲۳۱
تِسلا، نیکولا ۳۸۸
تصحیحات کوانتومی ۳۹۲
تکزاس ۳۳۹، ۳۴۵
تک قطبی ۱۱۵
تکینگی ۸۴، ۱۴۹ تا ۱۵۳، ۲۷۹، ۳۵۸، ۳۹۷
تِلِر، اِدوارد ۷۴
تلسکوپ رادیویی هولمدِل هورن ۹۲
تلسکوپ فضایی پرتو X چاندرا ۱۵۷
تلسکوپ فضایی هابل ۴۵، ۶۵، ۹۹، ۱۴۰، ۱۵۷، ۳۲۸، ۳۳۵، ۳۶۰
تلسکوپ مونت ویلسون ۷
تواترون ۳۴۴
تواین، مارک ۲۹۲، ۳۷۳، ۴۳۵
تورم ۱۰۳
تورم پرآشوب ۲۷، ۳۱۶
تورن، کیپ ۱۶۷، ۳۲۷
توروک، نیل ۲۷۸
تِیلور، جوزف ۳۲۱

جاکوبی، جورج ۱۳۶
جدول تناوبی مندلیف ۷۷
جزایر ویرجین ۳۳۹
جزیره پرنس ادوارد ۱۶۱
جزیره پرنسیپ ۵۶
جفری، لرد فرانسیس
جکسون فیلد ۱۹۰
جولیا، برنارد ۲۶۳
جِیمز، ژِمی ۲۴۹
جیمز، ویلیام ۴۱۸

چاندِراشکر ۳۹۸
چخوف، آنتوان ۴۳۷
چسترسون، جی کی ۱۳
چند لایه‌ی Calabi-Yau ۲۵۹، ۲۷۱، ۳۴۹

حامد ارکانی، نیما ۲۷۲

خلأ کاذب ۱۱۴
خواب سنگین گِراس هاپر ۱۸۸

داچ، دیوید ۲۱۸
داروین، چارلز ۳۴، ۲۳۴، ۳۵۲، ۴۱۹
داگسون، چارلز ۱۵۲
دالاس ۳۴۵
دالامبر، ژان لورون ۲۲۷
دالی، سالوادور ۲۳۱
دامون، مَت ۲۵۳
دان پیج ۳۰۹، ۴۳۳
دانته ۴۳۵
دانشگاه آرهوس ۲۲۲
دانشگاه آریزونا ۶۵
دانشگاه آلبرتا ۴۳۳
دانشگاه استنفورد ۳۲۸
دانشگاه اِم آی تی
دانشگاه اوزاکا ۲۳۹، ۲۹۵
دانشگاه برکلی ۲۳۶، ۳۳۴
دانشگاه پِردیو ۳۴۱
دانشگاه پرینستون ۷۸، ۹۳، ۲۰۷
دانشگاه پلی تکنیک زوریخ ۴۷

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

دانشگاه پنسیلوانیا ۱۲۱، ۲۷۸
دانشگاه تورنتو ۲۷۹
دانشگاه ژنو ۲۲۳
دانشگاه سیتی شهر نیویورک ۱۲۵
دانشگاه شیکاگو ۶۷، ۲۰۴، ۲۳۸
دانشگاه کپنهاگ ۷۴
دانشگاه کلتِک ۲۸، ۲۴۱، ۲۴۵
دانشگاه کلمبیا ۵۷، ۲۰۴، ۲۳۴
دانشگاه کمبریج ۳۵، ۳۹، ۸۲، ۲۶۴ تا ۲۶۶، ۲۷۸، ۳۱۰
دانشگاه لنینگراد ۷۴
دانشگاه مریلند ۱۷۳، ۴۳۳
دانشگاه میشیگان ۱۳۱، ۱۵۷، ۳۵۸
دانشگاه نیهون ۲۳۸
دانشگاه ولز ۲۲۲
دانشگاه ویسکانسین ۲۳۸
دانشگاه هاروارد ۶۷، ۹۸، ۱۲۰، ۲۴۶، ۴۳۲
داوکینز، ریچارد ۴۳۱
دِروست، یوهانس ۱۴۸، ۱۵۰
دِسیتِر، ویلِم ۵۵، ۵۹، ۱۱۵
دموکریتوس ۳۰۵
دورفرستی ۲۱۶
دوشان، مارسل ۲۳۱
دیتِر زِه ۲۰۹
دیراک، پُل ۱۹۱
دیسکاور ۲۴۵
دیسون، فریمن ۳۰۹، ۳۵۷، ۳۶۸ تا ۳۷۰، ۳۸۴
دیک، رابرت ۹۳، ۱۱۸
دیک، فیلیپ کی. ۱۸۷
دیموپولوس ۲۷۴
دیوالی، جی. ۲۷۴
دیویس، پُل ۱۷۰

رابرتسون، اچ پی. ۱۵۰
رادرفورد، ارنست ۲۷۴
راسترل ۳۳۱
راس، هیو ۳۰۸
راگناروک ۳۵۲
رامانوجان، اسرینیواسا ۲۵۳
رام، رایان ۲۶۳
رامموند، پیر ۲۳۹
راهنمای مسافران مجانی کهکشان ۱۸۵، ۴۲۳
رِد گِریو، مایکل ۸۳
رصدخانه جُردِل بانک ۳۲۸
رصدخانه قله کیت ۱۳۶
رصدخانه لیک ۶۷، ۳۳۷، ۴۳۲
رصدخانه ماموت ۷۲
رصدخانه میدی-پیرِنیس ۳۲۸
رَندال، لیزا ۲۷۱
روبین، وِرا ۹۷، ۹۸
روتگرز ۲۴۱
روتمَن، تونی ۳۶۷
روزِن، ناتان ۱۵۳، ۲۱۹، ۲۸۳
ریچستون، داگلاس ۱۵۷
ریس، آدام ۳۲
ریس، سر مارتین ۲۷، ۱۴۳، ۳۱۰، ۳۵۷، ۳۸۰، ۳۹۲
ریسمان کیهانی ۱۷۹، ۱۸۰
ریگان، رونالد ۳۴۵

زِنو(ن) ۱۷۱، ۱۹۵
زوئیکی، فریتز ۹۱، ۹۵ تا ۹۷
زوئیگ، جورج ۱۱۰
زوکر، مایکل ۳۲۳، ۳۲۴

ژِلمن، موری ۱۱۰، ۱۱۹، ۲۴۰
ژن‌ها، گاموف و دختران ۷۴
ژیلارد، لئو ۲۰۳

ساخاروف، آندره‌ی ۱۲۷
ساختمان امپایر استیت ۱۹
سارتر ۳۵۳
سارجِنت، والاس ۸۵
ساسکیند، لئونارد ۲۳۸
ساکیتا، بانجی ۲۳۸
ساگان، کارل ۱۴۳، ۱۶۷، ۳۱۹، ۳۷، ۳۹۰
سالسون، پیتر ۳۲۵
سانتا باربارا ۲۵۹، ۲۶۱
سانتاکروز ۲۸۲، ۳۶۲
ساندِیج، آلن ۲۲
ستاره‌ساز ۲۱۲
سحابی مارپیچی آندرومدا ۶۸
سرعت گریز ۱۴۷
سِرن ۲۳۶، ۳۴۲
سزار، جولیوس ۳۹
سفر به ماه ۶۶
سُکرو ۳۳۹
سِلدنِر، جان جرج وُن ۳۴۷
سِلِکترون ۲۵۶، ۲۶۰
سوپرال ۵۷
سوزوکی، ماهیکو ۲۳۶، ۲۳۷
سیاهچاله
سیاهچاله کر ۳۵۵، ۳۵۶، ۳۹۸
سیسرو، رومن ۱۹۷

شِرک، جوئل ۲۴۱، ۲۶۳
شِرودینگر، اِروین ۱۹۰، ۱۹۹، ۲۰۲، ۲۳۳
شکسپیر ۳۷، ۱۴۴، ۱۹۴، ۳۵۴
شمع استاندارد ۶۸
شوارتز، جان ۲۳۹، ۲۴۲
شوارتسشیلد، کارل ۱۴۷ تا ۱۵۱
شِیپلی، هارلو ۶۷
شین ۳۳۷

صورت فلکی جبار ۴۵، ۹۱

ضد گرانش ۲۶
ضد ماده ۱۲۷، ۱۳۹، ۳۸۴، ۴۰۵

عبدوالسلام ۱۱۰

فارادی، مایکل ۲۳۹، ۲۹۳
فاکس، مایکل جِی. ۱۸۲
فاولر، ویلیام ۸۶
فاینمَن، ریچارد ۱۸۵، ۱۹۰، ۱۹۸، ۲۰۵، ۲۴۰، ۲۵۲
فِرارا، سرژیو ۲۶۳
فراسوی اینشتین ۸
فرافضا ۳۲، ۲۲۹، ۲۳۱، ۲۴۹، ۲۷۱، ۴۰۱، ۴۳۴
فِرمی، اِنریکو ۲۰۴

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

فروپاشی بزرگ ۳۵۷
فروید، زیگموند ۴۳۶
فریجوس ۳۳۱
فریدمن، الکساندر ۵۸، ۷۴، ۹۵
فریدمن، دانیل ۲۶۳
فورد، هنری ۱۹۵
فولینگ، استفان ۱۷۰
فِیبِر، ساندرا ۴۳۲

قانون مور ۲۱۶
قطر شوارتسشیلد ۱۴۸ تا ۱۵۰، ۱۵۹، ۳۹۸
قیفاووسی ۶۸، ۷۱، ۱۳۴، ۳۳۰

کادریلیون ۲۷۹، ۲۸۲
کارداشِف ۳۷۶، ۳۸۸، ۳۹۲
کارنگی-مِلون ۴۱۵
کارول، لِویس ۱۵۲، ۳۸۷
کاسیمیر، هنریک ۱۶۸
کالج سوارتمور ۹۸
کالج هانتِر ۱۲۵
کالوزا، تئودور ۲۴۹، ۲۷۳
کالوش، رناتا ۲۷۹
کاندون، اِی یو. ۷۵
کپرنیک، نیکولاس ۷، ۴۲۰، ۴۲۳
کپلر، یوهان ۷، ۴۲، ۴۳
کتاب عوام در علم طبیعی ۴۸
کراس تایم ۴۲۷، ۴۲۸
کراس، لارنس ۳۶۹
کراسنیکوف، سِرگِئی ۱۷۷، ۴۱۰
کراسول، کن ۶۱، ۳۱۹، ۳۶۳
کرافورد، یان ۳۸۵
کراملین، آندرو ۵۷
کر، روی ۱۵۵
کرمچاله در اکثر صفحات
کرِمِر، اوگِن ۲۶۳
کرنل ۹۸
کروموودینامیک کوانتومی ۱۱۱، ۱۳۰
کریستین، لِئونورا ۱۰۳
کریک، فرانسیس ۷۳
کریمه ۷۴
کِرین، استفان ۴۲۳

کک
کلرادو ۲۴۰، ۳۴۰
کلمب، کریستف ۲۳۵، ۳۸۲
کِلین، دیوید ۳۳۲
کِلین، فلیکس ۲۴۹
کمپ ۲۲۸
کمپِل، جوزف ۶۵
کمدی صامت پلیس‌های کیستون ۹۲
کمربند شفق ۱۸۸، ۱۸۹، ۲۱۲
کندِلاس، فیلیپ ۲۵۹
کنفرانس سولوی ۲۰۰
کوئینز ۲۷۱
کوالسکی، گَری ۴۲۶
کوبیسم ۲۳۱
کورتیس، هِبِر ۶۷
کوفمَن، لِف ۲۷۹
کوکمور، آنتون ۴۶
کوموسا، استفانی ۱۶۰
کوه‌های راکی ۱۸۸
کیتز، جان ۲۰۸
کیرشنر، رابرت ۱۲۰
کیستیاکوفسکی، وِرا ۳۰۹
کیکاوا، کیجی ۲۳۸، ۲۳۹، ۲۶۱، ۲۹۵، ۲۹۷
کین، گوردون ۱۳۱

گات
گات، جِی ریچارد ۱۷۸
گارچینگ ۱۶۰
گارنر ۱۸۷
گالیله، گالیلئو ۷، ۱۰۰، ۲۷۲، ۴۲۰
گاموف، جورج ۷۳
گایگِر، شمارشگر ۱۹۹
گراس، دیوید ۱۲۹، ۲۶۱، ۲۶۳
گراسمَن، مارسل ۴۷
گرانش کوانتومی ۱۷۷، ۲۵۰، ۲۷۳، ۲۸۸، ۳۴۵، ۳۹۹
گراویتون ۱۹۳، ۲۴۲، ۲۴۷، ۲۵۵، ۲۶۳، ۲۷۵
گراویتینو ۲۶۳، ۲۶۵
گریفین ۲۲۸
گرین، برایان ۲۹۸، ۳۴۹
گرین، مایک ۲۴۵
گلشئون ۱۱۰ تا ۱۱۲، ۱۳۸، ۱۹۳، ۲۵۰، ۲۵۵
گلاشو، شِلدون ۱۱۰، ۱۱۹، ۲۴۶
گلر، مارگارت ۴۳۲
گوث، آلن ۲۵، ۱۰۳، ۱۰۵ تا ۱۰۷، ۱۱۵ تا ۱۲۱، ۱۳۴، ۲۱۲، ۲۸۰، ۳۱۰، ۴۰۰، ۴۳۶
گودِل، کورت ۱۶۵، ۱۶۶
گورنی، آر دبلیو. ۷۵
گولد، توماس ۸۲
گیبونز ۳۷۰
گیسین، نیکولاس ۲۲۳

لاپلاس، پیر سیمون ۱۹۴، ۱۹۵
لامورکس، استیون ۱۶۹
لاندا، لِو ۲۱
لاول، کلاود ۲۴۱
لاولین، رابرگ ۳۵۸
لایب‌نیتس، گاتفرید ۲۱۵، ۲۴۸
لایتمن، آلن ۴۳۲
لپتون ۳۰، ۱۱۰، ۱۳۰، ۱۳۸، ۲۵۴، ۲۵۶، ۲۵۹
لُرد کلوین ۴۵
لِمتره، ژرژ ۷۲، ۱۴۹
لوئیزویل ۱۷۸
لوئیزیانا ۳۲۳
لوتر، مارتین ۱۹۶
لورنتس-فیتزجرالد ۵۰
لوکاسین ۲۶۴
لوکرِتیوس ۴۰، ۱۰۳
لِویت، هنریتا ۶۸
لِبلوند، مارک لوی ۳۸۶
لیبرخ، کنِت ۳۲۵
لیزا ۳۲۶
لیسرال ۴۷
لیگو ۳۲۲
لی، ژینگ لی ۱۷۷
لِین پور، چارلز ۵۷
لیند، آندرِی ۲۷، ۱۲۱، ۱۲۳، ۲۰۸، ۲۷۹، ۲۸۰

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

ماخ، اِرنست ۱۹۰
ماخو ۹۹، ۳۲۹
ماده تاریک ۲۳، ۹۵، ۳۳۰ تا ۳۳۳
مارتینِک، اِمیل ۲۶۳
مارشفیلد ۶۶
ماریک، میلوا ۴۷
ماشین تورینگ ۳۸۹
مالداسِنا، ژوان ۲۸۹، ۲۹۰
ماناکیا، آتشفشان ۲۳۸
ماندِل، رودی ۳۲۷
ماهاپورانا ۱۵
ماهواره وِلا ۱۶۱، ۱۶۲
مایتنر، لایز ۲۰۳
مایسنِر، چارلز ۱۷۳، ۴۳۳
مَدرَس ۲۵۳
مدرسه عالی اِکول نرمال ۲۴۲، ۲۶۳
مدل استاندارد ۱۳۰
مدیسی ۴۲۰
مرد ساکن قلعه بلند ۱۸۷، ۱۸۸، ۲۱۲
مرکز شتاب‌دهنده خطی استانفورد ۱۱۰، ۳۴۸
مزون ۳۰، ۱۱۰، ۲۳۶
معادلات تانسوری ۱۴۷
معادله موج شرودینگر ۱۹۱، ۱۹۳، ۲۱۲
مَکس، کلِیر ۳۳۷
مکسول، جیمز کلرک ۴۸
مک کارتی، کریس ۳۰۵
مک کلِر، اندرو ۹۳
مِلیا، فولویو ۱۵۸
منطقه گولدیلاکس ۳۰۰ تا ۳۱۶
منوهین، یهودی ۲۴۸
موتورهای اتمی رام جِت ۱۰۴
موج گرانشی ۵۱، ۳۲۱ تا ۳۲۵
موراوِس، هانس ۴۱۵
موریس، مایکل ۱۶۷
موریسون، فیلیپ ۳۹۱
میدگارد ۳۵۲
میشل، جان ۱۴۶ تا ۱۴۸
میلر، باب ۱۱۴
میون ۱۱۱
ناپلئون ۱۹۵
ناکازاکی ۲۰۵
نامبو، یوبیچیرو ۲۳۸
نظریه M ۲۳۲
نظریه بزرگ یکپارچگی (گات)
نظریه جهان‌های چندگانه ۱۲۴، ۱۳۳، ۲۱۳
نظریه حالت پایدار ۸۲
نظریه ریسمان‌ها ۲۳۵
نظریه ریسمان هتروتیک ۲۶۳، ۲۷۰
نظریه کالوزا-کِلین ۲۴۶
نظریه کوانتوم در اکثر صفحات
نظریه میدان یکپارچه ۱۰۹، ۱۵۳، ۲۰۲، ۲۳۳، ۲۴۳، ۲۶۴، ۲۸۳، ۳۲۶، ۴۱۷، ۴۳۵
نوترالینو ۳۳۲، ۳۳۳
نوترینو ۳۰، ۹۹، ۱۰۸، ۱۳۰، ۱۹۴، ۲۴۷، ۲۵۵، ۳۰۸، ۳۴۹، ۳۶۶، ۳۷۴، ۴۰۰، ۴۳۵
نوو، اندرو ۲۳۹، ۲۴۱
نوویکوف، ایگور ۱۸۲
نِیچِر، مجله ۹۴، ۱۲۵، ۳۴۰
نیروی هسته‌ای ضعیف ۱۰۸، ۱۴۶، ۲۷۳، ۳۰۸، ۳۵۹
نیروی هسته‌ای قوی ۱۰۸ تا ۱۱۱، ۲۷۳، ۳۰۸، ۳۵۹
نیلسِن، هولگِر ۲۳۸
نیو یِرنزویک ۱۰۶
نیوتون، ایزاک در اکثر صفحات
نیوجرسی ۹۲، ۱۰۶
نیومکزیکو ۱۵۷، ۳۳۷، ۳۳۹
نیون، لَری ۴۲۷
نیوونهایزِن، پیتر وَن ۲۶۳
نیوهمپشایر ۳۳۹

واتسون، جیمز ۷۳
وارد، پیتر ۳۰۳
واسار ۹۸
واسکوئز، پاتریشیا ۳۷۲ تا ۳۷۴
والد، جورج ۴۲۶
والِرا، ایمون دی ۲۳۴
والش، دِنیس ۳۲۸
والهالا ۳۵۲
وایت، تی اِچ. ۱۷۳
وایکینگ ۳۵۳
واینبِرگ، استیون ۱۰۹، ۱۱۰، ۱۱۹، ۱۹۸، ۲۱۳، ۲۳۵، ۲۴۰، ۳۱۰، ۳۱۵، ۴۳۱
واینر، اِگن ۲۰۳، ۲۰۸، ۴۲۵
وِجوود، توماس ۷۹
وِرشینین ۴۳۷
ورن، ژول ۶۶
وستینگهاوس ۱۷۸
وفا، کامران ۲۷۷، ۲۸۵
وِلز، اِچ جی. ۲۲۷، ۲۲۹، ۲۳۰، ۲۷۴، ۲۷۶
وِنتزیانو، گابریل ۲۳۶ تا ۲۳۸، ۲۸۱، ۲۹۸
وولستورپ ۳۹
ویتن، ادوارد ۱۳۷، ۲۲۷، ۲۳۶، ۲۴۲، ۲۴۸، ۲۵۹، ۲۶۵، ۲۶۹، ۳۴۹
ویتنبرگ ۱۹۶
ویراسورو، میگوئل ۲۳۸
ویرگو ۳۲۴
ویسر، مَتیو ۱۷۷
ویلچک ۴۳۵
ویلچک، فرانک ۲۱۲
ویلر، جان ۱۹۰
ویلسون، باب ۹۴
ویلسون، روبرت ۹۲
ویل، کلیفورد ۳۲۰
ویل، هِرمَن ۱۴۹
ویلیام فاتح ۳۸

هابل، ادوین ۶۶
هادامارد، ژاکوئیز ۱۴۹
هارمون، امبروس ۴۲۷
هاروارد-اسمیت سونیَن ۳۳۰
هاروی، جفری ۲۶۳
هاکسلی، توماس ۴۱۸، ۴۱۹
هالام، فردریک ۱۴۵
هالدِن، جِی بی اِس ۶۵
هالس، راسل ۳۲۱
هالی، ادموند ۳۸، ۳۹

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly

جهان‌های موازی

«میچیو کاکو، در کتاب جهان‌های موازی، استعداد شگرف خود را به خدمت گرفته تا به یکی از عجیب‌ترین و هیجان انگیزترین دستاوردهای احتمالی فیزیک مدرن بپردازد: اینکه ممکن است جهان ما تنها جهانی در بین جهان‌های متعدد باشد؛ شاید بی‌نهایت جهان در یک شبکه گسترده کیهانی وجود داشته باشند که کل جهان ما فقط یکی از آن‌هاست. کاکو، با استفاده استادانه از شوخ طبعی و تمثیل، صبورانه خواننده را با نظریات متفاوت موجود در مورد جهان‌های موازی آشنا می‌سازد، نظریاتی که همگی از مکانیک کوانتومی، کیهان شناسی و تئوری جدید M نشأت می‌گیرند. این کتاب را چون سفری شگفت‌انگیز مطالعه کنید، سفر در کیهانی که نیروهای واقعی آن، ما را مجبور می‌سازند تا به سمت مرزهای تخیل کشیده شویم»

ــ برایان گرین، استاد فیزیک نظری ذرات در دانشگاه کلمبیا
و نویسنده کتاب‌های ساختار کیهان و جهان زیبا

«علاقمندان به کیهان شناسی، سفر در زمان، نظریه ریسمان‌ها و جهان یازده بعدی، راهنمایی بهتر از میچیو کاکو نمی‌یابند. فرد کم‌نظیری که خود در این زمینه‌ها تحقیق کرده و به خوبی می‌داند چطور این مطالب جذاب، پیچیده و هیجان انگیز را ارائه کند»

ــ دونالد گولد اسمیت نویسنده کتاب‌های
جهان فراری و ارتباط با کیهان

«سفری هیجان انگیز به درون جهان و فراتر از آن، به کمک یکی از بهترین نویسنده‌های علمی جهان. میچیو کاکو نشان می‌دهد که ظاهر آشنای جهان فیزیکی، سرزمین عجایبی پر از شگفتی‌ها را پنهان می‌سازد. ماده و انرژی تاریک، ابعاد مخفی فضا و حلقه‌های کوچک ریسمان‌های لرزان که کیهان را می‌سازند. به گفته کاکو، واقعیت جهان همان‌قدر حیرت‌انگیز است که خارق‌العاده‌ترین داستان علمی تخیلی»

ــ پل دیویس از مرکز آستروبیولوژی استرالیا و
نویسنده کتاب چگونه ماشین زمان بسازیم

قیمت: ۱۹۰۰۰ تومان
ISBN ۹۷۸۹۶۴۵۶۷۶۹۴۵

انتشارات مازیار

@caffeinebookly caffeinebookly @caffeinebookly caffeinebookly t.me/caffeinebookly