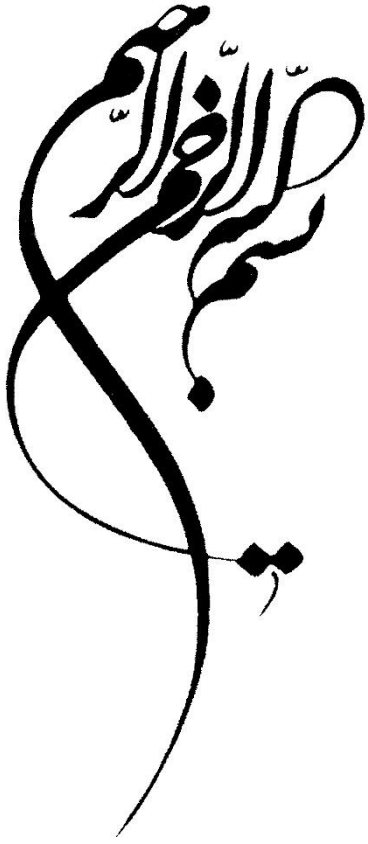

بسم الله الرحمن الرحيم

نظریهٔ تحلیلی ریسمان‌ها و پوسته‌ها

راهی برای رسیدن به نظریه همه چیز و مروری بر
کیهان شناسی نسبیتی و کوانتومی

مؤلف: مهدی دانشیار

تابستان ۱۴۰۱

از سری کتاب‌های منجم، برای کسی که به منجم دسترسی ندارد.

شناسنامه کتاب

نام کتاب: ..... نظریه تحلیلی ریسمانها و پوسته ها

مولف: .....مهدی دانشیار

صفحه آرائی:..... عطیه زیوار

طراحی جلد: ..... امیر حسین دانشیار

ویراستار: ..... حسین اسلامی راد

ناشر: ..... دانشیاران ایران

مدیریت انتشارات: ..... مهدی دانشیار

مدیر داخلی انتشارات: ....امیرعباس دانشیار

نوبت چاپ: ..... اوّل/۱۴۰۱

قیمت: ۶۰۰۰۰۰ریال

شمارگان: ۱۰۰۰نسخه

شابک:.....۹۷۸-۶۲۲-۳۱۶-۲۵۸-۹

مرکز پخش : نشانی: تهران، میدان بهارستان، خیابان مجاهدین اسلام، جنب روزنامه جمهوری،پ ۳۱۱
تلفن۰۹۱۲۴۸۹۷۳۵۰ - ۰۲۱-۳۶۸۳۱۵۲۵

سرشناسه : دانشیار، مهدی، ۱۳۵۶ -
عنوان و نام پدیدآور : نظریه تحلیلی ریسمان‌ها و پوسته‌ها: راهی برای رسیدن به نظریه همه چیز و مروری بر کیهان‌شناسی نسبیتی و کوانتومی/ مولف مهدی دانشیار؛ ویراستار حسین اسلامی‌راد.
مشخصات نشر : تهران: دانشیاران ایران، ۱۴۰۱.
مشخصات ظاهری : [۱۲۹] ص.
فروست : ... سری کتاب‌های جیبی، برای کسی که به منبع دسترسی ندارد.
شابک : 978-622-316-258-9
وضعیت فهرست نویسی : فیپا
یادداشت : کتابنامه: ص. [۱۲۹]. همچنین به صورت زیرنویس.
عنوان دیگر : راهی برای رسیدن به نظریه همه چیز و مروری بر کیهان‌شناسی نسبیتی و کوانتومی.
موضوع : کیهان‌شناسی
Cosmology
نظریه ریسمان
String models
فیزیک نجومی نسبیتی
Relativistic astrophysics
نظریه کوانتومی نسبیتی
Relativistic quantum theory
رده بندی کنگره : QB۹۸۱
رده بندی دیویی : ۵۲۳/۱
شماره کتابشناسی ملی : ۹۰۲۰۲۴۲
اطلاعات رکورد کتابشناسی : فیپا

تاریخ درخواست : ۱۴۰۱/۰۸/۲۹
تاریخ پاسخگویی :
کد پیگیری : 9040005

فهرست مطالب

مقدمه مولف: ۱۰

فصل اول: مروری بر کیهان شناسی نسبیتی و کوانتومی

مروری بر کیهان شناسی نسبیتی و کوانتومی ۱۳

آغاز نسبیت از کجا شروع شد؟ ۱۳

بنیان‌های فیزیک کلاسیک ۱٤

ظهور نسبیت: ۱٦

ظهور نظریهٔ تورمی کیهان‌شناسی ۲۰

آیا جهان نوعی افت و خیز خلا است؟ ۲۱

به دنبال ماده المواد ۳۰

گذار از کوانتوم سنتی به کوانتوم مدرن ۳٤

تونل زنی کوانتومی ۳۷

نقض پارتیه ٤۱

معادلات شوردینگر و هایزنبرگ ٤۲

$E=T+V$ انرژی کل ٤۵

تعبیر معادلهٔ شوردینگر ٤۵

معادلات شوردینگر در حالت نسبیتی ٤٦

باز هم معادلات نسبیتی شوردینگراما از زاویه دیگر ٤۸

نظریهٔ میدان‌های کوانتومی ٤۹

خصوصیات خلاء کوانتومی ۵۰

اما جریان خلاء در فیزیک ۵۱

فرق میدان و ذره چیست؟ ۵٤

تأملی در میدان هیگز ۵۵

مدل‌های هسته‌ای ۵۹

چرا مدل قطره مایع باید نوسانی باشد؟ ٦۰

پایداری یعنی چه؟ ٦۱

فصل دوم: نظریهٔ استاندارد ذرات بنیادی

نظریهٔ استاندارد ذرات بنیادی ٦٤
اما نیروها: ٦٧
توازن وجود نیروها دلیل اصل وجود انسان ٧٠
خلاصه‌ای از مباحث گذشته ٧٢

فصل سوم: نظریه‌ای دربارهٔ وحدت نیروها: نظریه ریسمان اولیه

نظریه‌ای دربارهٔ وحدت نیروها: نظریه ریسمان ایده اولیه ٧٦
نظریهٔ ریسمان به عنوان نظریهٔ وحدت بخش و توحید در طبیعت ٧٧
اما دیدگاه تقلیل‌گرایانه می‌تواند در اینجا حاکم باشد؟ ٧٨
آیا دو نظریهٔ کوانتوم و نسبیت عام با هم مشکلی دارند؟ ٨٠
گرانش در برابر مکانیک کوانتومی ٨١
حال این‌که چگونه نظریهٔ ریسمان این مشکل را حل می‌کند. ٨٣

فصل چهارم: سمفونی کیهانی

سمفونی کیهانی ٨٦
اولین نظریهٔ ریسمان ٨٦
اولین مدل فیزیکی: ذرات به صورت ریسمان ٨٧
حالا این ریسمان‌ها چه شکلی هستند؟ ٨٨
پس مفهوم ذره بالاخره چه شد؟ ٨٨
شکست نظریه ریسمان بوزونی از مدل استاندارد ٨٨
ذرات بدون جرم ٨٩
و اما تاکیون‌ها ٨٩
الکترون‌ها مجاز نبودند ٩١
٢٦ بعد فضا ـ زمانی ٩١
ابر تقارن به کمک می‌آید ٩٢
نگاهی به فرمیون‌ها و بوزون راهی به سوی ابر تقارن ٩٣
نظریهٔ ریسمان نوع IIB ٩٧
نظریهٔ ریسمان HE و HO «هیتریک» ٩٧
نظریهٔ ریسمان نوع I ٩٨

نظریهٔ ریسمان نوع II A ۹۸
فیزیک تاکیون‌ها: ۹۸
فصل پنجم ۱۰۳
نظریهٔ غشاها یا M..... ۱۰۳
نظریهٔ M..... ۱۰٤
دیدگاه T: ۱۰٤
دیدگاه S: ۱۰۵
غشاها: ۱۰٦
ویژگی غشاها: ۱۰٦
خلق ذرات از P- غشاها ۱۰۷
اما دربارهٔ DO- غشاها ۱۰۷
غشاها و سیاهچاله‌ها..... ۱۰۹
خلاصه‌ای از نظریه ریسمان ۱۰۹
به هر حال ناهنجاری سیستمی وجود دارد. ۱۱۰
غشاها و سیاه چاله‌ها ۱۱۳
غشاها در نظریهٔ M..... ۱۱۳
چسبیدن به غشا جهان‌های غشائی ۱۱٤
نیما ارکانی چه می‌گوید؟ ۱۱۷
چگونه از پارتون‌ها ریسمان‌ها و پوسته‌ها ساخته می‌شوند؟ ۱۱۸

فصل ششم: کیهان شناسی در نظریه ریسمان

قبل از انفجار بزرگ چه بوده است؟ ۱۲۲
جهان اکپیروتیک ۱۲۲
کیهان شناسی از دیدگاه نظریهٔ M ۱۲٤
باز هم سیاهچاله ۱۲۹
نظریهٔ ریسمان و ترمودینامیک سیاهچاله..... ۱۲۹
اما مسئلهٔ پارادوکس اطلاعات سیاهچاله‌ها ۱۳۰

فصل هفتم: نظریهٔ M و ریسمان در آزمایشگاه

چه چیز نظریهٔ ریسمان را تأیید می‌کند؟ ۱۳۲
به هر حال: چگونه ابر تقارن را بیازماییم؟ ۱۳۳
یافتن این ذرات ۱۳۳
آزمودن مفاهیم ابرتقارن ۱۳٤
آزمایش گرانش با استفاده از ابعاد اضافی ۱۳٤
برای تحقیق روش نیما ارکانی ۱۳٤

فصل هشتم: نظریهٔ ریسمان، ابزاری در جهت تبیین جهان بینی توحیدی

آیا نظریهٔ ریسمان می‌تواند ابزاری در جهت تبیین جهان بینی توحیدی باشد؟ ۱۳۸
منابع ۱٤۳

بسم الله الرحمن الرحیم
و به نستعین و هو خیر ناصر و معین
و سلام و صلوات علی محمد و آله الطیبین الطاهرین المعصومین

■ **مقدمه مولف:**

این مجموعه در ادامهٔ مبحث کیهان‌شناسی تحلیلی تألیف می‌شود یعنی این‌که برای پرداختن به آن می‌بایست کیهان‌شناسی نسبیتی وکوانتومی[1] را خوانده باشیم، قرار بود که در ادامهٔکتاب کیهان‌شناسی کوانتومی، کیهان شناسی ریسمان‌ها[2] و نظریه M هم مطرح شود ولی گستردگی مباحث نظریه ریسمان و نظریات جدید پیرامون آن سبب شد که درمجموعه‌ای جدید به آن بپردازیم.

نظریه ریسمان، از جمله نظریاتی است که در مرزها علم فیزیک قرار دارد. پس لاجرم پرداختن بدان، پرداختن و حرکت در مرزهای علم می‌باشد. و دیدگاهی نوین را در مورد نظریه ذرات و خلقت جهان و نظریه همه چیز پیش رو می‌گذارد.

نظریه ریسمان‌ها و غشاها شکوه اندیشه بشریت را به رخ می‌کشد که تکاپوی اندیشه‌ها و فکر بشر تا به کجا می‌تواند سیر کند و چه کشف‌هایی از آن به وجود می‌آید در واقع نظریه ریسمان‌ها و غشاها تجلی ریاضیات در فیزیک است که همواره معین و مدد گر هم بوده‌اند. وجالبست که دانشمندان و کیهان شناسان نامی ایران زمین در جهان در این حوزه پژوهش‌ها داشته و جایزه‌های علمی جهانی را به خود اختصاص داده اند و و این کتاب می‌تواند دریچه ای باشد به سوی فهمیدن آخرین نظرات دانشمندان بزرگ معاصر چون پرفسور کامران وفا[3] و پرفسور حامد نیما ارکانی[4] که همگام با سایر اندیشمندان در پیشبرد مرزهای دانش تلاش و پشتکار فراوان داشته‌اند.

---

۱. کتاب کیهان‌شناسی تحلیلی و کوانتومی در سال ۱۴۰۰ تالیف و توسط انتشارات دانشیاران ایران منتشر و از پایا بوک قابل تهیه است،

۲. String theory

۳. کامران وفا استاد ایرانی و فیزیک دان برجسته نظریه ریسمان دانشگاه هاروارد وفیزیک دان برجسته نظریه ریسمان و دارای جایزه بنیادی فیزیک در سال ۲۰۱۷

۴. حامد نیما ارکانی فیزیکدان ایرانی نظریه ریسمان و فیزیک ذرات بنیادین استاد دانشگاه هاروارد

در همین جا لازم است که از همهٔ دوستان که در تهیه و تنظیم این مجموعه با من همکاری داشته‌اند کمال تشکر و قدردانی را بنمایم، از سرکار خانم نرجس حسنلو[1]،سرکار خانم زیواز[2]، امیرحسین دانشیار[3]، حجةالاسلام محمد تقدیری[4]، دانشجویان کلاس کیهان‌شناسی و بالاخره همسر عزیزم که با تحمل و بردباری زمینهٔ فکری برای پرداختن به این مسائل را برای من به وجود آورد.

من الله التوفیق

دانشیار ـ شهرری ـ تابستان ۱۴۰۱

۱.تایپیست

۲.صفحه آرا

۳.طراح جلد

۴.ریاست مرکز نجوم آستان مقدس حضرت عبدالعظیم علیه السلام

فصل اول

مروری بر کیهان شناسی نسبیتی و کوانتومی

بسم تعالی

■ مروری بر کیهان شناسی نسبیتی و کوانتومی

کیهان‌شناسی[1] از جمله علومی است که گرچه سابقهٔ چندین هزار ساله در فلسفه تحلیلی داشت ولی از اوایل قرن بیستم با ایده‌هایی که آلبرت انیشتین در زمینهٔ فضا ـ زمان داشت وارد عرصهٔ علم فیزیک شد، و با اندازه‌گیری میزان گذر زمان و انداز ه گیری هندسه فضا ـ زمان، پنجره‌ای وسیع به سوی دانش ستاره‌شناسی برداشته شد، و این توانایی را به انسان ارزانی داشت که حتی در مورد مدل‌های تکوین عالم و لحظهٔ آفرینش اظهار نظر نماید

می‌توان نسبیت خاص[2] و عام[3] را ابزاری در جهت تبیین کیهان‌شناسی معاصر دانست که حوزه‌ای از کیهان شناسی به نام کیهان‌شناسی نسبتی را به وجود می‌آورد.

■ آغاز نسبیت از کجا شروع شد؟

اواخر قرن هجدهم و اوایل قرن نوزدهم توأم با پیشرفت‌های تکنولوژی بود که بر اساس تجدید نظر در اندیشهٔ بشری به وجود آمده بود، پیشگامان این دوره را می‌توان کپرنیک، کپلر ، گالیله، نیوتون و پیروان و هم مسلکان آن‌ها دانست،

که از سویی دقت نظر و مشاهدات و از سویی ریاضیات و محاسبات را بر ایده‌های نظری و فلسفی صرف خود افزودند، و روش استقرائی را جایگزین روش قیاسی صرف کردند، گرچه این نوع نگرش ریشه در فراسوی

---

۱ .cosmology

۲.Special relativity

۳ .general relativity

زمان در دوران زندگانی جابر بن حیان[۱] و محمد بن زکریای[۲] رازی و ابن هیثم داشت ولی به هر حال منش ارسطوئی و مشائی و به عبارتی قیاسی گوی سبقت را از سایر منش‌های علمی ربوده بود، به هر حال می‌توان سرآمد این روش و بلوغ آن را در اندیشه‌های نیوتن جستجو کرد، نیوتون با چراغ ریاضیات وارد طبیعیات شد و به قول خود نیوتون با ایستادن بر دوش غول‌های علم چون کپرنیک و کپلر و گالیله، دنیا را به گونه‌ای دیگر دید با ارائه سه قانون خود بنیان فیزیک کلاسیک را گذاشت.

■ بنیان‌های فیزیک کلاسیک[۳]

ابن هیثم بصری در قرن سوم هجری[۴] از جمله دانشمندان منش استقرائی و تجربی بود که نگاهی انتقادی به هیأت بطلمیوسی داشت، هیأت بطلمیوسی، الگوهایی بود که از روی رصد ستارگان و سیارات برای محاسبه حرکت اجرام سماوی ساخته بودند، و از روی آن الگوها حرکت اجرام سماوی را پیش‌بینی می‌کردند، این الگوها از نظر نتیجه و حاصل بسیار خوب جواب می‌داد ولی صرفاً مدلی ریاضی فارغ از دلایل منطقی فیزیکی بود، با معرفی مدارات و دوایری و حرکت و چرخش‌های خاص آن‌ها نسبت به یک موضع خاص صرفاً به مدلی برای محاسبات محسوب می‌شد و با تجربه هم سازگار در می‌آمد.

ابن هیثم انتقاداتی به بعضی از موارد این الگوها داشت که در کتابی با عنوان «شکوک علی بطلمیوس»[۵] به آن‌ها اشاره می‌کند، خواجه نصیر الدین طوسی در مکتب مراغه که مکتبی علمی و نجومی بود با همکاری دانشمندانی از جمله ابن شاطر، و قطب الدین شیرازی، نظام الدین عروضی و... عده‌ای درصدد بر آمدند که این اشکالات ابن هیثم را به شکل پاسخگو باشد، خواجه درکتاب‌های "تذکره "و" معینیه "مفصل دربارهٔ اصلاح الگوهای بطلمیوس صحبت کرده و هیاتی انتقادی را به وجود می‌آورد از جمله شاگردان مکتب مراغه اندیشمندی بود به نام کپرنیکوس، یک کشیش که به کتاب‌های خواجه دسترسی داشت وی با بررسی کارهای خواجه به این نتیجه رسید اگر جای خورشید و زمین را در کارهای خواجه تغییر دهد یعنی اینکه مبداء مختصات را از روی زمین روی خورشید ببرد محاسبات آسان‌تر می‌شود.[۶]

این ایدهٔ کپرنیک صرفاً یک ایدهٔ ریاضیاتی صرف بود که، برای سادگی محاسبات به نظرش جای مختصات صرفاً تغییر کرد ولی هیچ رصد و ایدهٔ تجربی با آن همراه نبود، تا آن‌که تیکو براهه از شاگردان کپرنیک در صدد

۱.کتاب امام صادق الهامگر علم شیمی(مهدی دانشیار، دکترشهلا جهرمی)
۲.(مهدی دانشیار) –کتاب محمد بن زکریای رازی دانشمندی که باید از نو شناخت
۳.مکانیک سماوی (مهدی دانشیار)
۴.قرن هشتم میلادی
۵.مجموعه رسایل ابن هیثم در کنگره ملی این هیثم در مرکز نجوم آستان مقدس حضرت عبدالعظیم علیه السلام در سال ۱۳۹۴ به چاپ رسید.
۶.مکانیک سماوی(مهدی دانشیار، محمد روفچایی)

بر آمد که رصدخانه‌ای در یکی از جزایر انگلیس به سبک خواجه نصیر الدین طوسی بسازد و کارها و رصدهای خواجه نصیر را دقیق‌تر انجام دهد، تیکو این رصدها را انجام داد و داخل جداول تنظیم و جمع آوری کرد و در نهایت این نظر را داد که می‌بایست مدل، جمع بین دو مدل بطلمیوسی و کپرنیکی باشد[۱]، چگونه؟

به این گونه که همهٔ سیارات به دور زمین گردش می‌کنند ولیکن خود زمین گرد خورشید می‌گردد کپلر شاگرد تیکو با بدست آوردن جداول نجومی، تیکو براهه و رصدهای مستقل روی سیاره مریخ به این نتیجه رسید که:

۱ـ تمام سیارات در مداری بیضوی به حول خورشید در حال گردش هستند به طوری که خورشید در یکی از کانون‌های بیضی قرار دارد.

۲ـ مساحت جاروب شده توسط یک سیاره در مدت زمان مساوی مقداری مساوی می‌باشد.

۳ـ نسبت مربع پرید سیارات به فاصله مکعب آن‌ها به خورشید نسبتی ثابت می‌باشد.

کپلر با توجه به سه قانون تجربی فوق اولا متذکر شد که سیارات نسبت به خورشید گاهی در حالت اوج هستند و گاهی حضیض، در ثانی وقتی سیارات به خورشید نزدیک می‌شوند تندتر و وقتی دور می‌شوند کندتر حرکت می‌کنند و ثالثاً سیاراتی که به خورشید نزدیک‌تر هستند دورهٔ تناوب سریع‌تری نسبت به سیارات دورتر دارند.[۲]

نیوتون بر اساس بینش ریاضی که از مکتب فلسفی دکارتی[۳] به دست آورده بود و بر اساس کارهای تجربی کپلر و گالیله پا به عرصه گذاشت و با ارائهٔ سه قانون بنای فیزیک کلاسیک را نهاد.

۱ـ اگر چنانچه به جسمی نیرویی وارد نشود، حالت خود را حفظ می‌کند اگر در حال حرکت یکنواخت ساده باشد با همان سرعت، حرکت خود را ادامه می‌دهد و اگر ثابت باشد و ساکن، ساکن باقی می‌ماند.

۲ـ برایند نیروهای خارجی که بر سیستمی وارد می‌شود اگر به مقاومت در برابر حرکت غلبه کند، در سرعت سیستم تغییر ایجاد می‌کند یا کند شونده یا تند شونده

۳ـ هر عملی را عکس العملی است همزمان و هم توان و خلاف جهت

این سه قانون که می‌توانست بر اساس آن مقدار حرکت و شتاب و جایگاه جسم را پیش‌بینی و محاسبه نماید منجر به ظهور مکانیک کلاسیک و کاربرد آن در تکنولوژی شد، اما این سه قانون چه چیز را عنوان می‌کرد، مثلاً قانون اول را که می‌توان از قانون دوم نتیجه گرفت، چرا عنوان شده است؟

۱.مکانیک سماوی(مهدی دانشیار)

۲.همان منبع

۳. کتاب قرن بیسم و یکم به دنبال شماست(مهدی دانشیار)

در واقع قانون اول چهارچوب برقراری قوانین نیوتون را بیان می‌کند، یعنی چهارچوب غیر شتابدار یابه عنوانی لخت، یعنی در سیستمی می‌توان قوانین نیوتون را استفاده کرد که اگر چنانه توپی را روی میز بگذارید اگر نیرویی بدان وارد نشود تا ابد همان جا باقی بماند، مثل سیستم داخل اتوبوس که اگر میز و توب را قرار دهید با توقف یا حرکت اتوبوس بدون اعمال نیروی خارجی توپ از جای خود حرکت کند. [۱]

اما این چهارچوب بدون شتاب اگر بخواهیم سیستم را بزرگ‌تر کنیم مثلاً برای روی میز روی زمین با نسبت به کهکشان یا بزرگ‌تر آیا نسبت به این محیط‌ها هم محیطی غیرشتابدار وجود دارد، نیوتون ماده‌ای را به نام اثر مطرح کرد که نسبت به همه چیز حالت غیرشتابدار و ساکن را دارد و تمام فضا ـ زمان را پر کرده است، که هم حامل نور است و هم سوخت ستارگان را تأمین می‌کند و هم محیطی لخت را برای قوانینش ایجاد می‌کند. [۲]

ولی در آغاز قرن بیستم، دو دانشمند به نام‌های مایکلسون و مورلی [۳]، آزمایشی را ترتیب دادند و وجود اتر را با اندازه‌گیری سرعت نور در موارد و حالات مختلف زیر سؤال بردند و تأکیداً گفتند که اتری وجود ندارد و سرعت نور از تبدیلات گالیله پیروی نمی‌کند یعنی نسبت به ناظر چه چشمهٔ نور نزدیک شود چه دور شوند همیشه سرعت نور ثابت است و سرعت چشمه روی آن تأثیری ندارد.

اما قانون سوم نیوتون، هر عملی را عکس العملی است هم زمان و بر خلاف جهت و هم‌اندازه نیروی وارد شده، یعنی اولاً نیرو حتماً می‌بایست حداقل بین دو جسم اعمال شود. اگر چنانچه یک جسم واحد در جهان وجود داشت اعمال نیرو بی‌معنا بود، در ثانی سرعت انتقال نیرو اطلاعات را بی‌نهایت می‌داند، اگر یک ستاره‌ای در مثلاً چهل سال نوری ناگهان متولد شود، این قانون می‌گوید اگر به خورشید نیرو وارد کند خورشید بلافاصله بر خلاف جهت بدان نیرو وارد می‌کند یعنی سرعت بی‌نهایت به عبارتی سیستم فضا، زمانی که نیوتون عنوان می‌کند یک، سیستم مطلق است یعنی فضای مطلق و زمان مطلق، یعنی اگر هیچ چیز در جهان وجود نداشته باشد فضا وجود دارد و اگر چنانچه هیچ چیز نباشد زمان هم هست و به همه چیز به یک ریتم می‌گذرد، و ارتباطی بین فضا و زمان هم وجود ندارد.

■ ظهور نسبیت :[۴]

اما در آغاز قرن بیستم همان طور که قبل‌تر گفته شد با کارهای مایکلسون و مورلی و تجربهٔ دیگران این چهارچوب به چالش کشیده شد، اولاً ثابت شد چیزی به نام اتر وجود ندارد که بخواهد معیاری برای سیستم لخت باشد.

۱.همان منبع
۲.قرن بیست ویکم به دنبال شماست(مهدی دانشیار)
۳. دارنده جایزه نوبل ۱۹۰۷
۴ . کیهان‌شناسی تحلیلی (مهدی دانشیار)

ثانیاً سرعت سیر نور مطلق و ثابت است و با سرعت چشمه تغییر نمی‌کند، از سویی با توجه به این تجارب به دست آمده و ناسازگاری آن‌ها با مدل نیوتون، دانشمندی به نام لورنس که در حوزهٔ الکترومغناطیس کار می‌کرد برای سرعت‌های نزدیک به سرعت نور که در این علم دیده می‌شود تبدیلاتی را با اتکا با تجارب مایکلسون نوشت که در این تبدیلات سرعت سیر نور مطلق و ثابت در نظر گرفته می‌شد، لاجرم ریتم گذر زمان و اندازه فضا در سیستم‌های مختلف دچار تغییر می‌شد و دیگر مطلق و ثابت نبود.

و حوزهٔ الکترومغناطیس را از حوزهٔ مکانیک کلاسیک جدا کرد ولی آلبرت انیشتین با اتکا به تجارب و نظر لورنس خاطر نشان کرد که چه معنا دارد که در پدیده‌های فیزیکی دو ساختار فضا، زمانی و تبدیل داشته باشیم وی با ارائهٔ نظریه‌ای که به نظریهٔ نسبت خاص شهرت یافت، گفت فضا و زمان که به فیزیک حاکم است یکی بیشتر نیست و همان تبدیلات لورنس درست است، و در سرعت‌های بالا باید از آن استفاده کرد و در سرعت‌های پایین در حالت حدی آن‌ها تبدیل به تبدیلات گالیله می‌شود در حقیقت انیشتین گفت فضا و زمان مطلق نیستند بلکه دو کمیت و مفهوم وابسته به سرعت هستند با افزایش سرعت ریتم گذر زمان کند و اندازهٔ فضا کاهش می‌یابد در عوض سرعت نور ثابت است، این نظر انیشتین انقلابی در تفکر خاص بشر در زمینهٔ فیزیک به وجود آورد، و زمان، مکان و جرم نسبیتی شد و جرم هم از صورت‌های انرژی در نظر گرفته شد که گاهی به صورت جرم و گاهی انرژی وجود دارد.

به هر حال نسبیت خاص به وجود آمد، انیشتین چون تبدیلات لورنس ،مربوط به محیط‌های غیر لخت و غیر شتابدار بود بدان نسبت خاص گفت و درصدد بود که آن را به محیط‌های شتابدار هم تعمیم دهد و این کار را ده سال بعد از ارائهٔ نسبت خاص انجام داد.و اسم آن را نسبت عام گذاشت.[۱]

در نسبت عام وابستگی بین هندسه فضا ـ زمان و جرم مطرح شد، و خاطر نشان شد که جرم می‌تواند معین کنندهٔ هندسه فضا ـ زمان باشد.

که این هندسه از سه حالت خارج نیست یا می‌تواند تخت باشد، یا منحنی بسته مثل کره و یا منحنی باز مثل زین اسب،.

اما باید خاطر نشان کرد مراد از هندسه فضا ـ زمان چیزی فراتر از اشکال و هندسه مصطلح می‌باشد یعنی به عبارتی مفاهیم کلی‌تر و بالاتر از اشکال هندسی مثلاً منظور از تخت بودن فضا ـ زمان این است که برای اندازه‌گیری فضا ـ زمان در هر نقطه از آن احتیاج به ساعت و خط کش متفاوت نیست و مراد از منحنی بسته یعنی در فاصله‌ای می‌توانید از یک خط‌کش و ساعت استفاده کنید و در فاصله‌ای دیگر باید تغییر دهید و منظور

---

۱. کیهان‌شناسی تحلیلی نسبیتی – کوانتومی(مهدی دانشیار)

از منحنی باز یعنی ساعت‌ها و خط‌کش‌ها در هر جا خاص خود آنجاست و از نقطه‌ای به نقطه‌ای دیگر باید تغییر کند.[۱]

در نسبیت عام منظور از گرانش همان هندسه فضا ـ زمان است و گرانش با نیرو تعریف نمی‌شود، با ظهور نسبت عام، علمی به اسم دانش کیهان شناسی به وجود آمد که موضوع آن فضا ـ زمان وهندسه حاکم و تأثیرات جرم بر آن بود.

این علم درواقع مدل‌هایی از شکل کلی کیهان یعنی فضا ـ زمانی که همهٔ ستارگان و کهکشان‌ها و هر آنچه هست در آن وجود دارد ارائه می‌دهد.

اولین مدل توسط خود انیشتین ارائه شد که با توجه به جرم موجود در جهان که در حدود یکصد سال پیش در نظر گرفته می‌شود و پیش‌زمینهٔ فلسفی خود که جهان را ایستا می‌دانست، مدل جهان بسته و ایستا را مطرح کرد ولی این دغدغه را داشت که تمرکز جرم در یک محیط بسته، حالت ناپایداری رمبشی به همراه دارد که برای عدول از این مسئله ثابتی را به نام ثابت کیهان‌شناسی به مدل خود اضافه کرد که در واقع این ثابت در مقابل رمبش مقاومت می‌کرد و نیرویی به بیرون در مقابل آن قرار می‌داد.[۲]

ادوین هابل ستاره شناس نامدار و پژوهشگر کهکشان‌ها فارغ از ادعاهای انیشتین در رصدخانهٔ منت ویلسون[۳] نشسته بود و قریب هزار و سیصد و اندی کهکشان را ردیابی و دسته بندی کرده بود و طیف آن‌ها را یادداشت می‌کرد.[۴]

با ملاحظهٔ طیف‌های نوری کهکشان‌ها و مقایسهٔ آن‌ها با طیف‌های آزمایشگاهی، عنوان داشت که نتیجهٔ تحقیقات تجربی من این را نشان می‌دهد که کهکشان‌ها جملگی در حال دور شدن از ما هستند و هر کهکشان که دورتر است لاجرم سرعت فرارش بیش‌تر است.[۵]

این تجربه و رصد هابل، تیشه به ریشهٔ مدل ایستای انیشتین بود، هابل می‌گفت کیهان پویا و در حال انبساط است و ایستا و ثابت نیست، پس انیشتین پی به بزرگ‌ترین اشتباه علمی خود برد، که ای کاش آن ثابت کیهان را در معادلات وارد نکرده بود، در عوض مدل‌های دیگر مورد تأیید قرار گرفت.

مثلاً مدلی را که فریدمن ارائه داده بود که این مدل بر اساس نسبت بین چگالی فعلی عالم و چگالی بحرانی که محاسبه کرده بود در نظر گرفته می‌شد. که اگر این نسبت برابر یک بود جهان، جهانی تخت و اگر بزرگ‌تر از

۱.همان منبع

۲.کیهان شناسی تحلیلی نسبیتی – کوانتومی

۳.Mount Wilson Observatory

۴.فیزیک کهکشان (مهدی دانشیار)

۵.فیزیک کهکشان(مهدی دانشیار)

یک بود جهان ما بسته و اگر کوچک‌تر بود ،جهان باز بود، به هر حال این‌که جهان چه مدلی دارد را وابسته کرده بود به تجارب که مقدار چگالی بحرانی و چگالی فعلی عالم را چه اندازه بدست می‌آورند.[۱]

این مدل فریدمن دانشمندان را به تکاپو واداشت، هر کدام با محاسبات و پژوهش‌های خود به مدلی نزدیک شد.

مثلاً جورج گاموف کیهان شناس روسی، عنوان داشت که به نظر من با توجه به این‌که مقدار جرم و انرژی در جهان ثابت است، و روند اتساع عالم، اگر چنانچه فیلم تکوین عالم را به عقب باز گردانیم و یا به عبارتی زمان را به عقب ببریم اندازهٔ جهان کوچک‌تر و کوچک‌تر می‌شود تا زمانی که جملهٔ جهان در نقطه‌ای متمرکز می‌شود در لحظهٔ t=۰ جهان در این نقطه متمرکز بوده، یا انفجاری که به بیگ بنگ معروف شد این جهان به وجود آمده و این جهان شروع به توسعه و انبساط می‌کند.

تا جایی که دوباره متوقف شد و دوباره انقباض کلی صورت می‌گیرد و متمرکز می‌شود و دوباره ممکن است انفجار دیگر اتفاق بیافتد.

این مدل را مدل نوسانی هم می‌گویند، که البته چالش‌هایی هم داشت، به گفتهٔ گاموف اگر نظر من درست باشد لاجرم می‌بایست اثراتی از آن انفجار اولیه در پیش زمینهٔ عالم موجود باشد.

در مقابل دانشمندی به نام فرد هویل نقطهٔ مقابل یعنی جهان باز را مدنظر داشت، چرا که به نظر او این‌که مقدار انرژی و ماده در جهان مقداری ثابت است، اثبات نشده است، و ممکن است ماده و انرژی از همان مبداء که اول به وجود آمده هنوز هم تولید شود، به نظر وی جهان از اول همین گونه خلق شده و تا ابد به همین گونه خواهد ماند، البته مشاهدات رصدی و تجربی خلاف نظر وی را ثابت کرد، و مؤید نظر گاموف بود، امواج پیش زمینهٔ اسمان یعنی CMB در مراکز مخابراتی کشف و ضبط و نظرات گاموف را تایید و جایزهٔ نوبل را نصیب او نمود، بعد از موقعیت گاموف اختر فیزیکدانان زیادی رو به کیهان شناسی آوردند و نظریه گاموف که حال به نام نظریه استاندارد شفاف می‌شد مورد ارزیابی بیشتر قرار گرفت.[۲]

پس لاجرم اشکالات متعددی بدان وارد شد، اولاً نظریه نوسانی بودن با قوانین آنتروپی در تضاد بود[۳] که این سیستم را به سوی یکتایی پیش برد، از سویی میزان اندازه و ابعاد کیهان با آنچه گاموف پیش‌بینی کرد حدود $۱۰^{۵۰}$ برابر بزرگ‌تر بود، میزان عناصر هلیوم و لیتیوم هم با محاسبات گاموف همخوانی نداشت.

مسالهٔ دیگر مسئلهٔ معمای افق بود که چگونه است با این ابعاد جهان، این گونه جهان هم دما و همگن است، و در نقاطی که به ظاهر به هیچ عنوان نمی‌توانند با هم ارتباط داشته باشند همگن به وجود آمده است، و چرا این

۱.کیهان‌شناسی تحلیلی(مهدی دانشیار)

۲.کیهان‌شناسی تحلیلی

۳. entropy

میزان جهان تخت است، به گونه‌ای که، میزان انفجار و گرانش عالم می‌بایست از مرتبهٔ $۱۰^{-۶۰}$ هم اندازه باشند تا به این میزان تخت بودن برسیم این‌ها مسائلی بود که مدل استاندارد یارای پاسخ‌گویی بدان را نداشت.

پس فردی به نام آلن گوث که در زمینهٔ ذرات بنیادی کار می‌کرد و تز پست دکترای وی، پژوهش روی تک‌قطبی‌های مغناطیسی بود، ذراتی اسرار آمیز، که می‌توانستند حاصل نیروی مغناطیسی باشند ولی در جهان هیچ‌گاه پیدا نشده بودند علی رغم این‌که مدل‌های استاندارد ذرات بنیادین و نظریه مکانیک کوانتومی آن‌ها را تأیید می‌کرد ولی پیدا نشده بودند، ولی با استماع سخنرانی دربارهٔ اشکالات مدل استاندارد کیهان‌شناسی نگاه خود را به سوی کیهان‌شناسی منعطف کرد و سرآغاز به وجود آمدن کیهان‌شناسی کوانتومی و نقطهٔ عطف تاریخ علم شد. [۱]

■ ظهور نظریهٔ تورمی کیهان‌شناسی

شاید بتوان نظریهٔ خلقت از عدم نقطه منشاء به وجود آمدن نظریهٔ تورمی دانست، چرا که نظریهٔ بیگ بنگ بر این پایه استوار است که به هر حال ماده، و انرژی موجود بوده و اندازهٔ آن پایسته است، و این ماده در اثر انفجاری در جهان گسترش پیدا کرده است.

خوب مسئله در این بود که آیا مسئلهٔ خلقت از عدم قانون پایستگی انرژی را با چالش مواجه نمی‌کند؟

برای توضیح این مسئله عنوان شد که اگر جهان از هیچ خلق شده باشد باید انرژی کل‌اش صفر باشد.

برای اینکه در فرآیند توضیح داده شود باید به مفهوم گرانش و انرژی پتانسیل گرانشی پرداخته شود در این توضیح همان طور که اگر یک جرم کروی اگر انقباض پیدا کند، انرژی جرم متراکم شده آن در میدان پتانسیل گرانشی ذخیره می‌شود. و تفاوت این دو در این است که اولی اگر دارای انرژی مثبت بگیریم دیگری دارای انرژی منفی می‌باشد.

چگالی انرژی میدان با مجذور میدان متناسب است. پس انرژی میدان گرانشی از صفر کم‌تر است اگر مجاز باشیم از اعداد منفی استفاده کنیم آن‌گاه با افزودن هر عدد مثبت به منفی آن عدد صفر به دست می‌آید انرژی فوق العاده زیادی که به شکل ماده مشاهده می‌کنیم می‌تواند با همان مقدار انرژی منفی که از میدان گرانش می‌آید خنثی کرد. هیچ حدی بر انرژی موجود در میدان گرانشی نمی‌توان قائل شد، و از این رو بر مقدار ماده و انرژی که بتوان آن را خنثی کرد حدی نیست.

۱.جهان تورمی(الن گوث)

با پذیرفتن این خاصیت عجیب گرانش، پایستگی انرژی توصیف علمی آفرینش جهان از هیچ را منتفی نمی‌داند.[۱]

اما این جهان از چه چیز ساخته شده است، ادوارد تراین در نظریه‌ای عنوان می‌کند از افت و خیز خلا، وی به تصویر بسیار پیچیده خلا یا فضای تهی اشاره داشت که از نظریهٔ نسبیتی کوانتومی نتیجه می‌شود.

حتی از نظر اصولی نیز نمی‌توان رفتار تک اتم را پیشگویی کرد اما می‌توان خواص میانگین مجموعهٔ بزرگی از اتم را پیشگویی کرد.

خلا نیز مثل هر سامانهٔ فیزیکی دست‌خوش این عدم قطعیت کوانتومی می‌شود.

■ آیا جهان نوعی افت و خیز خلا است؟

کیهان گسترده ما می‌توانسته از نوعی افت و خیز خلا اساساً از هیچ سرچشمه گرفته باشد زیرا مقدار انرژی مثبت عظیم در جهان می‌تواند با همان مقدار انرژی که به شکل میدان گرانشی باشد موازنه شود.

البته باید متذکر شد این هیچ که در اینجا استفاده می‌شود هیچی هست که بعد از ترکیب مثبت و منفی حاصل شده است. یعنی با فرض وجود مثبت و منفی، والا اگر هیچ مثبت و منفی وجود نداشت کلاً این عبارت منتقی درست نبود، حد اقل اینکه می‌بایست فرض آن، یا ریاضیات آن یا به اصطلاح پاسیبلیتی یا امکان آن از قبل وجود داشته باشد.

حالا فارغ از این‌که قوانین نیز باید وجود داشته باشند، پس اینجا به عدم انرژی، به معنی امکان وجود انرژی است، که البته از قبل تعریف شده است.

به هر حال تراین می‌نویسد:

«که من در مدلم فرض می‌کنم که جهان ما به راستی در حدود ده به توان ده سال پیش از هیچ جا پدیدار شد. بر خلاف باور عمومی چنین رویدادی لازم نبود که هیچ یک از قوانین قراردادی فیزیک را نقض کند».

آیا همهٔ قوانین فیزیک قرار دادی هستند؟ و یا نه چیز حقیقی وجود دارد که با بر حسب گمانمان و آنچه فهمیده‌ایم قرار دادی کرده‌ایم تا از آن استفاده کنیم؟، به هر حال همین فرض تراین هم حاکی از وجود این قوانین در فرض درست بودن نظر وی می‌باشد.

نقطهٔ ضعف دیگر این نظریه این بود که نتوانست ثابت کند که از این افت و خیز که در ابعاد اتمی است چگونه نتیجه گرفته است که جهان بدین گستردگی از این افت و خیز حاصل شده است.

۱.جهان تورمی(الن گوث)

برای این سخن خود دلیلی نداشت، و چرا در این زمان این افت و خیز اتفاق افتاده هم جواب قانع کننده‌ای نداشت، عنوان می‌کرد که ممکن است هر زمانی این اتفاق بیافتد.

به هر حال این ایده تا مدت‌ها به فراموشی سپرده شد و مردم می‌گفتند که احتمال پدید آمدن جهانی که ما مشاهده و اندازه‌گیری می‌کنیم با این جهانی که ترایون می‌گوید که از یک افت و خیز کوانتومی حاصل شده است بسیار پایین و نامحتمل است.[۱]

مسئلهٔ منشاء ماده یا ماده المواد بنیادی‌تر از هر مسئله‌ای در این نظریات محسوب می‌شود.

آلن گوث به عنوان یک دانشجوی رشتهٔ ذرات بنیادین وارد عرصه می‌شود وی به حسب یک امداد غیبی یا اتفاق خاص در سخنرانی فیزیکدانی به نام رابرت دیکی شرکت می‌کند.

دیکی در این سخنرانی به مسئلهٔ ساختار عجیب تخت بودن کیهان اشاره می‌کند.

به طور خلاصه در نظریهٔ بیگ بنگ عنوان می‌شود که جهان در حالت بسیار همگن و همسانگرد شروع به انبساط می‌کند، با وجود این انبساط جهان به حال خود به خود رها نمی‌شود بلکه نیروی گرانشی این انبساط را کند می‌کند، که فریدمن با وارد کردن چگالی به نام چگالی بحرانی و سنجش آن با چگالی فعلی این روند ادامه دار بودن یا توقف یا بازگشت را توضیح می‌دهد.

نسبت چگالی واقعی به چگالی بحرانی شبیه موازنه کردن یک مداد روی نوک خودش می‌باشد اگر مداد حتی به اندازه جزئی به هر طرف متمایل شود به سرعت سقوط خواهد کرد به همین نحو اگر امگا در هر یک از دو راستا از یک منحرف شود، این انحراف به سرعت زیاد می‌شود.

دیکی آهنگ انبساط را مقدار آن در پایان ثانیه اول پس از نظریهٔ انفجار بزرگ در نظر گرفت. این لحظه بسیار مهم است چرا که فراوانی هلیوم و دیگر عناصر سبک را مشخص می‌کند.

با توجه به مقدار امگا در حال حاضر می‌بایست مقدار آن در ثانیه اول آفرینش از مرتبهٔ ۱۰ به توان منهای پانزده اختلاف باشد.

چه چیز این تعادل را حفظ می‌کند، جهانی در مرز انبساط ازلی یا فرو پاشی سیر می‌کند و دقیق در همین مرز پیش می‌رود البته نظریهٔ بیگ بنگ نمی‌تواند این مسئله را توضیح دهد[۲].

این نشان از درست نبودن نظریه بیگ بنگ نیست بلکه نشان از ناقص بودن نظریه بیگ بنگ دارد باید چیزی در نظر گرفته نشده باشد.

این مسئله که دیکی عنوان می‌دارد روی آلن گوث تأثیری دارد، وی سال‌ها روی یک نظریهٔ تک قطبی‌های مغناطیسی کار می‌کرد، تک قطبی‌های مغناطیسی در واقع در طبیعت پیدا نشده‌اند ولی وجود آن‌ها در نظریهٔ

۱.جهان تورمی آلن گوث

۲.جهان تورمی آلن گوث

استاندارد ذرات بنیادین مطرح می‌شد و دانشمندانی مثل فرمی از لحاظ فیزیکی و ریاضی احتمال ساخته شدن آن در زمانی انرژی جهان در حد ده به توان ۱۶ گیگا الکترون ولت بود را منتفی نمی‌دانستند.

همان طور که می‌دانیم آهنربا از دو قطب شمال و جنوب تشکیل شده که فلوهای مغناطیسی از یکی نشأت گرفته و به یکی خاتمه می‌یابند اگر یک آهنربا را نصف کنیم خود آن دارای قطب شمال و جنوب است و اگر این نصف شدن ادامه پیدا کند هیچ گاه تک قطبی حاصل نمی‌شود.

نظریهٔ وجود تک قطبی‌های مغناطیسی را برای اولین بار پیر کوری مطرح کرد، و خاطر نشان ساخت که اگر همانند بارهای مثبت و منفی که در الکتریسته بدان می‌پردازیم قطب‌های مثبت و منفی هم مجزا وجود داشته باشند چنان تقارن شگفت انگیزی در الکترو مغناطیس به وجود می‌آید وصف ناشدنی که پل دیراک هم امکان وجود تک قطبی‌هایی را هم منتفی ندانست و در مکانیک کوانتومی امکان آن را بررسی و اثبات نمود.

بعد ازآن هم دو نفر از دانشمندان ذرات بنیادین به نام‌های خرارت توفت در هلند و الکساندر پلیاکوف روسی به طور مستقل در این نظریه امکان این تک قطبی‌ها را کشف کردند.

دانشمندی به نام هنری به گوث پیشنهاد می‌دهد که خوب است که مسئله تک قطبی‌ها را در نظریه وحدت یافته بزرگ نیز بررسی کنیم.

چرا در این صورت با توجه به اینکه هنوز هیچ تک قطبی علی رغم پیش بینی آن در مکانیک کوانتومی و نظریه ذرات بنیادی، می‌توانست خاطر نشان کند که بالاخره این ذرات وجود دارند یا ندارند.

تحلیل‌ها و محاسبات آلن گوث و دیکی فراز و نشیب‌های فراوان داشت گاهی در محاسبات تعداد تولید این در فاز شکل‌گیری را زیاد و گاهی کم، گاهی کند و گاهی تند براورد می‌کردند که هر کدام پیامدهای خودش را داشت.[1]

از سویی نیز تکنیک پیدا کردن این ذرات هنوز روی زمین فراهم نشده بود رسیدن به انرزی بالغ بر ده به توان شانزده کیگا الکترون ولت در بزرگ‌ترین شتابدهنده‌ها هم میسر نبود.

گرچه شتابدهنده‌های ساخت بشر نمی‌توانست انرژی لازم برای تولید تک قطبی‌ها را فراهم آورد اما چرا امکان تولید آن را در انفجار بزرگ آغازین بررسی نکنیم؟

ماده در جهان آغازین به شکل گاز داغ و یکنواختی از ذرات توصیف می‌شود که دستخوش انبساط یکنواختی قرار گرفته است. این گاز با دما و فرض‌های قابل قبولی دربارهٔ ترکیباتی که دارد مشخص می‌شود. سرمایش ناشی از انبساط را با قوانین ترمودینامیک و کندشدن ناشی از گرانش را می‌توان با معادلات فریدمن توصیف کرد.

۱.جهان تورمی آلن گوث

خوب این ایده تولید تک قطبی‌های مغناطیس را باید در کدامین فاز جستجو کرد با توجه به جرمی که برای این تک قطبی‌ها در نظر می‌گیریم یعنی جرمی که ده به توان ۱۷ برابر سنگین‌تر از پروتون است.

هرگاه معادلات بیک بنگ را به ۱۰۰۰۰۰ سال پس از مهبانگ برونیابی می‌کنیم دمای جهان حدود ۵۸۰۰ کلوین بوده که هم اندازه دمای خورشید است و چگالی جرم در حدود چگالی آب، این چگالی گرچه خیلی زیاد است ولی به درد فرض ما نمی‌خورد، برون‌یابی می‌کنیم به یک سال بعد از بیگ بنگ دما در حدود دو میلیون درجه کلوین است، به اندازهٔ دمای تاج خورشیدی و فشار گاز حدود یک میلیون برابر فشار جو زمین، باز هم این بدرد نمی‌خورد، به یک هفته بعد از بیگ بنگ برونیابی می‌کنیم دمای جهان حدود ۱۷ میلیون درجهٔ کلوین یعنی یک میلیون بار گرم‌تر از مرکز خورشید چگالی یک میلیون برابر بیش‌تر از چگالی آب. و فشار بیش از یک میلیارد برابر فشار جو بوده است باز هم کافی نبود، به زمان ۱۰ به توان منهای سی و نه ثانیه عقب می‌رویم یعنی زمانی که دما به حدود ده به توان بیست و نه درجه کلوین بوده است، چگالی به حدود ده به توان چهل و هشت برابر چگالی آب می‌رسد یعنی زمانی که حدود هزار میلیارد ستاره در حجم پروتون جمع شده‌اند.

حال سؤال اینجاست در فازهای مختلفی که بر جهان گذشته است، تک قطبی‌های مغناطیسی می‌بایست در کدامین فاز و به چه میزان شکل گرفته باشند؟[۱]

بنا به محاسبات نشان از این داشت که زمانی باید **این تک قطبی**ها شکل گرفته باشند، که تقارن شکسته شده باشد، یعنی زمانی که سه نیروی الکترو مغناطیس و، هسته‌ای قوی و هسته‌ای ضعیف از هم تفکیک شده باشند تا نیروی الکترو مغناطیس مفهومی داشته باشد، و این زمانی است که عالم به مرحله‌ای وارد شده که میدان‌های هیگز به وجود آمده باشند.

میادین هیگز در اصل میادین ویژه‌ای هستند که در گزارهای خاص عالم در فازهایی به وجود آمده است که اثرات آن‌ها بر ذرات، عامل جرمدار شدن ذرات و بالطبع شکستن تقارن‌ها می‌شود، میدان هیگز وابسته به ذرات خاصی هستند به نام ذرات هیگز و تفاوت این میادین با سایر میدان‌ها در این است که:

در سایر میدان‌ها اگر میدان حذف شود چگالی میدان کم‌ترین مقدار ممکن خود یعنی صفر را داراست اما میدان هیگز وقتی میدان هیگز مقدار غیر صفر دارد که چگالی انرژیشان کم‌ترین مقدار مقدار ممکن خود را داشته باشد. پس میدان هیگز در خلا یا فضای تهی غیر صفر خواهد بود.

۱.جهان تورمی(آلن گوث)

یعنی به عبارتی اگر در همهٔ میدان‌ها، ذره و میدان گویی به هم وابسته هستند اگر میدانی نباشد ذره‌ای هم نیست، ولی در میدان هیگز، میدان ارتباطی با ذره ندارد اگر ذره‌ای نباشد میدان هست، یعنی در خلا که ذره‌ای نیست، میدان هیگز وجود دارد.[۱]

میادین هیگز را در حالت عادی در سه جهت مستقل از هم می‌دانند یعنی گویی یک فضا سه بعدی می‌سازند که سه راستا از هم مستقل هستند.

یعنی وقتی دو میدان در دوراستا صفر باشد، لاجرم مقدار انرژی سیستم بیشینه است، و اگر دو مقدار میدان هیگز در دو راستا دارای عدد باشند و مقدار داشته باشند هر چقدر که این مقدار بیش‌تر باشد، مقدار انرژی کم‌تر و کم‌تر می‌شود، و این حد نهایتی ندارد، یعنی هرچه خلا بیش‌تری داشته باشیم گویی میدان هیگز بالاتری داریم، و هر قدر انرژی بیش‌تری داشته باشیم و از خلا خارج شویم میدان هیگز کم‌تر است، به گونه‌ای که در دماهای بالا اصلاً اثری از میدان هیگز وجود ندارد.

نکتهٔ قابل توجه این است که حالت پایداری در سیستم در دو حالت اتفاق می‌افتد یکی زمانی که دو میدان هیگز صفر باشد، یعنی بیشینهٔ انرژی وجود دارد ولی سیستم پایدار است، گویی این‌که در خلا است و پایداری مطلق که به آن خلا کاذب می‌گویند، یعنی وقتی ممکن است سیستم به دلیلی از جمله تونل زنی کوانتومی از حالت خلا کاذب به درآید پس ناگهان، گویی انفجاری اتفاق می‌افتد و به سوی خلا حقیقی‌تر پیش می‌رود تا به پایداری برسد، حالا ممکن است که خلاهای کاذب دیگری وجود داشته باشد، این مثل انباشت آب به پشت یک سد است در ظاهر در پشت سد آب در حال پایداری و تعادل است حال آن‌که دارای بیشینهٔ انرژی است و کافی است سد بشکند که ناگهان با سیلی بنیان کن روبه‌رو شویم، تا آب به دریاچه یا دریا وارد شود، ممکن است در این گذار باز هم آب دچار سدهایی متعدد دیگری شود، و با یک شکست به پایداری و انرژی کمینه نرسد.[۲]

با این تعریفی که از میدان هیگز داریم می‌توانیم این نتیجه را بگیریم اگر چنانچه یک فضایی را در نظر بگیریم که سه میدان هیگز درآن قرار دارند، اولاً این را میدانی بدانیم که جهتی برای آن متصور نیستیم در ثانی میدانی است که فقط آنچه درآن برای ما اهمیت دارد این است که مقدارآن چقدر است اگر تأثیر این سه میدان را بر هم با یک پیکان نشان دهیم که طول پیکان فقط مقدار میدان‌ها را مشخص کند و جهت ارجحی هم وجود نداشته باشد، لاجرم هر قدر که از نقطهٔ بیشینه انرژی به سوی خلا پیش می‌رویم لاجرم طول پیکان‌ها بیش‌تر می‌شود چون مقدار میدان هیگز بیش‌تر می‌شود در ثانی در طول مسیر هر جا که در نظر بگیریم در همان ناحیه

۱.کیهان‌شناسی تحلیلی نیبیتی و کوانتومی
۲.کیهان‌شناسی تحلیلی

همواره طول پیکان‌ها با هم برابر است و در خود خلا هم فارغ از جهتی که دارند که هر جهت می‌تواند باشد ولی هم سو پیکان‌ها با هم برابر می‌شوند.

یعنی به عبارتی میدان‌های هیگز در خلا نمی‌توانند از نقطه‌ای به نقطه دیگر تغییر کنند.

اما اگر طوری باشد که سه میدان در مرکز صفر باشند، که در نتیجه طول میدان هیگز صفر خواهد بود و بنا به تعریف چگالی انرژی در این حالت بیشینه مقدار خود را داراست، و هر قدر که از مرکز خارج شویم و بیرونی‌تر بیاییم اندازه این پیکان بزرگ‌تر شود در نتیجه مقدار انرژی کم‌تر و کم‌تر شود، و این یک تقارن قطبی داشته باشد به این حالت، حالت تک قطبی مغناطیسی گفته می‌شود.[۱]

لازم به ذکر است انرژی بزرگی که در مرکز متمرکز است را نظریه ذرات بنیادین پیش بینی می‌کند که همان تک قطبی مغناطیسی با جرم زیاد است، سایر برهم کنش‌های میدان هیگز نیز می‌تواند که با ذرات چگونه برهم کنش کنند و حامل چه نیروهایی باشند، این شکلی که الان توضیح دادیم مربوط به تک قطبی‌های مغناطیسی است.

پس در اصل وجود تک قطبی‌های مغناطیسی یعنی عدم وجود همگنی در خلا، یعنی همگنی درخلا به هم بخورد، یعنی از نقطه ای به نقطه دیگر که برویم با یک منظره مواجه نباشیم، و این یعنی آشفتگی، پس به عبارتی این کانون‌ها در اثر بر هم خوردن همگنی خلا حاصل می‌شود، بنابر این تک قطبی‌های مغناطیسی بقایای بازمانده از آشوب در میدان هیگز پس از گذار فاز هستند.

برای پی بردن به مقدار فراوانی این تک قطبی‌ها درجه آشوب را بدانیم که از گذار فاز ناشی می‌شود.[۲]

چرا اصلاً این تک قطبی‌ها به وجود آمده‌اند و در ثانی چرا تعداد فراوانی آن‌ها کم است؟

برای پی بردن به این‌که چرا این ناهمگنی اتفاق می‌افتد می‌توان تعبیرات مختلفی انجام داد، اول این‌که سرعت گسترش کیهان به حدی باشد که اجازه ندهد که قسمت‌های مختلف عالم با هم ارتباط برقرار کرده و حالت پیوستگی به وجود آید تا به تعادل لازم برسند.

با فرض این‌که برای رسیدن یک اطلاعات از (الف به ب) باید نور مسیر بین این دو را با سرعت مطلق خود بپیماید حالا فرض کنیم از رسیدن پیام از (الف تا ب) یک ثانیه زمان لازم باشد، وفرض کنیم در این یک ثانیه، جهان دو برابر بزرگ‌تر شده و به اصطلاح انبساط پیدا کند یعنی تا بخواهد نور از (الف به ب) برسد فاصله دو برابر شده باشد، پس دو ثانیه زمان لازم است باز هم بر فرض که فاصله دو برابر شود پس به این لحاظ هیچ پیامی ما بین (الف و ب) منتقل نمی‌شود و این دو ناحیه مستقل از هم هستند و به تعادل نمی‌رسند.[۳]

۱.جهان تورمی (آلن گوث)
۲.همان منبع
۳.کیهان‌شناسی تحلیلی

خوب این عدم تعادل می‌تواند میدان‌های موضعی غیر یکنواخت ایجاد کند و منجر به ناهمگنی و تولید تک‌قطبی‌ها شود، ولی اشکال اینجاست درصد فراوانی این تک قطبی‌ها نمی‌تواند ناچیز باشد، شاید به اندازه پروتون‌ها حتی اتم‌ها در این فرض تک قطبی تولید شده باشد.

با نگاهی دیگر می‌توان به گونه دیگر هم به قضیه نگاه کرد این تبدیل فاز نه به طور ناگهانی و تند و سریع اتفاق افتاده باشد بلکه به صورت گذر فازی به مرور و کند میسر شده باشد.

باید متذکر شد در گذار فاز از یک رتبه به رتبه دیگر این کار ناگهانی اتفاق نمی‌افتد بلکه ماجرا به این گونه است که حباب‌هایی از فازهای رتبه ثانویه در فاز اولیه شکل می‌گیرد و این فازثانویه دایماً زیاد و زیادتر می‌شود تا ناگهان همهٔ فضا را در بر بگیرد.

تک‌قطبی‌ها در گذار فاز دوم که در دمای پایین‌تری هستند رخ می‌دهند، تولید می‌شوند. دمای دقیق این گذارها را نمی‌توان دقیقاً تعیین کرد.

با این حال در این حالت شدت آشوب کاهش می‌یابد به همین منوال حدافق فراوانی تک قطبی‌ها نیز کاهش می‌یابد.

در درون حباب‌های در حال شکل‌گیری انرژی قابل دسترسی کاهش می‌یابد و سبب می‌شود که میدان هیگز در حالت کمینه انرژی قرار بگیرد. پیکان میدان هیگز به نوسان ناشی از انرژی گرمایی ادامه می‌دهند ولی این نوسانات در حول حوش همان انرژی خلا مطلق هستند پس لاجرم بدون آن‌که باهم ارتباطی داشته باشند تقریباً هم اندازه هستند ولی هم راستا نیستند و این مسئله به مسئلهٔ آشوب دامن می‌زند. و به همین دلیل می‌توان میزان آشوب را به تعداد حباب‌های تولید شده پیوند زد.

حال اگر روند شکل‌گیری و گسترش حباب‌ها تند و برابر سرعت نور باشد لاجرم به همین نسبت هر حباب شروع می‌کند با سرعت نور گسترده شدن و این گسترده شدن‌ها عامل می‌شود که میزان آشوب زیاد شده و در نتیجه میزان تک قطبی‌ها بیش‌تر و بیش‌تر شود ولی اگر میزان این تبدیل فاز را کندتر از سرعت نور در نظر بگیریم به همین میزان از شدت آشوب کم شده لاجرم ماحصل آشوب که تک‌قطبی‌ها هستند باز هم کم‌تر می‌شوند.[۱]

اما این کند شدن شکل‌گیری حباب‌ها می‌تواند از چه چیز ناشی شده باشد، این جریان را باید در میدان هیگزی که در حباب‌ها جریان دارد جستجو نمود، اگر یک ابر سرمایش اتفاق بیافتد یعنی ناگهان جهان به حدی منبسط شود که دما ناگهان به شدت پایین بیاید، در حالت سرمایش همان گونه که در یخچال‌ها اتفاق می‌افتد با انبساط گاز دردرون یخچال دما ناگهان افت می‌کند و کم می‌شود، اما در ابر سرمایش این انبساط باشدت بیش‌تری اتفاق می‌افتد، و دما از مقداری بالا به مقداری بسیار پایین افت می‌کند، اگر این مسئله را در میدان

۱.کیهان‌شناسی تحلیلی

هیگز جستجو کنیم به این گونه می‌شود همان طور که گفتیم نمودار انرژی در میدان هیگز حالتی کلاه مکزیکی دارد.[۱]

در افت دمایی که اتفاق می‌افتد فاز انرژی مدتی در بالای کلاه فرنگی قرار می‌گیرد و در ان ناحیه که دو میدان هیگز صفر هستند به چگالی انرزی بیشینه می‌رسد،ودر آن حالت به حالت پایداری ظاهری می‌رسد و اگر به حالت کلاسیک به قضیه نگاه کنیم ممکن است این حالت تا ابد ادامه داشته باشد.

ولی در حالت کوانتومی به علت تونل زنی کوانتومی، سیستم از حالت پایداری کاذب خارج شده و از خلا کاذب به سوی خلا مطلق پیش می‌رود وگذار فازی دیگر رخ می‌دهد، در این ابر سرمایش به علت قرار گرفتن سیستم در دام خلا کاذب روند، تغییر فاز و انبساط حباب‌ها رو به کندی می‌گذارد.

اگر بخواهیم از لحاظ فیزیک کلاسیک به قضیه نگاه کنیم، ممکن است در این حالت خلا کاذب باقی بماند، و گذر فازی به سوی خلا مطلق اتفاق نیافتد ولی همان طور که گفت برای رها شدن از این حالت تونل زنی کوانتومی اتفاق می‌افتد و و سیستم از چاه پتانسیل اولیه بیرون می‌آید، و در این حالت انتظار این است که سیستم جهان به سوی افزایش میدان هیگز و چگالی کمینه انرژی پیش برود.

این روند منجر بدان خواهد شد که باز هم آشفتگی شدیدی در میدان هیگز به وجود بیایید و این آشفتگی منجر به تولید فراوان تک قطبی‌های مغناطیسی شود، و این دوباره ما را با چالش مواجه می‌کند.

برای جلوگیری از این حالت می‌بایست در نظر گرفته شود علی رغم اینکه سیستم از چاه خلا کاذب رهایی پیدا می‌کند ولی کما کان چگالی انرژی آن به مقدار اولیه باقی می‌ماند و افت شدید نمی‌کند، خوب این انرژی باید از جایی تأمین شود، این انرژی را باز هم خلا کاذب می‌آفریند، این انرژی از فشار خلا کاذب تأمین می‌شود.

در جهان آغازین می‌توان حدس زد که مکش خلا کاذب به شدت انبساط جهان را کند و چه بسا آن را وارونه هم بکند اما حقیقت این است که دقیقاً خلاف این رخ می‌دهد فشار سبب کند شدن انبساط جهان نمی‌شود، چون فشار تنها زمانی نیرو وارد می‌کند که یکنواخت نباشد، خلا کاذب در جهان ابر سرد فضا را به طور یکنواخت پر می‌کند و در نتیجه نیروهایی که فشار منفی به وجود می‌آورند، درست مثل فشار هوای داخل و خارج باز یکدیگر را حذف می‌کنند.[۲]

با این حال فشارمنفی خلا کاذب، به گرانش عجیب و غریب منجر می‌شود. چرا که طبق نظریهٔ نسبیت عام فشار خودش از نوع انرژی است و می‌تواند گرانش ایجاد کند، پس بنا به اصل نسبیت خاص همان طور که فشار مثبت منجر به وجود آمدن جاذبه می‌شود فشار منفی عامل به و جود آمدن دافعه می‌شود.

۱.جهان تورمی

۲.کیهان‌شناسی تحلیلی نسبیتی – کوانتومی

برای خلا کاذب مؤلفه دافعه میدان گرانشی سه برابر قوی‌تر از مؤلفه جاذبه آن است. در واقع خلا کاذب به گرانش دافعه قوی می‌انجامد.

و جالب آن است که اثر گرانشی خلا کاذب با اثرکیهان‌شناختی انیشتین یکسان است، دافعه گرانشی سبب می‌شود که جهان به طور نمایی منبسط شود یعنی انبساط با زمان دو برابر شدگی توصیف می‌شود که در گستره اعداد نوعی نظریه وحدت یافته بزرگ در حدود ده به توان منهای سی و هفت است.[۱]

در این بازه کوتاه زمانی همهٔ فاصله‌های جهان دو برابر اندازه اولیه خود شده‌اند.

در دو بار زمان دو برابر شدگی، جهان بار دیگر دو برابر شده و به چهار برابر اندازهٔ اولیه‌اش و الی آخر می‌رسد. این روند تصاعدی نمایی در آنی به اعداد فوق العاده بزرگ در روزگاران باستان منتهی می‌شود.

و اما چون خلا کاذب ابر سرد پایدار نیست انبساط نمایی تا ابد ادامه پیدا نمی‌کند، دست آخر خلا کاذب بر اثر تونل زنی کوانتومی وا می‌پاشد، میدان به یک باره همه جا تونل نمی‌زند بلکه مثل حباب‌هایی الگوی گذارهای فاز اول را دنبال می‌کند.

به این معنی که حباب‌های گذار جدید به صورت کاتوره‌ای در فضا شکل می‌گیرد، و با سرعتی نزدیک به سرعت نور آن قدر رشد می‌کنند که فضا را پر کنند، درون هر حباب اساساً خلا معمولی است که در مقادیر میدان‌های هیگز در نقطه‌ای روی دایره خلا قرار می‌گیرد یا به آن نزدیک می‌شوند. آهنگ شکل‌گیری حباب‌ها به جزئیات نظریه بسیار حساس است، از این رو واپاشی خلا کاذب می‌تواند بسیار سریع، یا بسیار کند یا بین این دو رخ دهد.

انرزی ذخیره شده در میدان هیگز می‌تواند ذرات پرانرژی تولید کند که با هم برخورد کنند و ذرات جدیدتری تولید کنند. محصول این برخوردها سوپ داغی است از ذرات در دمای بالا که دقیقاً نقطه آغاز کیهانشناسی مهبانگ استاندارد داغ است.[۲]

این نظریهٔ تورمی نه تنها مشکل تک‌قطبی‌های مغناطیسی را حل می‌کرد بلکه مشکل تخت بودن عالم را را نیز برطرف می‌کرد، از آنجا که در دورهٔ تورم اثر گرانش وارونه می‌شود پس همهٔ معادلاتی که جهان هستی را توصیف می‌کنند تغییر می‌کند پس به جای اینکه امگا از یک دور شود به سوی یک رانده می‌شود، در واقع با سرعتی باور نکردنی به سوی یک می‌شتابد[۳].

در طول زمان اختلاف بین امگا و یک به اندازه ۱۰ به توان منهای ۶۰ کاهش پیدا می‌کند، پس با این فرض لازم نیست بگوییم که با چه امگایی بیگ بنگ شروع شده بلکه در طول زمان به یک نزدیک شده است. تورم

۱.کیهان‌شناسی تحلیلی
۲.همان منبع
۳.جهان تورمی آلن گوث

جهان را به شکلی در می‌آورد که تخت دیده می‌شود. پس پیش بینی نظریهٔ تورمی این است که اندازه امگا الان باید دقیقاً برابر یک باشد.

■ به دنبال ماده المواد

در متون قبل خاطر نشان ساختیم که چگونه آلن گوث تحت تأثیر، کیهانشناسی به نام دیکی که در سخنرانی خود سخن از تخت بودن عالم کرد و این به شدت تخت بودن را نشان از ناقص بودن نظریهٔ بیگ بنگ می‌دانست، تحقیقات خود را منعطف به کیهان‌شناسی بالاخص تک قطبی‌های مغناطیسی کرد.

کاوش در وجود این ذرات و چرایی عدم آشکارسازی آن‌ها در حالی که ذراتی پر انرژی و پر جرم هستند، وی را به سوی پژوهش در میادین هیگز و آشفتگی آن‌ها کشانید و متوجه شد که تک قطبی‌های مغناطیسی در پی این آشفتگی‌ها که در فازی از فازهای تکوین عالم رخ داده است به وجود آمده‌اند، در پی این‌که چرا تک قطبی‌ها قابل ردیابی نیستند وی را بدین سو کشانید که در این تغییر فازها ،تغییرات تدریجی و کند بوده و این حالت زمانی رخ می‌دهد که حباب‌هایی ازاین فاز در فاز قبلی به وجود آمده باشد، و در این حالت ما با پدیده‌ای به نام خلا کاذب روبه‌رو می‌شویم که این خلا کاذب هم روند تغییر فاز را کند می‌کند و هم باعث به وجود آمدن فشار منفی می‌شود.

که این فشار منفی بر اساس نسبیت عام انیشتین، که خاطر نشان می‌سازد که فشار مثبت در واقع همان انحنای مثبت فضا –زمان است که منجر به گرانش می‌شود.

یعنی در واقع فشار مثبت، هم ارز شتاب مثبت است و شتاب مثبت هم ارز گرانش است،

ولی فشار منفی هم ارز شتاب منفی است مثل این‌که آسانسوری رو به سوی پایین حرکت کند، که در این صورت کسی که داخل آسانسور است به جای احساس جاذبه از کف اتاق احساس دافعه می‌کند و احساس می‌کند که که از کف اتاق به شدت دور می‌شود.[۱]

این را می‌گویند دافعه نسبیتی، پس این خلا کاذب یک فشار منفی در سیستم ایجاد می‌کند لاجرم به جای جاذبه دافعه داریم و این دافعه عامل می‌شود که یک تورم در عالم به وجود بیاید و این تورم ناگهانی که تا لحظه ۱۰ به توان منهای چل و سه ثانیه ادامه دارد عامل می‌شود که اندازه جهان به اندازه ۱۰ به توان پنجاه برابر تورم پیدا کند، و سپس با توجه به تونل زنی کوانتومی خلاء کاذب از بین رفته و جهان به سوی خلاء حقیقی پیش می‌رود و در این حالت، در فاز هابلی وارد می‌شود.

با توجه به این مقدمه می‌خواهیم ببینیم که در بین لحظات صفرتا ده به توان منهای چهل و سه چه اتفاقی افتاده است، و جهان چه فازهایی را طی کرده و چه موادی را خلق نموده است.

۱.کیهان‌شناسی تحلیلی

برای این‌که ببینیم مواد موجود در جهان از چه چیز خلق شده این مسئله باز می‌گردد به سال‌های پیش که مطرح بوده که اصل به وجود آمدن مواد از چه بوده، عده‌ای اساس ماده را آب عده‌ای آتش، عده‌ای خاک، عده‌ای عناصر چهار گانه (آب و باد و خاک وآتش)، و عده ی دیگر اساس عالم را بر اساس ریاضیات می‌دانستند که اشکال دو بعدی به هم پیوند خورده و عناصر سه بعدی قابل درک برای انسان را به وجود آورده‌اند، به هر حال در این موضوع در دیرباز سیر کرده‌اند، عده‌ای چون ارسطو و پیروان وی ماده را پیوسته و تا بینهایت قابل تقسیم می‌دانستند و عده چون دمیغراتیس و محمد بن زکریای رازی جهان را متشکل از اجزاء صغار صلبه یعنی اتم می‌دانستند که قابل تجزیه نیستند، و در این خصوص براهین و فلسفه‌هایی را ارائه می‌دادند.[۱]

اما بحث علمی در این خصوص از زمانی شروع شد که به این نتیجه رسیدند که مادهٔ دارای اجزایی است که عده‌ای بارمثبت و عده‌ای بار منفی دارند و خواص آن‌ها را مبتنی برآن می‌دانستند، اما این‌که درون ماده چیست؟

شاید کارها از زمانی شروع شد که رونگتن[۲] در یک تجربه‌ای که روی اشعه کاتدی داشت متوجه شده که علاوه بر الکترون‌ها که دارای بار منفی هستند، اشعه دیگری هم در اتم‌ها وجود دارد که این اشعه از درون شیشه هم می‌گذرد، ولی قدرت نفوذ از استخوان را ندارد ولی از بافت‌هایی مثل گوشت می‌گذرد و اسم آن را اشعه ایکس گذاشت، و اولین تصویر رادیولوژی را هم از دست همسرش گرفت.

بعد از او فردی به نام بکرل[۳] شاید بیش‌ترین تأثیر را داشت، بکرل روی مواد کار می‌کرد روزی به طور اتفاقی مقداری اورانیوم به همراه داشت و می‌خواست آزمایش کند.

تعدادی فیلم عکاسی همراه داشت اورانیوم را داخل فیلم‌ها گذاشته بود، متوجه شد که فیلم‌ها خراب شده‌اند، این نتیجه را گرفت که احتمالاً نورآفتاب به اورانیوم‌ها خورده و آن‌ها تشعشع کرده و فیلم‌ها را خراب کرده‌اند خواست که آزمایش را دوباره تکرار کند ولی هوا چند روز ابری بود لاجرم فیلم‌ها و اورانیوم را داخل کشو میز گذاشت و درب کشو را فقل کرد وقتی چند روز بعد برای آزمایش آمد متوجه شد که دوباره فیلم‌ها خراب شده پس متوجه شد که این اصلاً ربطی به خورشید ندارد این خود اورانیوم است که در حال تشعشع است.[۴]

پس اولین ماده رادیو اکتیو کشف شد، بکرل دوستی داشت به نام پیر کوری[۵] که به تازگی با بانویی به نام اسکلو دوسکا[۶] ازدواج کرده بود که این بانو هم دانشجوی دکترای فیزیک بود، و به دنبال یک پروژه مناسب، پیر

۱.کتاب قرن بیستم به دنبال شماست

۲.ویلهم کنرادرونتگتن فیزیکدان آلمانی و ککاشف اشعه ایکس ودارنده جایزه نوبل ۱۹۰۱

۳.هانری آنتوان بکرل فیزیکدان فرانسوی و یکی از کاشفان رادیو اکتیو دارای جایزه نوبل ۱۹۰۳

۴.کاربردهای فیزیک هسته‌ای در ستاره شناسی(مهدی دانشیار، مینا شیری)

۵. فیزیکدان فرانسوی و پیشگام عرصه بلور شناسیو رادیو اکتیو دارنده جایزه نوبل ۱۹۰۳

۶. فیزیکدان وشیمی دان فرانسوی و دارای ۵ جایزه نوبل در سالهای ۱۹۰۳،۱۹۰۴،۱۹۰۹،۱۹۱۰،۱۹۱۱

از او خواست که همکار بکرل باشد و روی عناصر مختلف از نظر داشتن تشعشع یا نداشتن تحقیق کند، مادام هم قبول کرد وی با تهیه دستگاهی که مبتنی بر تخلیه خازن براثر بودن تشعشع بود کار را شروع کرد و روی ماده معدنی به نام پیچ بلند کار می‌کرد، که ترکیبی از بیسموت درآن بود.و می‌بایست خالص سازی می‌شد.

مادام متوجه شد که بله این ماده و قتی در دستگاه قرار می‌گیرد، دستگاه تخلیه می‌شود و بنا به اشرافی هم که به بیسموت داشت، می‌دانست این تشعشع از بیسموت نیست، در روند خالص سازی پی به وجود عنصری برد که اسم آن را پلونیوم گذاشت.

و بعد از آن رادیوم را هم کشف کرد، بعد از اقدامات مادام و پی بردن به عناصر رادیو اکتیو، صحبت از این شد که جنس این اشعه‌ها چیست و چه ویژگی دارند، از سوی دیگر عناصر دیگری هم کشف و به مجموعه اضافه شد، وقتی این اشعه‌ها را تحت تأثیر میدان الکتریکی قرار می‌دادند متوجه شدند که مقداری از آن‌ها به سوی بار منفی گرایش پیدا می‌کنند مقداری به سوی بار مثبت و عده‌ای هم در مقابل میدان هیچ تغییری نمی‌کنند.[۱]

که به ترتیب اسم آن‌ها را اشعه‌های الفا، بتا و گاما نام نهادند، اشعه الفا دارای باری مثبت و قدرت نفوذ اندک و جرمی معادل هسته اتم هلیوم داشت، اگر چشمه‌ای که اشعه آلفا ازخود گسیل می‌کرد در محفظه‌ای می‌گذاشتند پس از مدتی سرشار از گاز هلیوم می‌شد، و این دلیل از این مدعا بود و اشعه بتا، جنسی از جنس اشعه کاتودی و الکترون داشت، دارای قدرت نفوذ نسبت به آلفا بیش‌تر وبالاخره اشعه گاما بدون بار با قدرت نفوذ بسیار وتخریب فراوان هیچ سنخیتی با محیط نداشت.

خوب حالا دیدند که یکسری از عناصر در حال تابش خود بخودی هستند ولی چه مکانیزمی در آن‌ها وجود دارد، این اشعه‌ها از کجای بیرون می‌آیند؟

در تجربه رونگتن در اشعه ایکس تشکیلات و ادوات آزمایشگاهی وجود داشت اما در تجربه بکرل و کوری این ادوات در تهیه و ارسال اشعه دخیل نبودند، چه مکانیزمی داشتند.

ساختار درون ماده چگونه بود، تامسون[۲] خاطر نشان می‌ساخت که اتم دارای ساختار کیک کشمشی دارد که بار مثبت کل آن را پرکرده و بار منفی چونان کشمش دردرون آن پراکنده شده است، ماده گاهی که گرم می‌شود منبسط شده لذا بار مثبت انبساط پیدا کرده و بار منفی را به داخل می‌کشد پس در این اثنا ماده تشعشع می‌کند، ولی اگر چنین ساختاری وجود داشته باشد می‌بایست الکترون‌ها به شدت داخل ماده سقوط کنند احتیاج به این گرما و انبساط نبود، را در فورد در تجربه‌ای که با بمباردمان یک صفحه نازک طلا با اشعه آلفا ترتیب داد متوجه شد که همه این اشعه از لایه عبور می‌کند ولی ناگهان چند ذره الفا برگشت می‌خورند با آن‌که کم بود ولی قابل

۱.کاربردهای فیزیک هسته‌ای در ستاره شناسی

۲.فیزیکدان انگلیسیدارای جایزه نوبل ۱۹۳۷

تأمل بود مثل این‌که یک جا دستمال کاغذی گذاشته‌اید با تفنگ ساچمه‌ای به آن می‌زنید ناگهان یک تیر برگست بخورد و به خودتان بخورد.[۱]

رادرفورد[۲] نتیجه گرفت که بار مثبت باید درجایی متمرکز باشد و بار منفی پراکنده به اطراف آن باشد، و مدل منظومه شمسی را پیشنهاد داد که اتم هسته‌ای از بار مثبت دارد و الکترون‌ها دورآن می‌گردند در اثر گردش تشعشع می‌کنند، خوب اگر قرار بود در هر دور انرژی از دست بدهند که هیچ اتم پایداری باقی نمی‌ماند و در نهایت تمام الکترون به روی هسته سقوط می‌کرد، رادر فورد شاگردی داشت به نام بوهر، بوهر[۳] دانشجوی کنجکاوی بود و شنیده بود که ماکس پلانک نظر جدیدی درباره انرژی دارد.[۴]

اما نظر پلانک چه بود، ماکس پلانک[۵] روی تابش واداشته (نه خود به خودی)اجرام کار می‌کرد، تا قبل از پلاک در باره تابش التهابی مواد کار شده بود، اولین بار دانشمندی پنبه آغشته به نمک را آتش زد و نور آن را از یک منشور گذراند متوجه شد که وقتی نور آن از یک منشور می‌گذرد به سه طیف تجزیه می‌شود که زرد بسیار شاخص است، اما رنگ زرد از سدیم بود یا کلر، این بار کلر را ملتهب کرد در آن رگه زرد نبود پس مشخص شد این طیف زرد متعلق به سدیم است و همین طور طیف یکسری از عناصر و قتی ملتهب می‌شدند را اندازه گیری کرده بودند.

یکی از مواردی که در مورد آن تحقیق می‌کردند مربوط جسم سیاه بود، جسم سیاه به موادی گفته می‌شود که طیف‌ها را ساطع می‌کنند و همه طیف‌ها را جذب می‌کنند.[۶]

در این مورد افرادی چون استفان بولتزمن[۷] کار کرده بود و می‌توانست انرژی سیستم را با دما بدست آورد و فرد دیگری به نام وین[۸] رابطه‌ای را بین دما و رنگ سیستم به دست آورده بود، اما فرمولی که بتواند این دو را به هم پیوند دهد هنوز پیدا نشده بود، رابطه‌ای که بین طول موج و انرزی و دما بتواند رابطه‌ای را بدست آورد، افرادی مثل ریلی و جنز رابطه‌ای را ارایه دادند که فقط برای طول موج‌های بلند جواب می‌داد و کسانی مثل انیشتین روی طول موج‌های کوتاه رابطه‌ای که بتواند کل نمودارها را بپوشاند موجود نبود، ماکس پلانک هم کسی بود که در این زمینه تحقیق می‌کرد.

۱.همان منبع
۲.فیزیک دان نیوزلندی دارای جایزه نوبل سال ۱۹۰۸
۳.فیزیکدان دانمارکی دارای جایزه نوبل ۱۹۲۲
۴.همان منبع
۵. فیزیکدان آلمانی برنده جایزه نوبل ۱۹۱۸
۶. فیزیک کوانتوم گازیورویچ
۷. فیزیکدان اتریشی و دانشمند قانون گازها
۸. فیزیکدان آلمانی دارای جایزه نوبل ۱۹۱۱

ماکس پلانک به گفته خودش در یک روز سرد زمستان در آلمان در حال زیرو روکردن فرمول‌ها و نوشتن بود هیچ کدام درست در نمی‌آمد، خسته شده بود پیپش را برداشت و کنار شومینه نشست و تصمیم گرفت دیگر به این مسائل برای چند دقیقه فکر نکند، در همین حالت ناگهان چیزی به او الهام شد، اگر در فرمول‌ها انرژی را به جای پیوسته، گسسته در نظر بگیری و پیمانه‌ای مسئله حل می‌شود، آری مسئله حل شد، ولی مگر می‌شد همچین چیزی را بیان کرد، به هر حال مقاله‌ای نوشت و منتشر کرد، انیشتین که از قبل روی این مسئله متمرکز بود، آزمایشی به نام فوتو الکتریک را ترتیب داد و اولین مهر تایید را بر این نظریه زد و بعد از آن میلیکان.[۱]

بوهر این مسئله را می‌دانست پس از این نظریه جدید در ساختار اتم استفاده کرد، و اتم را به گونه‌ای دیگر تعبیر کرد.

اگر در مدل رادر فورد وقتی که الکترون‌ها در حال گردش به دور هسته هستند آن‌ها انرژیشان کوانتومی است، یعنی بسته‌ای اگر بخواهد گذاری اتفاق بیافتد می‌بایست یک حداقل انرژی را داشته باشند و در حالت پایه یک حداقل انرژی موجود است، که الکترون در آن طراز قرار گرفته و اگر این حداقل انرژی نباشد اصلاً اتمی شکل نمی‌گیرد، و از این طراز هم الکترون به لایه‌های پایین‌تر نمی‌تواند برود، بوهر با تاسیس مکتبی به نام کپنهاگ پایه گذار یک مکتبی سنتی برای مکانیک کوانتومی شد.[۲]

■ گذار از کوانتوم سنتی به کوانتوم مدرن [۳]

در این اثنا فیزیکدانی که موسیقی هم می‌دانست به نام دوبروی[۴] نظریه‌ای را مطرح کرد که با این نظریه نقطهٔ عطفی در روند مفاهیم مکانیک کوانتومی ایجاد کرد.

دویروی معتقد بود که به هر ذرهٔ مادی طول موجی وابسته است و گویی هر ذره سوار بر طول موجی حرکت می‌کند، دوبروی این مفهوم را با این مدل ریاضی توضیح داد که $p = \frac{h}{\lambda}$. که ارتباطی بین ذره و طول موج برقرار می‌نمود، مفهوم موج یعنی آشفتگی در کل فضا و ذره یعنی یک جا، جایگزیده، چگونه هر ذره در عین جایگزیده بودن در کل فضا هم منتشر است یعنی به عبارتی اطلاعات وجود ذره در عین آن‌که در یک جا تمرکز دارد، در عین حال در کل فضا هم وجود دارد.

که البته همین مسئله‌ای شد برای این‌که در آینده بوهم [۵]نظریه ای دهد که پتانسیل کوانتومی محلی و بعد غیر محلی می‌تواند وجود داشته باشد و بر اساس آن نظریه هلوگرام به وجود آمد که دامنه آن به سیاهچاله‌ها هم

۱.فیزیک مدرن سلز
۲.سی سالی که فیزیک را تکان داد(ژورژ گاموف)
۳ .سی سالی که فیزیک را تکان داد(جورج گاموف)
۴ .دانشمند فرانسوی دارای جایزه نوبل ۱۹۲۹
۵ .دانشمند انگلیسی در زمینه فیزیک کوانتومی

کشیده شد که حاکی از آن بود که چگونه از پژوهش سطح یک سیاهچاله پی به اطلاعات درونی آن می‌بریم که در جای خود در متون گذشته بدان اشاره شده است به هر حال پس طبق نظریه دوبروی $p = \frac{h}{\lambda}$ که در این نظر p که اندازهٔ حرکت بود متصل می‌شود به λ که مربوط به موج می‌شد پس به عبارتی داریم $mv = \frac{h}{\lambda}$، یعنی $mv.\lambda = h$

بنا بر این فرمول، ارتباط بین ذرات کوانیده در فضا و بی‌نهایت موج به اندازهٔ ثابتی از مرتبهٔ $۱۰^{-۳۲}$ می‌باشد. برای بدست آوردن ذرات در این گستره و طول موج آن‌ها، تجارب آزمایشگاهی صورت گرفت، و درست از کار درآمد، الکترون دارای طول موج بود در مواقعی که به یک توری پراش برخورد می‌کرد پراشید می‌شد مثل موج عمل می‌کرد[۱] و در مواردی چون ذره عمل می‌نمود، از این فرمول هایزنبرگ[۲] توانست اصل عدم قطعیت را بدست آورد، اگر چنانچه بخواهیم مقدار دقیق طول موج را به دست آوریم لاجرم جایگاه ذره را نمی‌توانیم بدست آوریم و بالعکس اگر بخواهیم، مقدار دقیق p را بدست آوریم پس لاجرم مقدار طول موج دقیق به دست نخواهد آمد، ما مجبور خواهیم بود که قطعیت را فدای اندازه‌گیری کنیم یعنی با یک احتمالی اندازهٔ حرکت و با یک احتمالی λ را حساب کنیم، نه به طور دقیق، خوب این مفهوم گسترش پیدا کرد، یعنی به عبارتی چون مقدار hثابت است هر قدر که اندازهٔ حرکت دقیق‌تر باشد که آن را با Δp نشان می‌دهیم به همان مقدار $\lambda\Delta$ کم‌تر و بالعکس خواهد بود، اگر دو طرف را به ۲π تقسیم کنیم $p.\frac{\lambda}{۲\pi} = h \leftarrow \Delta p.\Delta x \approx h$ و از طرف دیگر می‌توانیم بنویسیم که

«گاهی ذره خود را به صورت موج نشان می‌دهد و گاهی به صورت ذره و اما شوردینگر از معادلات هامیلتونی توانست معادله مشهور خود را نتیجه بگیرد.».

روش کار شوردینگر[۳] بدین صورت بود:

$$\frac{\Delta p}{۲\pi} * \lambda = h \Longrightarrow \frac{mv}{۲\pi} * vt = h$$

$$\frac{mv^{۲}}{۲\pi} * t \Longrightarrow \Delta E \Delta t = h$$

پس بنا بر این از فرمول $p = \frac{h}{\lambda}$، هایزنبرگ دو قانون عدم قاطعیت را یعنی $\Delta E \Delta t \approx h$ و $\Delta \mathrm{p} \Delta \mathrm{x} = \mathrm{h}$ را نتیجه گرفت، یعنی به عبارتی اگر چنانچه ما جایگاه یک ذره را بخواهیم بدست آوریم لاجرم جایگاه آن را نمی‌توانیم بدست آوریم و یا در یک اتم پرتوزا، می‌دانیم که از درون هسته مثلاً یک ذره α به بیرون می‌آید ولی نمی‌توانیم تعیین کنیم چه زمانی این اتفاق می‌افتد، یعنی به عبارتی اگر زمان را بدانیم، نمی‌دانیم کدام ذره تحول

۱.فیزیک مدرن سلز

۲.دانشمند آلمانی دارای جایزه نوبل ۱۹۳۳

۳.دانشمند اتریشی دارای جایزه نوبل ۱۹۳۳

پیدا می‌کند و اگر بدانیم کدام ذره تحول پیدا می‌کند نمی‌دانیم چه زمانی این تحول اتفاق می‌افتد[۱]، مثل این‌که در یک جمعیتی ما می‌دانیم که از بین ۱۰۰ نفر، دو نفر در طول سال می‌میرند نمی‌دانیم چه کسانی می‌میرند و کی می‌میرند، اگر بخواهیم بدانیم دقیقاً چه کسی می‌میرد، لاجرم نمی‌دانیم کی می‌میرد، و اگر بخواهیم بدانیم دقیقاً کی می‌میرد، لاجرم نمی‌دانیم چه کسی می‌میرد.

حالا مفهوم $\Delta\lambda\Delta p$ به چه معنی است، یعنی این‌که، میزان خطایی که از حالت دقیق به دست می‌آید چقدر است مثلاً مقدار تلورانس $\Delta\lambda = \frac{h}{\Delta p}$ یعنی میزان اختلاف در λ، حداکثر برابر $\frac{h}{\Delta p}$ است یعنی اگر جایگاه را بدانیم $\Delta p \to ۰$ پس لاجرم $\Delta\lambda \to \infty$ پیش خواهد رفت، و بالعکس ولی اگر با یک احتمالی میزان $\Delta\lambda$ را بدست آوریم پس لاجرم می‌توانیم Δp را تا حدودی بدست آوریم اگر مثلاً میزان p را دقیقاً بدانیم، $\Delta\lambda \to \infty$ یعنی اصلاً میزان λنمی‌توانیم تعیین کنیم، و هر مقداری می‌تواند باشد از جمله مفاهیم که از $p = \frac{h}{\lambda}$بر می‌آید این است که دوگانگی موج ـ ذره می‌باشد.

معادلات هامیلتونی[۲] سیستم:

E= T + V

که T انرژی جنبشی و V انرژی پتانسیل است:

$$E = \frac{P^{۲}}{۲m} + V(x,t) = H$$

برای دو ذره

$$E = \frac{P.P}{۲m} + V(x,t)$$

برای تعداد ذرات

$$E = \sum_{n=۱}^{N} \frac{P_n.P_n}{۲m_n} + V(v_۱, \dots, v_n, t) = H$$

از طرفی داریم:

$$\begin{vmatrix} E = nhv \Rightarrow E = hw \\ P = \frac{h}{\lambda} \Rightarrow hk \end{vmatrix} \Rightarrow \begin{matrix} E = w \\ P = k \end{matrix}$$

معادلهٔ موج:

$$\psi = Ae^{i(k.\gamma - wt)} = Ae^{i(p.\gamma - Et)/h}$$

$$\nabla\psi = \frac{i}{h}p\psi \Rightarrow p = \frac{h}{i}\nabla\psi$$

۱.فیزیک هسته‌ای کرین

۲.ریاضی دان ایرلندی دارای مدال پادشاهی ۱۸۳۵

$$\frac{\delta\psi}{St} = \frac{-iE}{h}\psi \Rightarrow E = \frac{-h}{i}\frac{\delta\psi}{St} = E\psi$$

با ترکیب دو محاسبه به دست می‌آید:

$$E = \frac{P.P}{۲m} + V \Rightarrow E\psi = \frac{P.P}{۲m}\psi + V\psi$$

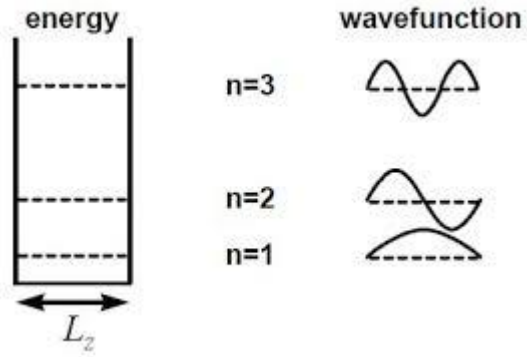
$$E\psi = \frac{-h^۲}{۲m}\nabla^۲\psi + V\psi \Rightarrow \frac{-h}{i}\frac{\delta\psi}{St} = \frac{-h^۲}{۲m}\nabla^۲\psi + V\psi$$

$$ih\frac{\delta\psi}{St} = \frac{-h^۲}{۲m}\nabla^۲\psi + V\psi$$

■ تونل زنی کوانتومی

وقتی که یک بسته موج کوانتومی در یک چاه پتانسیل گرفتار می‌شود این یعنی چه یعنی ψ مقدار انرژی که دارد برای گذر از یک سد پتانسیل کفایت نمی‌کند، میزان انرژی کل ψ را از معادلهٔ شوردینگر بدست می‌آوریم.

$$ih\frac{\delta\psi}{St} = \frac{-h^۲}{۲m}\nabla^۲\psi + V\psi$$



اگر بخواهیم که انرژی آستانه را داشته باشیم لاجرم E=۰ باید باشد لذا داریم

$$ih\frac{\delta\psi}{St} = ۰ \text{ یا } \frac{h}{۲m}\nabla^۲\psi + V\psi = ۰$$

و تعبیر معادلات فوق یعنی در انرژی آستانه، در صورت اعمال اثرگر مشاهده‌گر، ψ هیچ تغییر حالتی نمی‌دهد، و نرخ واگرایی برابر با انرژی پتانسیل می‌شود، یعنی تغییر حالت ندادن سیستم در اثر اعمال

مشاهده‌گر یعنی به عبارتی میزان واگرایی سیستم برابر انرژی پتانسیل سیستم می‌باشد. یعنی وقتی انرژی پتانسیل با نرخ واگرایی برابر باشد، سیستم تغییر نمی‌کند، بگذریم در حالتی $E < ۰$ اند را می‌خواهیم بررسی کنیم چون انرژی منفی است لذا، انرژی

$\frac{h}{۲m}\nabla^۲\psi + V\psi$ هم منفی و کوچک‌تر از صفر است، در این صورت

$ih\ \frac{\delta\psi}{St} < ۰$ و $\frac{h}{۲m}\nabla^۲\psi + V\psi < ۰$

انرژی منفی در معادله شوردینگر یعنی چه، معادله شوردینگر همان طور که گفتیم اصل اول ترمودینامیک است یعنی پایستگی انرژی، انرژی هم کمیتی جهت‌دار نیست، لذا حاکی از آن است که در چاه پتانسیل گرفتار شده است، یک بسته موج احتمال واقعی در یک چاه پتانسیل، پس در این حالت انرژی کل منفی است، $V(\psi)$ که ضامن حفظ بسته موج است، منفی بودن در آن معنی ندارد، $\frac{h}{۲m}\nabla^۲\psi < ۰$ خواهد بود، در چاه پتانسیل $\Delta E.\Delta t \approx h$ در مدت زمانی $\Delta t = \frac{h}{\Delta E}$ که اگر $\Delta E = E_{.} - E$ باشد که $E_{.}$، انرژی آستانه و E میزان انرژی فعلی است، در یک مدت زمانی $\Delta t = \frac{h}{\Delta E}$، که در مدت زمان که معادله تعیین می‌کند میزان انرژی، انرژی پتانسیل مشخص است لذا میزان انرژی جنبشی مشخص نیست، و می‌تواند هر مقداری باشد $\Delta P.\Delta X \approx h$، میزان انرژی جنبشی بسته موج می‌تواند هر میزانی باشد یعنی نرخ واگرایی بسته موج یعنی مقدار ویژهٔ انرژی می‌تواند هر میزانی باشد حتی به انرژی پتانسیل، که در مجموع می‌شود انرژی آستانه لذا، می‌تواند بسته موج از کمند انرژی منفی رهایی پیدا کند، در بازهٔ کوچک زمانی، و الکترون در خارج از چاه پتانسیل احتمال حضورش وجود دارد، و قابل مشاهده است، به این حالت می‌گویند تونل زنی کوانتومی، بحث بر سر $ih\ \frac{\delta\psi}{St} < ۰$ را چگونه توجه کنیم، نرخ تغییر حالت متوالی سیستم منفی باشد $E > ۰$حالت عادی تغییر حالت سیستم در E=۰ تغییر حالت ندارد،

$\boldsymbol{E > 0}$	$\boldsymbol{E = 0}$	$\boldsymbol{E < 0}$
پتانسیل مثبت است	واگرایی مساوی پتانسیل است	واگرایی کم‌تر از پتانسیل است.
$\nabla^۲\psi > V$	$\nabla^۲\psi = V$	$\nabla^۲\psi < V$
در اثر مشاهده خلاصه می‌شود	در اثر مشاهده حفظ می‌شود «خلاصه نمی‌شود.»	در اثر مشاهده خلاصه نمی‌شود.

پس اگر بخواهد بسته موج خلاصه شود باید $\nabla^۲\psi > V$ بشود که این کار توسط قانون عدم قطعیت تحقیق پیدا می‌کنید.

با این تفاسیر، مادامی که بسته موج در حالت انرژی منفی است بسته موج خلاصه نمی‌شود، یعنی حالت اوربیتالی خود را حفظ می‌کند، بدین لحاظ در حول یک هسته، اگر چنانچه هسته پتانسیل منفی دور خود ایجاد کند یعنی حالت جاذبه، پس لاجرم اوربیتال‌ها در اطراف هسته حفظ می‌شود و ما نمی‌توانیم الکترون را به صورت جایگزیده در اطراف هسته مشاهده کنیم، الکترون وقتی به صورت ذره‌ای می‌باشد که در کمند مقید نباشد، طبق مسئلهٔ تونل زنی کوانتومی پس الکترون‌ها می‌توانند در بازه‌های زمانی معینی به انرژی حالت آستانه برسند و از کمند گرانشی هسته رهایی پیدا کنند و یا از طرازی به طراز دیگری بروند و دوباره باز گردند، بدون آن‌که ملتهب شوند، یعنی بدین لحاظ می‌توان تابش‌های خود به خودی در این سیستم ملاحظه کرد از انواع تابش‌های طیفی مجاز، بدون آن‌که سیستم ملتهب شود تا تحت میدان خاصی قرار بگیرد.

$$L_{em} = A_{gi} h\nu N$$

اگر چنانچه در یک سیستمی اتمی تمهیداتی به کار بریم روی زمان Δt و ΔE کم‌تر ولی نسبی داشته باشیم، احتمال این گذارها را در بازهٔ زمانی و بازهٔ انرژی داشته باشیم می‌توانیم به پدیده‌ای برسیم که به آن لیزر گفته می‌شود، در مورد جذب انرژی، انرژی به سیستم می‌دهیم که معین است و الکترون‌ها را ملتهب می‌کند ولی این‌که چه زمانی این الکترون‌ها به حالت پایه دربیایند مشخص نیست. اگر چنانچه در بازهٔ زمانی Δt، این گذارها اتفاق بیفتاد، چون از یک حالت به حالت پایه است در مجموع نور تقویت می‌شود، و اجتماع فوتون‌ها بیشتر می‌شود این فوتون‌ها را حفظ می‌کنند و این عمل چندین بار صورت می‌گیرد لاجرم تعداد فوتون‌ها بیشتر لذا شدت نور قوی‌تر و بیش‌تر می‌شود و چون نور تک فام است نورهایی با فرکانس مشخص ولی قوی از نظر شدت به وجود می‌آیند. پرتراکم پس یک سیستم اتمی می‌تواند گسیل الکترون و جذب الکترون‌های خود بخودی هم داشته باشد.

باز می‌گردیم به مسئلهٔ هسته و هسته‌های ناپایدار، و باصطلاح رادیواکتیویته، از درون هسته هم خود به خود ذراتی بیرون می‌آیند گاهی از هسته‌ای ذرهٔ α که همان اتم هلیوم است، گاهی β که همان الکترون است و گاهی γ که فوتون است، واقعاً داخل هسته چیست؟

طبق مسئله‌ای که رادر فورد تجربه کرد هسته‌ها جرثومه‌های از مرتبه ده به توان منهای ۱۲ می‌باشند که بار غالب آن‌ها بار مثبت است، که اسم این بار را پروتون گذاشتند، ولی ساختار هسته از چیست که از آن می‌تواند این اشعه‌ها خارج شود آیا از مضارب صحیحی از هسته‌های هلیوم ساخته شده است در حالی که عناصری از هلیوم سبک‌تر هم وجود دارند، آیا ترکیبی از پروتون و الکترون است چنانچه دیده می‌شود اشعهٔ β از آن خارج می‌شود، تا مدت‌ها هسته را ترکیبی از پروتون‌ها و الکترون‌ها می‌گرفتند در عناصر سبک شاید درست بود و مشکلی از این نظر وجود نداشت اما وقتی کمی عناصر سنگین‌تر می‌شدند.

مثلاً اورانیوم $U_{۲۳۸}$ در هسته ۲۳۸ پروتون در نظر گرفته می‌شد و ۲۳۸ الکترون، این الکترون‌ها می‌توانستند جلوی دافعه پروتونی را بگیرند، از سویی برای بعضی از عناصر ایزوتوپ پیدا شده بود، ایزوتوپ‌ها عناصری بودند که از لحاظ خواص شیمیایی قابل تفکیک از عنصر اصلی نبودند ولی از لحاظ فیزیکی متفاوت بودند.

مثلاً نیمهٔ عمر متفاوت داشتند اگر می‌خواستیم این ایزوتوپ‌ها را با عدد جرمی تعیین می‌کردیم که با کم و زیاد شدن پروتون‌ها لاجرم عنصر هم عوض می‌شد در صورتی که این‌ها یک عنصر بودند، از سویی اسپین این هسته‌ها، صحیح بود در صورتی که اگر از الکترون در آن‌ها می‌بود می‌بایست اسپین عدد غیر صحیح در می‌آمد، مجموعه‌ای از اشکالات وجود داشت که مدل پروتون ـ الکترون را با چالش مواجه کند.

در این زمان ایرن کوری[۱]، دختر مادام کوری در آزمایشگاه در حال آزمایش بود، وی کارش بمباردمان عناصر و نوشتن نتایج بود، وی نمونه‌ای از برلیوم را با ذرات آلفا بمباردمان کرد، متوجه شد که در اثر این کار اشعه‌ای از آن بیرون می‌آید که قدرت نفوذ زیادی هم دارد گمان کرد که شاید اشعهٔ γ باشد.

این اشعه را به درون پارافین فرستاد، متوجه شد که در اثر نفوذ این اشعه به پارافین که غنی از هیدروژن است، مقدار زیادی پروتون به بیرون پرت می‌شوند، عجیب بود اشعهٔ γ، برخورد به پارافین کند و پروتون خارج شود کلاً بایستگی انرژی، اندازه حرکت زیر سؤال می‌رفت، این مقاله را منتشر کرد، مقاله به دست چادویک رسید.

چادویک[۲] با ملاحظه و محاسبات آزمایش گفت که اگر ما ذره‌ای دیگر تقریباً هم جرم پروتون و بدون بار را در هسته در نظر بگیریم مشکل آزمایش ایرن کوری برطرف می‌شود، چادویک نام آن را نوترون گذاشت.

ذراتی سنگین و بی‌بار با قدرت نفوذ بالا هایزنبرگ از این ایده چادویک استقبال کرد و مدلی را برای هسته ارائه داد که مشتمل بر پروتون، الکترون و نوترون باشد، مشکل ایزوتوپ‌ها هم تا حدودی حل می‌شد، چون کم و زیاد شدن نوترون عامل به وجود آمدن ایژوتوپ‌ها بود نه پروتون، پس ماده از لحاظ شیمیایی تغییر نمی‌کرد ولی از لحاظ فیزیکی تغییر می‌کرد، ولی مشکلی که در این حال ظاهر می‌شد این بود که هنوز نمی‌توانستند با وجود الکترون مشکل صحیح بود اسپس هسته را حل کنند، پس لازم بود از سویی مشکل دافعه پروتونی هم هنوز لاینحل بود، برای مشکل دافعه پروتونی، فردی به نام یوکاوا[۳] نظری ارائه داد که بین پروتون‌ها یک نیروی کوتاه برد وجود دارد که با رد و بدل شدن ذره‌ای امکان دارد ایجاد شده باشد که به آن مزون نام نهاد.

اما این ذره با آن‌که بسیار سنگین‌تر از پروتون هم بود ولی ردیابی آن میسر نبود لذا در اشعهٔ کیهانی به دنبال آن گشتند پیش‌بینی یوکاوا این بود که جرم این هسته می‌باید ۲۰۰ ev باشد، اتفاقا در اشعهٔ کیهانی این مزون

۱.دانشمند فرانسوی دارای جایزه نوبل ۱۹۳۵

۲.فیزیکدان انگلیسی دارای جایزه نوبل ۱۹۳۵

۳.فیزیکدان ژاپنی دارای جایزه نوبل ۱۹۴۹

ردیابی شد ولی یک ذره دیگر با جرم ۲۷۳ پیدا کردند که این بر هسته تأثیر می‌گذاشت و هسته را دگرگون می‌کرد.

اسم این ذره را مزون II گذاشتند، حالا می‌دانستند که در درون هسته بین پروتون‌ها مزون II رد و بدل می‌شود که نیروی هسته‌ای متأثر از آن است، دیراک[۱] پیشنهاد که می‌بایست نوترون به پروتون و پروتون به نوترون تبدیل شود که در این تبدیلات هم مزون II به وجود بیاید، اما مسئله اشعهٔ β هنوز لاینحل مانده بود، معمای دیگری هم در اشعهٔ βصادره از هسته بود و آن این بود که انرژی آن پیوسته بود نه گسسته یعنی کوانتوم را نقض می‌کرد، برای این موضوع دیراک پیشنهاد داد که می‌بایست علاوه بر اشعهٔ β، ذراتی دیگر هم خلق شوند که نوتریونو نام دارند که حامل انرژی و اندازهٔ حرکت مورد اختلاف یا کوانتومی هستند کشف شد که نوترون‌های آزاد یک خاصیتی دارند که ناپایدارند بعد از ۱۲ دقیقه به پروتون و الکترون و یک نوترنیو استحاله پیدا می‌کنند، اما نوترون داخل هسته که مفید است و استحاله‌ای در ان در کار نیست اما یک نکته شاید اهمیت است.

وقتی اشعهٔ β از هسته‌ای ساطع می‌شود که، هسته ناپایدار است یا نوترون یا پروتون زیادی دارد و هسته برای پایداری یکی از آن‌ها را استحاله می‌کند اگر نوترون زیاد بود که یک نوترون به پروتون و الکترون و نوترنیو استحاله می‌شود و اگر پروتون زیاد بود می‌گفتند پروتون یک الکترون از محیط می‌دزدد و تبدیل به نوترون می‌شود، تا به پایداری برسد. فرمی[۲] در مورد استحالهٔ اشعهٔ β از یک فرمولی استفاده کرد که دامنه تلاشی β

$$M = G_f(\psi_P \Gamma \psi_n)(\psi_v \Gamma \psi_c)$$

ضریب تبدیل ثابت جفت شدگی فرمی

عوامل Γ محتوای جوهر اثرات بر هم کنش ضعیف می‌باشند و به تبدیل ذرات منجر می‌شوند، در تلاشی β پارتیه نقض می‌شود،

■ نقض پارتیه

یکی از اصول بقای فیزیک بقای پارتیه است، پارتیه به معنای تصویر آینه‌ای است یعنی این‌که اگر چنانچه شما آزمایشی را جلوی فرضاً آینه‌ای انجام دهید، نتایج این آزمایش با تصویری که در آینه دیده می‌شود.

با آن‌که شاید یه ظاهرا در جهت‌ها معکوس شده باشد مثلاً راست چپ و چپ راست شده باشد، نباید در نتیجه ازمایش خللی ایجاد شود، ولی در تابش β وقتی عنصر کبالت مورد ارزیابی قرار گرفت، نتیجهٔ عجیبی بدست آمد، نشان از این بود که در حضور میدان مغناطیسی عنصر کبالت اشعهٔ β از خود ساطع می‌کند، که این اشعه در سمت چپ این عنصر بیشتر از سمت راست است، پس وقتی این آزمایش را معکوس می‌کنیم،

۱.فیزیکدان انگلیسی دارای جایزه نوبل ۱۹۳۳

۲.دانشمند ایتالیایی دارای جایزه نوبل ۱۹۳۸

یعنی به عبارتی در آینه می‌بینیم گویی در آینه باز هم سمت چپ بیشتر تابش می‌کند و این یعنی نقض پارتیه، پس تابش β، اولاً، نشان از نیروی هسته‌ای ضعیف بود که عامل تلاشی هسته و به وجود آمدن ذره β می‌شود و در ثانی حاکی از نقض بقای پارتیه بود.

■ معادلات شوردینگر و هایزنبرگ

همان طور که در فصول پیشتر خاطر نشان کردیم با ارائهٔ نظریهٔ دوبروی $P = \frac{h}{\lambda}$ دو دیدگاه به وجود آمد عده‌ای آمدند و گفتند موج که ماده نیست داده می‌شود، موجی حقیقی است و که بوهم، انیشتین، رزن وپولدوسکی مدافع این نظریه بودند که امواج حامل ذراتند و بوهم نظر متغییرهای پنهان محلی را عنوان نمود که در آزمایش یل آن رد شد و بعد نظریهٔ متغییرهای غیر محلی را داد که این نظریه یک پتانسیل کوانتومی کلی در جهان قائل است که ارتباط بین ذرات را برقرار می‌کند.

نظر همان چیز که شوردینگر در بدن انسان قائل بدان است[۱] که ارتباط بین سلول‌ها را برقرار می‌کند و به مثابه روح در بدن است، آن روح برای کل ذرات عالم است، از سویی متفکرانی مثل شوردینگر و هایزنبرگ بر این عقیده بودند که این امواج، موج احتمال است که در اثر تکرار دفعات یک عمل پدید می‌آید یعنی این‌که یک بسته احتمال است که احتمالات مختلف هم دوش هم در کنار هم قرار گرفته‌اند، و فقط یک مشاهده‌گر هوشمند و فرامادی می‌تواند این بسته موج را خلاصه کند و گزاره «و» را به گزارهٔ «یا» تبدیل نماید[۲]، یعنی این موج یک بسته موج احتمال کاملاً ریاضی است، و موجودیت فیزیکی ندارد بلکه موجودیت ریاضی دارد، در جهان ریاضیات و یا در حالت احتمال همان طور که گفته شد همهٔ احتمالات در کنار هم قرار دارند گزاره «و» حاکم است نه «یا» در جهان ریاضیات به تغییر، حتی تقدم و تأخر معنی ندارد و همه کنار هم هستند، شما فرض بکنید یک تاسی را در دست داریم که این تاس از شش وجه ساخته شده است، و شش شماره را نشان می‌دهد، اولاً در جهان پاسیبلیتی یا امکان یا ریاضی در این جهان همهٔ وجوه در کنار هم به یک احتمال وجودی هستند یکی بر دیگری ارجحیت ندارد.

حال وقتی این تاس توسط شخصی انداخته می‌شود، از فاز پاسیبیلیتی وارد فاز احتمال می‌شود، در فاز احتمال یکی از حالات بروز می‌کند یا «۱،....، ۶» یعنی به عبارتی همان چیزی که هایزنبرگ و شوردینگر می‌گفتند.

یعنی، جهان از فاز پاسیبلیتی که همان فاز کوانتومی هم هست یا عملگر مشاهده‌گر به فاز احتمال وارد می‌شود و یکی از حالات اندازه‌گیری می‌شود، حالا در مرحلهٔ بعدی ممکن است حالات بعدی ظهور پیدا کند

۱.حیات چیست؟(اروین شوردینگر)

۲.فلسفه کوانتوم

بروز حالت‌های مختلفی یکی پس از دیگری، زمان را به وجود می‌آورد، حالت اول، حالا حالت دوم....، حالت‌های متناوب و پشت سرهم در فاز احتمال این قیل و بعدها و ظهور احتمالات مختلف را زمان می‌گوییم.[۱]

پس در این تعریف معنای زمان بستگی به با اندازه‌گیری رابطه مستقیم دارد، و اندازه‌گیری‌های مختلف زمان را ایجاد می‌کند در حالتی که بسته موج در فاز پاسیبلیتی خود قرار دارد معادلات مستقل اثر زمان است، زمان در جهان احتمالات معنی پیدا می‌کند، پس زمان را بروز حالت‌های مختلف بعد از حالت‌های دیگر یا قبل از حالت‌های بعدی است، میزان درنگی که از ظهور یک ویژه حالت با ظهور ویژه حالت دیگر اتفاق می‌افتد زمان نامیده می‌شود که بستگی به عملگر مشاهده دارد.

پس همان طور که گفتیم زمان یا عملگر مشاهده معنی پیدا می‌کند، حالا بحث سرعت را باز تعریف می‌کنیم، آهنگ تغییرات بسته موج حالا فرض کنید که این بسته موج، خودش دچار تغییرات شود، یعنی حالات ویژه آن تغیر کند، تغییر این حالات ویژه اگر در بازه همین درنگ‌ها اندازه‌گیری صورت پذیرد، می‌شود اسم سرعت را بر آن گذاشت، یعنی به عبارتی... مقدار تغییراتی که یک بسته موج احتمال در فرآیند دو اندازه‌گیری پی‌درپی انجام داده است، یا میزان تغییراتی که در حالات سیستم در اثر دو اندازه‌گیری پی‌درپی به وجود آمده است، به هر حال زمان با اندازه‌گیری معنی پیدا می‌کند نه قبل از آن، پس بعد از اندازه‌گیری می‌توانیم صحبت از زمان و یا سرعت و امثال آن کرد.

در مکانیک کوانتومی ممکن است در اثر دو اندازه‌گیری مستقیم یا شرایط یکسان به اندازهٔ حالت‌های ویژه تغییر ایجاد شود و مثل حالت کلاسیک این طور نیست که همیشه انتظار حالت یکسان را داشته باشیم.

و چون با هر اندازه‌گیری حالت سیستم تغییر می‌کند، لذا در مکانیک کوانتومی تفاوت می‌کند که ما اول چه کمیتی را اندازه‌گیری می‌کنیم بعد چه کمیتی را در حالت‌های سیستم حالت‌های متفاوت به وجود می‌آید، مثل کلاسیک نیست که فرقی نکند که اول کدام کمیت را می‌خواهیم اندازه‌گیری کنیم.[۲]

همان طور که گفتم مفاهیم در این نگرش، با مفاهیم کلاسیک فرق می‌کند، در مکانیک کوانتومی به جای مکان می‌گوییم بسته موج احتمال، مکان الکترون به دور هسته، در واقع احتمال حضور الکترون در گرد هسته است که به آن اوربیتال می‌گویند، حالت‌های مختلف الکترون به گرد هسته، گردش الکترون به دور هسته یعنی «W» یعنی این حالت‌های مختلف متناوبا تکرار می‌شود.[۳]

۱.فلسفه کوانتوم

۲ .فلسفه کوانتوم

۳ .کیهان‌شناسی تحلیلی کوانتومی–نسبیتی

از یک حالت در مختصات فرضاً قطبی که «صفر» است تا حالت «2π» وضعیت تکرار می‌شود بدین لحاظ می‌گویند الکترون دور هسته دارای تکانهٔ زاویه‌ای مداری است که با «L» نشان می‌دهند، حال فرض کنید، الکترون و مجموعاً اتم تحت تأثیر یک میدان مغناطیسی قرار بگیرد.

در این حال مشاهده می‌شود که این میدان مغناطیسی، در حالتی که جهش مشخص باشد مثلاً رویه بالا، اندازه حرکت مداری «L» به اندازه‌ای بیشتر می‌شود و اگر بر خلاف جهت باشد به اندازه‌ای کمتر می‌شود، این زیاد و کم شدن اندازهٔ حرکت زاویه‌ای مداری، در اثر میدان مغناطیسی دوره تناوب‌ها یا اندازه حرکت‌های به اندازه $\frac{1}{2}$ حالت دارد، یعنی در نصف حالت قبلی دوباره تکرار می‌شود، اسم آن را اسپیس گذاشتند.[1]

در کلاسیک مثل این است که الکترون گرد خودش گردش دارد، در صورتی که در کوانتوم چنین برداشتی از اسپیس نیست به هر حال در مکانیک کوانتومی ما با مسائلی مواجه هستیم که مجبوریم برای درک آن‌ها مثال‌هایی از فیزیک کلاسیک بیاوریم در صورتی که از نظر مفاهیم با هم فرق می‌کنند.

پس مفهوم اسپین را گفتیم، در حالت عادی فقط اندازهٔ حرکت مداری داریم، این خاصیت اسپینی الکترون چرا دیده نمی‌شود، پائولی[2] عنوان می‌دارد به خاطر این است که وقتی در یک تراز انرژی الکترون وجود دارد در واقع در این سیستم می‌شود دو الکترون در نظر گرفت که دارای دو اسپین بالا و پایین هستند.

این یعنی این‌که یک سیستم اتمی، حالت الکترون یک بسته موج را دارد که دارای دو حالت متفاوت هستند که همدیگر را خنثی می‌کنند، و در حضور میدان مغناطیسی می‌توانند خود را نشان بدهند، و بیشتر از این دو هم نیست چرا که، بیشتر از این دو حالت دیده نشده است این الکترون خود دارای دو حالت ویژه است، در فضای هیلبرت در اثر عملگر میدان مغناطیسی مشخص و معین خود را به یک حالتی نشان می‌دهد، نکته جالب در مورد اتم هیدروژن، این‌که طول موج الکترون که از $P = \frac{h}{\lambda}$بدست می‌آید از شعاع اتم بزرگ‌تر است، یعنی فضایی که الکترون می‌تواند در آن باشد از شعاعی که ما اندازه‌گیری می‌کنیم بیشتر است.

حالا باز می‌گردیم به تعابیر شوردینگر و هایزنبرگ، شوردینگر بر اساس معادلهٔ اول ترمودینامیک و بر اساس معادلات موج که از نظر دوبروی استخراج کرده بود و بر اساس کارهای هامیلتون که می‌توانست حالت ذرات را از قانون پایستگی انرژی استخراج کند چنین نتیجه‌ای گرفت.

۱.دانشنامه فیزیک

۲.دانشمند اتریشی دارای جایزه نوبل ۱۹۴۵

■ E=T+V انرژی کل

حال در فیزیک کوانتوم هستی که فرضاً الکترون به مثابه سیاره‌ای حول هسته هستند انرژی کل برابر است یا انرژی جنبشی ذره که در حال گردش است و ارتباط با اندازهٔ حرکت ذره‌دار به علاوه انرژی پتانسیل ذره، نسبت به هسته،[۱]

$$E = T + V$$
$$E = \frac{P^{۲}}{۲m} + V\left(x،t\right) = H$$
$$E = \frac{P.P}{۲m} + V(x،t)$$
$$E_n = \sum_{n=۱}^{N} \frac{P_n.P_n}{۲m_n} + V\left(\Upsilon_۱، \ \ldots، \Upsilon_n، t\right) = H$$
$$E\psi = \frac{P.P}{۲m}\psi + V\psi$$
$$\psi = Ae^{i(k.\Upsilon - wt)} = Ae^{i(p-\Upsilon - Et)/h}$$
$$\psi\nabla = \frac{i}{h}P\psi \Rightarrow P = \frac{h}{i}\nabla\psi$$
$$ih\frac{\delta\psi}{St} = \frac{-h^{۲}}{۲m}\nabla^{۲}\psi + V\psi$$

■ تعبیر معادلهٔ شوردینگر

آهنگ تغییرات بسته موج کوانتومی برابر است با میزان واگرایی تغییراتی که بسته موج در جهت‌های مختلف ایجاد می‌کند به علاوه انرژی پتانسیل بسته موج احتمال همان طور که پیش‌تر گفته شد.

زمان در مکانیک کوانتومی یعنی، درنگی که در اندازه‌گیری‌های متوالی بین دو اندازه‌گیری صورت می‌پذیرد، پس گفتم که زمان با مفهوم اندازه‌گیری رابطه تنگاتنگ دارد بنا بر این پس لاجرم وقتی ما با اندازه‌گیری‌های متوالی مواجه هستیم و به دنبال تغییرات بسته احتمال در این درنگ هستیم، بسته موج احتمال با این اندازه‌گیری‌ها روبه وارفتگی یا واگرایی می‌گذارد.[۲]

وقتی ما میزان این واگرایی در جهت‌های مختلف را در بسته موج داشته باشیم به اصطلاح می‌توانیم زمان را تعریف کنیم، به اصطلاح ما می‌توانیم به وسیلهٔ معادلهٔ شوردینگر هم زمان را تعریف کنیم و هم آهنگ اندازه‌گیری در جهت‌های مختلف و واگرایی این بسته موج را بدست آوریم یعنی این بسته موج با اندازه‌گیری در جهت‌های مختلف در حال کوچک شدن و تقلیل رفتن یا خلاصه شدن است که آن را با γ پلاسین ψ نمایش

۱.فیزیک مدرن سلز

۲.کیهان‌شناسی تحلیلی

می‌دهیم، به عبارتی خلاصه شدن بسته موج برابر اندازه‌گیری متوالی سیستم است یعنی اندازه‌گیری برابر است با خلاصه شدن بسته موج.

معادلات شوردینگر در واقع با دانستن یک حالت سیستم می‌توانیم حالات بعدی سیستم را در اندازه‌گیری‌های بعدی تخمین بزنیم و بسته موج یعنی حالات $\psi = \sqrt{P\left(\gamma,t\right)}\, e^{iS(\gamma,t)/h}$ با استفاده از معادلهٔ شوردینگر شما یک بسته احتمال را بدست می‌آوری یعنی حالات ویژه‌ای که می‌تواند یک سیستم داشته باشد، که این ψ از اعداد مختلط هست یعنی مقداری از آن اثرات آنی دارد و مقداری از آن اثراتی دارد که اثراتش آنی نیست، اثرات آنی یعنی چه یعنی اثراتی که الان قابل اندازه‌گیری است، اما مقداری از اثرات هم الان قابل اندازه‌گیری نیست به چه میزان قابل اندازه‌گیری نیست به اندازهٔ کوانتومی یعنی عدم قطعیت در ψ نهفته شده که این عدم قطعیت با موهومی بودن آن خود را نشان می‌دهد، یعنی ما دارای بسته موجی هستیم که، بعضی از مقادیر ویژهٔ آن قابل اندازه‌گیری است و تعدادی از مقادیر ویژه الان قابل اندازه‌گیری نیست ولی در زمان‌های دیگر قابل اندازه‌گیری است پس معادلهٔ شوردینگر می‌تواند با اندازه‌گیر ψ تعداد مقادیر ویژه را در زمان‌های دیگر را هم نشان دهد هر چند الان قابل اندازه‌گیری نباشد، از خصوصیات این معادله این است که حالات ویژه قابل اندازه‌گیری هستند و حقیقی هستند که به اصطلاح به آن‌ها هرمیتی گفته می‌شود.

■ معادلات شوردینگر در حالت نسبیتی[۱]

معادلات شوردینگر اگر در چهارچوبی باشد که سرعت آن برابر با سرعت نور باشد بنا به یکی از اصول نسبیت خاص که معادلات و قوانین فیزیک در همه، چهارچوب‌های لخت یکسان و دارای نتایج یکسان هستند چگونه می‌باشد، یعنی نتایجی که برای این معادلات در حالت یک بسته موج وقتی در حالت یک چهارچوب ساکن است یا نتایجی که برای یک بسته موج که در محیطی است که با نزدیک سرعت نور حرکت می‌کند باید، یکسان باشد ولی این گونه نیست، یعنی در چهارچوبی که با سرعت نزدیک سرعت نور است نتایج متفاوت می‌شود، و تغییرات بسته موج توسط مشاهده‌گرهای پی‌درپی متفاوت خواهد بود.

به عبارتی خلاصه شدن بسته موج در حالت یک چهارچوب ایستا با حالتی که با سرعت نزدیک نور حرکت می‌کند نتایج متفاوت خواهد داد، یعنی مقادیر ویژه آن متفاوت خواهد بود، و این با نسبیت خاص جور در نمی‌آید.

دیراک برای گذار از این معضل پیشنهاد داد که الکترون می‌بایست به جای دو حالت چهار حالت داشته باشد دو حالت اسپین بالا و اسپین پایین، یک حالت معادلات الکترون در حالت آزاد و دیگری حالت الکترون

۱.کیهان‌شناسی تحلیلی

در حالت مقید که در این دو حالت اخیر یعنی این‌که $E > ۰$ و $E < ۰$ باشد خوب حالت اول و دوم که از حالات الکترون هست حالا چطور یک الکترون هم مقید باشد و هم مقید نباشد.[۱]

چطور ممکن است که یک الکترون مثلاً دور هسته، آزاد هم باشد یا یک الکترون آزاد مقید هم باشد در حالت عادی خوب مثلاً در مورد یک الکترون آزاد جواب معادلات اگر انرژی منفی باشد کنار گذاشته می‌شود، مثلاً معادله‌ای را فرض کنید در یک چهارچوب لخت البته نزدیک به سرعت نور در حالت حرکت کردن است.

می‌بایست این معادله جوابش با جواب معادله‌ای که الکترون در چهارچوبی با سرعت پایین است یکی باشد یعنی فرضاً باید در قطاری که نزدیک به سرعت نور اما لخت است معادلات شوردینگر با قطار ساکن فرقی نکند، اگر فرق کند، با معادلات شوردینگر ایراد دارد یا اصول نسبیت خاص با مشکل مواجه می‌باشد، که معادلات شوردینگر از این وضعیت تبعیت نمی‌کند، یعنی در حالت نسبیتی و حالت غیر نسبیتی جواب‌های متفاوتی دارد، حال با این حالت می‌بایست چگونه عمل کرد، در حالت نسبیتی علاوه بر دو حالت اسپین الکترون، حالات دیگری نیز به وجود می‌آید، که دو برابر از حالت ذکر شده بیشتر می‌باشد،

یعنی به مقدار $j = L \pm S \pm$ اضافه می‌شود، که درست دو برابر حالت اسپین است این حالت می‌تواند برای دو حالت باشد یکی این‌که الکترون در خلاء فرض شود و آزاد و دارای انرژی $E > ۰$ و در حالت دیگری به حالت انرژی $E < ۰$ یعنی، الکترون در قید باشد.

سؤال اینجاست که چگونه یک الکترون آزاد را اندازه‌گیری می‌کنیم یکی از حالاتش این است که الکترون در قید باشد، در قید چه چیز باشد، انرژی آن نسبت به چه چیز منفی باشد، دیگر فیزیکدانان این فرض را از جمله فرض‌های غیر محتمل می‌دانستند.[۲]

ولی دیراک خاطر نشان کرد که این حالت می‌تواند باشد در صورتی که الکترون در حالتی باشد که دارای شارژ مثبت باشد، یعنی در حالتی قرار بگیرد یا جرمی که دارد و وضعیتی که دارد، دارای شارژ + باشد، خوب اگر الکترون در حالت عادی یعنی (+m) و دارای بار منفی، دارای انرژی مثبت باشد یعنی در چاه پتانسیل نیست، یعنی انرژی آن از چاه پتانسیل بیشتر است اگر این ذره بخواهد مقید باشد لاجرم می‌باید انرژی آن از چاه پتانسیل کمتر باشد، حال اگر یک الکترون با (+m) در نظر بگیریم این الکترون اگر بخواهد دارای انرژی منفی و مقید باشد می‌بایست در یک چاه پتانسیل قرار داشته باشد که این چاه غیر قابل مشاهده باشد، یعنی دارای انرژی منفی باشد، و چرا در این حالت تشعشع ندارد، چرا که همه ترازهای انرژی در این چاه پر است، توان حرکت ندارد.

۱.فلسفه کوانتوم

۲.کیهان‌شناسی تحلیلی

■ باز هم معادلات نسبیتی شوردینگراما از زاویه دیگر

معادلات نسبیتی یعنی چه؟ یعنی این‌که نوشتن معادلات برای ذراتی که سرعت آن‌ها به سرعت نور نزدیک است، ما در کوانتوم حرف از بسته موج احتمال داریم و سرعت یعنی تغییراتی که در حالت سیستم به وجود می‌آید، درنگ‌های مشاهداتی، اگر تغییراتی که در حالت سیستم به وجود می‌آید نزدیک به سرعت نور باشد، یعنی چه؟

یعنی این‌که یعنی در هر ثانیه سیصد هزار بار تغییر کند، در این حالت انرژی سیستم برابر است با $E = mc^{۲}$ برای الکترون اگر دو حال $\left(+\frac{۱}{۲}, -\frac{۱}{۲}\right)$ قائل باشیم یعنی سیصدهزار بار دائماً اسپین بالا و پایین باشد، آیا در بسته موج تغییری ایجاد نمی‌شود، اگر انرژی به این حد باشد، مشاهده شده است که دورهٔ تناوب تغییر حالت بسته موج علاوه بر تأثیراتی که روی اندازهٔ حرکت سیستم دارد، J=L+S دو برابر حالت غیر نسبتی است، یعنی گویی حالت‌هایی در الکترون وجود دارد که مدنظر قرار گرفته نشده و در حالت نسبتی خود را نشان می‌دهد، این حالت را شاید بتوان در معادلات ماکسول جستجو کرد، اگر چنانچه $\nabla \times \beta = \mu_{\cdot} j + \frac{۱}{c^{۲}}\frac{\delta E}{St}, \nabla . \beta = ۰$ در اثر نوسان میدان مغناطیسی در یک سیستم میدان الکتریکی و جریان به وجود می‌اید، پس ما علاوه بر داشتن میدان مغناطیسی و اسپین، مواجه با میدان دیگری هستیم به نام میدان الکتریکی،

$$g = \frac{nh}{۲e} n g_D, n = ۱, ۲, \ldots . g_D = \frac{۱۳۷}{۲} e$$

این میدان در سرعت‌های نسبتی خود را نشان می‌دهد، و این میدان دو حالت ویژه در الکترون به وجود می‌آورد حالت ویژه‌ای که مربوط به الکترون با شارژ (−) است و حالت ویژه‌ای که الکترون را با بار (+) نشان می‌دهد.

دانشمندان این قسمت با بار الکترون با بار مثبت را نمی‌شناختند پس دیراک این را پیشنهاد داد و اتفاقاً این ذره کشف شد، که به آن پوزیترون نام نهادند، پوزیترون الکترونی بود با جرم مثبت و دارای بار مثبت، اما چرا پوزیترون‌ها همچون الکترون‌ها قابل ردیابی نیستند و پیدا شدن آن‌ها بسیار مشکل است.

الکترون متعلق به دنیایی است با انرژی مثبت و قابل مشاهده، اگر انرژی مثبت باشد قابل مشاهده است و موج احتمال کوانتومی می‌تواند در آن خلاصه شود ولی اگر انرژی منفی باشد و الکترون مقید باشد تابع موج خلاصه نمی‌شود، پس لاجرم، این پوزیترون باید مقید باشد و متعلق به انرژی منفی، خوب چطور ممکن است در حالات یک الکترون آزاد در خلاء که با سرعت نور حرکت می‌کند، چنین چیزی را اندازه بگیریم یعنی حالت ویژه‌ای که مقید باشد و دارای انرژی منفی به چه چیز مقید است، مثلاً اگر یک الکترون معمولی مقید باشد در یک میدان خاص الکتریکی هسته‌ای یا مانند آن مقید است، ولی وقتی این الکترون آزاد از تقید است چطور

یکی از حالات وی داشتن تقید است، خوب این تقید و داشتن انرژی منفی، آن هم با قید این‌که شارژ مثبت باشد یعنی در میدان الکتریکی به سمت دیگری کشیده می‌شود، چگونه ممکن است؟

دیراک این تقید را نسبت به سیستمی قرار داد که این سیستم کلاً انرژیش منفی باشد، یعنی سیستمی که وی گفت که الکترون‌هایی که ما مشاهده و اندازه‌گیری می‌کنیم متعلق به یک سیستم و بسته موجی است، ماتریسی، که هر لحظه الکترون حالتی از حالات را در این ماتریس اشغال می‌کند، وقتی که ما الکترون را مشاهده می‌کنیم در اصل در یکی از حالات ویژه وجود دارد و بیشترین میزان چشمداشتی آن می‌باشد، حال اگر این حالات کوانتومی، وقتی که الکترون در آن وجود ندارد یا مقدار چشمداشتی در آن کم است، حفره‌ای است که به آن حفره، خود ذره‌ای است، از پادالکترون‌ها، و همه مراتب انرژی آن‌ها پر است، بدین لحاظ گذاری در آن اتفاق نمی‌افتد، هرازگاهی در اثر زیاد بودن انرژی در نزدیکی ذره‌ای سنگین اتفاق می‌افتد که یک الکترون و یک پوزیترون پیدا می‌شوند، و مشاهده می‌شوند یعنی پوزیترون انرژی مثبت پیدا می‌کند بعد از لحظاتی دوباره به جای خود باز می‌گردد و غیر قابل مشاهده می‌شود.

این فضای ماتریسی عظیم با انرژی منفی را در میدان کوانتومی خلاء می‌گویند یعنی در واقع الکترون به مثابه گردابی است در دریای عظیم پتانسیل کوانتومی یا خلاء منفی که خود را نشان می‌دهد، در واقع جهان ما از اقیانوسی عظیم و از انرژی منفی آفریده شده است، که قابل مشاهده نیستند، و به اصطلاح تابع موج احتمال آن‌ها خلاصه نمی‌شود، پس هر آنچه که اندازه‌گیری می‌کنیم از ذرات، همان طور که دارای انرژی مثبت هستند و آزاد، همان طور هم دارای انرژی منفی هستند و مقید و این انرژی آزاد ار اصل لمعاتی از همان انرژی و اقیانوس منفی است که خود را نشان می‌دهد، بر طبق این مطلب خوب است اشاره‌ای خلقت از عدم و خلقت مدام داشته باشیم هاوکینگ[۱] از جمله جنجالی‌ترین مسائلی را که مطرح کرد آغاز خلقت از عدم بود، ولی عدمی که هاوکینگ از آن صحبت می‌کند، خلاء فیزیکی است که خود دریایی از انرژی منفی و ذرات غیر قابل مشاهده است که در اثر یک تغییر فازی یا یک تونل‌زنی کوانتومی ذرات از چاه پتانسیل بیرون آمده‌اند و قابل مشاهده شده‌اند برای بیرون آمدن از این چاه پتانسیل برای هر ذره با توجه به جرمی که دارد $۲m.c^۲$ انرژی لازم است.

■ نظریهٔ میدان‌های کوانتومی

همان طور که قبل‌تر توضیح دادیم، دیراک خاطر نشان ساخت که معادلات شوردینگر در حالت نسبیتی با حالت غیر نسبیتی متفاوت است و در حالت نسبتی بسته موج گویی دو برابر بیشتر از حالت عادی است که گفتم در این حالت به علت نوسانات میدان مغناطیسی واسپین‌ها یعنی در حدود سیصد هزار بار در ثانیه تغییر

۱.دانشمند انگلیسی و از نظریه پردازان کیهان‌شناسی و فیزیک سیه چاله

کردن، میدان الکتریکی به وجود می‌آورد که این میدان الکتریکی حاکی از وجود دو حالت دیگر علاوه بر $\left|+\frac{1}{2}\right\rangle\left|-\frac{1}{2}\right\rangle$برای الکترون است که حالت $\langle e^+|e\rangle$ می‌باشد یعنی د رحالت نسبتی $\langle\frac{1}{2}|\frac{1}{2}|e^+|e^-|$ یا $\left|+\frac{1}{2}\right\rangle\left|-\frac{1}{2}\right\rangle$ و $\langle e^+|e^-\rangle$ وجود دارد.

همان طور که گفتیم اگر یک الکترون آزاد در خلاء را در نظر بگیریم که در حالت نسبتی است چگونه می‌شود که در عین حال که انرژی آن $E > 0$ است در عین حال $E < 0$ هم باشد یعنی مقید باشد، باید مقید به چه چیز باشد، دیراک خاطر نشان کرد که الکترون علاوه بر این‌که آزاد است مقید است به یک فضایی که این فضا مملو و مشحون از ترازهای اشغال شده انرژی است که توسط پادالکترون‌ها اشغال شده‌اند به مثابه یک ماتریس حالت که الکترون معمولی یکی از حالات آن را اشغال کرده است.

و سایر مؤلفه‌های ماتریس به مثابه یک حفره هستند که این حفره‌ها همان پادالکترون‌ها هستند که همه ترازهای انرژی را پر کرده‌اند پس در حالتی که آرام و غیر فعال و غیر قابل اندازه‌گیری هستند، e^+ متعلق به این فضا است، و این فضا چون اقیانوسی کل فضا را پر کرده است، این e^+ وقتی ظاهر می‌شود که انرژی در درون سیستم به اندازهٔ $2mc^2$ بالا رود پس لاجرم یک زوج الکترون e^+ و e^- ظاهر می‌شوند، و e^+ دوباره با یک e^- ترکیب می‌شود و انرژی سکون خود را از دست می‌دهد و به حالت میدان باز می‌گردد، این محیطی و سیستم و اقیانوس انرژی منفی که دیراک از آن نام می‌برد را خلاء می‌نامیم.

■ خصوصیات خلاء کوانتومی

اولاً این خلاء دارای انرژی منفی و پر از حفره است که به صورت کوانتومی ترازهای مختلف انرژی را تسخیر کرده‌اند، در حالت عادی در حالت آرامش و غیر قابل اندازه‌گیری هستند، اما اگر به دلیلی انرژی در آنجا به گونه‌ای تغییر کند و $E>0$ برسد می‌شود حالتی به وجود آید که قابل مشاهده و خلاصه شدنی باشد برای این مسئله اول می‌بایست جرم سکون بدست آورند و درحالت بعدی انرژی حرکت کردن در فضای مثبت را داشته باشند.

یعنی حداقل انرژی $2mc^2$ می‌بایست باشد، اگر انرژی به اندازهٔ $2mc^2$ وجود داشته باشد که m مقدار جرم سکون الکترون از خلاء e^+ و e^- حالت $E>0$ می‌رسند و قابل اندازه‌گیری می‌شوند. در درون خلاء کوانتومی چه خبر است؟

گفتیم خلاء به مثابه یک ماتریس است که مؤلفه‌های آن یا ترازهای انرژی آن توسط ضد ذرات یا پاد الکترون پر شده است.

همان طور که اشاره شد، در حالت عادی این پادالکترون‌ها جرم هم ندارند پس چه چیز دارند، فقط دارای اسپیس، و شارژ هستند، یعنی چه؟

یعنی این‌که چون در فضای انرژی منفی هستند بسته‌های موجی کوانتومی هستند، که این بسته‌های موج کوانتومی قابلیت خلاصه شدن ندارند و ترازهای مختلف انرژی را پر کرده‌اند، طبق اصل طرد پائولی در هر تراز فقط و فقط می‌تواند یک اوربیتال بایسته الکترون کوانتومی وجود داشته باشد، پس پیچ پادالکترونی نمی‌تواند جای دیگری را بگیرد یا در یک طراز نمی‌توانند چند e^+ وجود داشته باشد چون هر کدام بنا بر انرژی خود در جای خود مستقر هستند.

اگر از جای در حال تعادل خود خارج شوند به حالت خود باز خواهند گشت، در حالت عادی امکان خارج شدن از تراز خود را ندارند چرا که همه حالات و ترازهای انرژی اشغال شده است، و امکان ندارد از ترازی به تراز دیگری برود لاجرم سگنالی از آن‌ها ملاحظه نمی‌شود. یک بسته موج کوانتومی در یک تراز انرژی است و به تراز دیگر می‌رود

این به این معناست که در معادله $ih\frac{\delta\psi}{St} = \frac{ih}{۲m}\nabla^۲\psi + V\psi$ انرژی پتانسیل آن تغییر نمی‌کند، بدین لحاظ بسته موج تغییری نمی‌کند، و خلاصه نمی‌شود، پس می‌توانیم بگوییم هر حفره دارای یک بسته موج کوانتومی ثابت است.

اما چون طبق گفته‌های گذشته، اگر دارای V معلوم باشد لاجرم آنا معلوم خواهد داشت و این نامعلوم بودن ممکن است حفره را به وادی E=۰ یا E>۰ حتی بکشاند و تونل زنی کوانتومی اتفاق بیفتد یعنی از دل یک خلاء کوانتومی مشاهده می‌شود که e^+ و e^- به وجود می‌آیند، و دائماً این اتفاق می‌افتد و دوباره به حالت اول باز می‌گردند.

یعنی هر لحظه ذراتی از این خلاء کوانتومی آشکارسازی می‌شوند و دوباره به حالت اول باز می‌گردند. یعنی در واقع خلاء کوانتومی خزائنی از ذرات است، که دائماً، ذرات از آن به انرژی مثبت می‌آید و دوباره به انرژی منفی باز می‌گردد، پس وقتی ما فضایی را می‌بینیم که فاقد ذرات قابل اندازه‌گیری است در واقع اقیانوسی از ذرات غیر قابل اندازه‌گیری است که در واقع در این فضا هرازگاهی ذراتی به صورت e^- و e^+ خلق می‌شوند و دوباره از بین می‌روند.

پس تعریف فیزیک از خلاء، متفاوت است و خلقت جهان از خلاء کوانتومی در واقع خلقت از هیچ نیست، بلکه خلاء به معنای خلاء کوانتومی است، یا خلق مدام هم به همین مسئله اشاره دارد.

■ اما جریان خلاء در فیزیک

این سؤال همیشه برای فیزیکدانان بوده است که تأثیرات بین دو جرم آسمانی مثلاً خورشید و زمین یا زمین و ماه به چه فرمی است، و این گرانش که بین این دو قرار دارد از چه قرار است یا این‌که یک الکترون به چه صورتی به الکترون‌ها یا پروتون‌های اطراف تأثیر می‌گذارد برای این مطلوب، برای الکترون و ذرات باردار گفته می‌شود میدانی به نام میدان الکتریکی در اطراف ذرات وجود دارد، و وقتی که ذرات دارای حرکت باشند میدان

مغناطیسی هم باشند میدان الکترومغناطیسی هم به وجود می‌آید که در اثر به وجود آمدن آشفتگی در این میدان نور به وجود می‌آید.

در واقع نور، انتقال آشفتگی در میدان الکترومغناطیسی یا به عبارتی اعلام تغییرات در میدان الکترومغناطیسی می‌باشد، به عبارت دیگر تغییرات در میدان الکترومغناطیسی با سرعت نور گسترش پیدا می‌کند و پیش می‌رود، عده‌ای می‌گفتند که نور که از سنخ امواج الکترومغناطیس است، پیوسته است.

ولی عده‌ای چون انیشتین اثبات کردند که نور به صورت فوتون‌های انرژی است و گسسته می‌باشد.

لاجرم آشفتگی در میدان الکترومغناطیسی به صورت کوانتومی منتقل می‌شود، این ایده به وجود آمد همان طور که آشفتگی در محیط الکترومغناطیسی که با نور و فوتون منتقل می‌شود چه بسا همین فوتون‌ها پیام آوردن ذرات باردار برای هم باشند و چه بسا ذرات دیگری هم حامل‌های نیروهای دیگری باشند.

برای رسیدن بدین معنی باید ذراتی وجود می‌داشتند که همین ذراتی بودند که ما در عالم مشاهده می‌کنیم و قابل اندازه‌گیری هستند و حامل انرژی مثبت، و ذراتی که در میدان خلاء وجود دارند و حامل نیرو هستند که از خصوصیات این ذرات بدین گونه خواهد بود که فقط حامل اطلاعات هستند.

از دید کوانتومی وقتی که یک بسته موج کوانتومی یک ذره از خود پرتاب می‌کند یعنی یک بسته موج کوانتومی از خود ساطع می‌کند، فرضاً وقتی می‌گوییم که یک الکترون تابش می‌کند یعنی این‌که در میدان الکترومغناطیسی آشفتگی به وجود می‌آورد که این آشفتگی به وسیلهٔ فوتون‌ها منتقل می‌شود، آشفتگی ایجاد می‌کند یعنی، میدان الکترومغناطیسی تغیر می‌کند، یعنی الکترون دائماً در حال ارسال و گرفتن فوتون‌ها می‌باشد، این مسئله بنا به اصل عدم قطعیت از لحاظ بقای اندازه حرکت و انرژی هیچ مشکلی ندارد.

وقتی که فوتونی از الکترون ساطع می‌شود یعنی انرژی آن کم شده است، و دوباره آن انرژی را می‌گیرد، حال اگر فوتونی را ساطع کند و انرژیش کم شود و فوتون تا بی‌نهایت فیزیکی پیش برود و جذب ذره‌ای دیگر شود در این حالت انرژی الکترون کم می‌شود، برای جبران انرژی از دست رفته انرژی پتانسیل خود را که در فاصله گرفتن از ذرات مجاور است بیشتر می‌کند لذا ملاحظه می‌شود که دو الکترون از هم فاصله می‌گیرند.

حال چگونه الکترون یک بار مثبت را جذب می‌کند ذرات دارای بار مثبت به جای این‌که انرژی از دست بدهند، جذب انرژی می‌کنند و با این کار آشفتگی در سیستم ایجاد می‌کنند، انرژی بیشتری دارد که با نزدیک شدن به الکترون انرژی پتانسیل را کاهش می‌دهد.

اما دو بار مثبت‌هم جنس اگر یک الکترون در کنار یک پروتون قرار بگیرد در این حالت الکترون از پروتون انرژی می‌گیرد و مقدار انرژی کل آن زیاد می‌شود در این حالت برای جبران به پروتون نزدیک می‌شود، تا انرژی اضافی را با کم کردن انرژی پتانسیل کم کند، و حال اگر یک الکترون باشد و یک پوزیترون، چنان با هم ترکیب

می‌شود که در نهایت انرژی سکون آن صفر می‌شود، و انرژی پتانسیل از بین رفته و تبدیل به انرژی جنبشی یا یک فوتون می‌شوند.

در واقع ذرات با انرژی مثبت، کاری که انجام می‌دهند در خلاء کوانتومی اغتشاش ایجاد می‌کنند و با اصطلاح آن را از حالت یک محیط آرام به محیط ناآرام مبدل کرده و این فضای آشفته که به وجود می‌آورد را میدان می‌گویند.

میدان در اصل قسمتی از فضای خلاء است که به علت حضور ذره در آنجا آشفتگی به وجود آمده است، پس ذرات علت به وجود آمدن میدان‌ها هستند و میدان‌ها در خلاء کوانتومی به وجود می‌آیند، اما خود ذرات چه چیز هستند ذرات با انرژی مثبت و قابل اندازه‌گیری، چه چیز اندازه‌گیری می‌شود موج‌هایی که به اطراف گسیل می‌کنند یعنی همان آشفتگی به مثابه گردابی هستند که در درون خلاء کوانتومی به وجود آمده و به اطراف گسیل می‌کنند.

یعنی همان آشفتگی به مثابه گردابی هستند که در درون خلاء کوانتومی به وجود آمده و به اطراف خود موج ساطع می‌کنند، آشکار ساز با گرفتن آن امواج پی به وجود ذره برده و آن را ردیابی می‌کند، در واقع ذرات خودشان لمعاتی از خلاء کوانتومی هستند به مثابه گرداب در دریا، که گرداب چیزی جز خود دریا نیست، و عواملی در خود دریا عامل به وجود آمدن آن شده است، خلاء کوانتومی سیستمی غیر قابل اندازه‌گیری با انرژی منفی تلقی می‌شود که، ذره در اثر ازدیاد انرژی و رسیدن آن به انرژی $۲m.c^۲$ حاصل می‌شود.[۱]

یعنی در واقع ذره، میدان و خلاء کوانتومی یک ماهیت و از یک جنس هستند، که ما اسم‌هاهی مختلفی روی آن قرار داده‌ایم، ذره همیشه با میدان همراه است، یعنی آشفتگی که در محیط توسط ذره ایجاد می‌شود حالا می‌شود که یک میدانی داشته باشیم یعنی آشفتگی در یک خلاء کوانتومی حاصل شود و بعد ذره به وجود بیاید.

ذره یعنی محیط در خلاء کوانتومی که دارای E>۰ دارد در صورتی که خلاء کوانتومی E<۰ دارد هر چقدر که به خود ذره نزدیک می‌شویم این آشفتگی بیش‌تر می‌شود و هر قدر از ذره دور می‌شویم آشفتگی کم‌تر و کم‌تر می‌شود، یعنی در نزدیک ذره میدان بسیار قوی‌تر و نواحی دورتر بالطبع میدان ضعیف‌تر است گویی میدان در مکانی مقدار چشمداشتی بیش‌تر و در سایر جاها کم‌تر دارد، در حالت عادی اگر بخواهیم انرژی میدان را با انرژی خلاء مقایسه کنیم، انرژی خلائ (E<۰) است، انرژی ذره E>۰ است یعنی ناحیه‌ای است بین دو ناحیه که انرژی + که نه به حدی ذره است نه به حد انرژی خلاء، $E_۳ \leq E_۲ \leq E_۱$ پس بین دو بازۀ انرژی محدود قرار دارد.

۱.کیهان‌شناسی تحلیلی

■ فرق میدان و ذره چیست؟

میدان دارای انرژی بیش‌تر است و خلاء را آشفته می‌کند و انتقال این آشفتگی در خلاء را میدان می‌گویند، آیا میدان ذرات دیگر را متأثر می‌کند؟

میدان حضور ذرات را به هم اطلاع می‌دهد و در ثانی می‌تواند نیروها را به یکدیگر منتقل کند، یعنی قابل اندازه گیری و آشکارسازی است یعنی اثرات وجود ذره را میدان منتقل می‌کند، یعنی میدان مؤثر است.

مؤثر است یعنی چه؟ تأثیر گذار است می‌تواند عامل جذب یا دفع دو ذره از هم بشود، اثرات ذره را منتقل می‌کند، قابل حس است بنا بر این باید همان انرژی $E_۲ \leq E_۲ \leq ۰$ را داشته باشد، یعنی دارای انرژی منفی نیست، گاهی کوتاه برد است گاهی بلند برد است.

آیا ممکن است در اثر یک گذار فازی یک آشفتگی مثل میدان در محیط خلاء کوانتومی ایجاد بشود، یعنی خلاء کوانتومی با انرژی بیشتری حاصل شود، یعنی سیستمی به وجود بیاید یا انرژی بیشتر از خلاء کوانتومی حالا در این سیستم، گردابی به وجود بیاید که اسم آن را ذره بگذاریم، اگر ذره در این میدان حاصل شود چه ویژگی دارد؟

خوب در این حالت، میدان جایگزین خلاء کوانتومی حقیقی می‌شود، یعنی در واقع میدان به مثابه یک خلاء کوانتومی است که به آن خلاء کاذب می‌گوییم، که این خلاء کاذب از ویژگی‌هایی که دارد دارای انرژی بیش‌تری نسبت به خلاء حقیقی است، لذا قابل آشکارسازی است، [یعنی اگر این آشفتگی از بین برود] [ذره می‌تواند] این میدان در خلاء حقیقی به مثابه ذره عمل می‌کند، یعنی میدانی است که خودش میدان دیگری می‌سازد، اگر آشفتگی یکنواخت باشد، ذره‌ای وجود ندارد ولی اگر در نقطه‌ای ناگهان آشفتگی بیش‌تر شد بدین معنا است که در آن نقطه ذره‌ای وجود دارد.

حالا هر قدری که از ذره دور شویم آشفتگی کم‌تر می‌شود ولی در ناحیه‌ای ناگهان سطح انرژی از حالتی بیشینه به کمینه افت می‌کند یعنی وقتی ما از ذره دورتر می‌شویم این گونه نیست که دور شدن ما همیشه با کم شدن آشفتگی همراه باشد، بلکه ناگهان در منقطه‌ای یک گذار انرژی شدید اتفاق می‌افتد، که این منطقه از منطقه‌ای ذره در آن وجود دارد و در حال پایداری کاذب است دورتر است، این میدان را میدان هیگر می‌گویند.[۱]

در خلاء کاذب، میدانی دیگر به وجود می‌آید که آن میدان اولاً نسبت به میدان خلاء حقیقی کوتاه‌برد و محدود است، دارای انرژی پتانسیل بیشینه در نقطهٔ صفر و مقدار نقطهٔ کمینه در نقاط دورتر است.

۱.نظریه تورمی

■ تأملی در میدان هیگز[۱]

اگر چنانچه در خلاء کوانتومی بدون این‌که ذره‌ای وجود داشته باشد تا اغتشاش ایجاد کند، اغتشاش ایجاد شد مثل این‌که در قسمتی از دریا بدون آن‌که گردابی وجود داشته باشد، آشفتگی ایجاد شود، این آشفتگی می‌تواند به علت تأثیر عوامل بیرونی دریا روی دریا باشد مثلاً عاملی مثل باد، امواجی ایجاد کنند و یا عواملی مثل زمین لرزه به هر حال هر چه که باشد تأثیر عوامل خارجی هستند بر روی دریا، پس به هر حال می‌شود بدون وجود ذره هم در دریا اغتشاش به وجود بیاید و در نهایت در همین اغتشاشات گرداب به وجود آید یعنی در این نگرش اغتشاش بر گرداب اولویت دارد.

خوب با این مثال باز می‌گردیم به مسئلهٔ خلاء کوانتومی می‌شود بدون وجود ذره، میدان به وجود آید و از میدان‌ها ذراتی خلق شوند، در نظریه میدان و نظریه هیگز چنین فرضی وجود دارد که در اثر تغییر فازی که در سیستم به وجود می‌آید، خلاء کوانتومی آشفته‌ای به وجود می‌آید، آشفتگی در خلاء کوانتومی یعنی این‌که در آنجا میدان به وجود می‌آید، یعنی امواج گسسته وجود دارد که منشاء این‌ها ذرات نیستند بلکه منشاء آن‌ها از خود محیط خلاء می‌باشد یا عوامل بیرونی که روی خلاء تأثیر گذاشته‌اند به غیر از ذرات، سطح انرژی قسمتی که میدان در آن وجود دارد نسبت به سطح انرژی خلاء کوانتومی متفاوت است، سطح انرژی به طبع کم‌تر از خلاء کوانتومی نیست چون فرض بر این است که خلاء کوانتومی کم‌ترین میزان انرژی را دارا می‌باشد.

لاجرم آن قسمت دارای انرژی بیش‌تر از انرژی خلاء کوانتومی است، یعنی محیطی است که انرژی آن از انرژی خلاء بیش‌تر است، حالا اگر در این محیط ذره‌ای به وجود بیاید، این ذره وجودش از میدان کوانتومی نشأت گرفته است.

ذره در آنجا به وجود آید ،یعنی کانونی به وجود بیاید که در میدان اغتشاش ایجاد کند یعنی در این مثال میدان کوانتومی به منزلهٔ یک خلاء کوانتومی است که به آن خلاء کاذب می‌گویند.

و این خلاء کاذب در درونش گرداب‌ها یا ذره‌ای به وجود آمده است، این ذره میدان ظاهراً کم‌ترین انرژی را داراست در صورتی که برای خود میدان انرژی کمینه‌تری هم وجود دارد، پس ذره می‌تواند، برای رسیدن به حالت پایداری دو نقطه به پایداری برسد یکی در خلاء کاذب و دیگری در خلاء حقیقی، پس لاجرم می‌توان این‌گونه گفت که وجود میدان هیگز در خلاء حقیقی به مثابه یک کلاه مکزیکی است.

که ذره در روی آن قرار دارد و روی آن به آرامش کاذب می‌رسد ولی اگر، این انرژی را کسب کند می‌تواند گذاری به خلاء حقیقی داشته باشد، همانند، آبی که پشت سدی انباشته شده و به آرامش کاذب رسیده است اگر سد بشکند، آب با انرژی فوق‌العاده‌ای به سوی دریا و یا رسیدن به آراش و پایداری دریا پیش می‌رود، در آنجا هم اگر سد پتانسیل شکسته شود، ذره می‌تواند گذاری از خلاء کاذب به خلاء حقیقی انجام دهد.

۱.دانشمند انگلیسی و دارای جایزه نوبل ۲۰۱۳

در این مسئله سؤال اینجاست که هر ذره‌ای در اطراف خود میدانی به وجود می‌آورد یعنی آشفتگی ایجاد می‌کند، و این میدان بالطبع انرژیش از انرژی خلاء بیش‌تر است یعنی این نمودار کلاه مکزیکی برای سایر ذرات هم گویی باید به وجود بیاید، تفاوت این ذرات با ذره هیگز در کجا نهفته است و تفاوت میدان هیگز با سایر میدان‌ها چیست؟

خوب تفاوت آشکار در این است که در میدان هیگز، اول میدان به وجود می‌آید و بعد ذره هیگز خلق می‌شود یعنی، ذره هیگز ماهیتش از میدان هیگز است نه از خلاء حقیقی.

در صورتی که در سایر ذرات ماهیت ذرات از خلاء حقیقی است نه از میدان، پس ذرات دیگر برای رسیدن به آرامش یا پایداری می‌بایست به اصل خود باز گردند، که همان خلاء حقیقی است ولی ذره هیگز چون ماهیتش میدان هیگز است.

لذا، برای رسیدن به آرامش کافیست به انرژی میدان هیگز برسد، و این حالت پایداری این ذره است، ولی حالتی است که احتمال گذار از این حالت به حالتی با انرژی پایین هم وجود دارد، در صورتی که در سایر ذرات این حالت وجود ندارد.

در اثر به وجود آمدن ذرات در میدان هیگز، در میدان هیگز آشفتگی ایجاد می‌شود و این آشفتگی در میدان هیگز ما می‌توانیم آن را نسبت به خلاء کاذب در سه جهت در نظر بگیریم، که در یک جهت می‌تواند مقدار آن به بیشینه برسد و در دو جهت دیگر تغییرات انرژی تغییری نکند. یعنی در میدان هیگز جهت یک پیکان بیشینه و دو پیکان دیگر مقدار صفر داشته باشد. که این پیکان‌ها مقدار انرژی را نشان می‌دهد و جهت ندارد چرا که انرژی جهت‌دار نیست، این پیکان‌های دوم و سوم وقتی به غیر از صفر مقدار پیدا کنند در این حالت حاکی از آن است که سیستم از حالت میدان خلاء کاذب به سوی خلاء حقیقی حرکت می‌کند یعنی از میدان هیگز کم می‌شود.[۱]

اگر آشفتگی در میدان هیگز به گونه‌ای باشد که به طور یکنواخت در کل سیستم پراکنده باشد لاجرم مسئلهٔ خاصی به وجود نمی‌آید ولی اگر آشفتگی به گونه‌ای باشد که از یک ناحیه به ناحیهٔ دیگر تغییر کند یعنی در ناحیه‌ای بیشینه و در نواحی دیگر کم‌تر شود در این حالت گفته می‌شود که در این حالت یک تک‌قطبی مغناطیسی به وجود آمده است. یعنی این‌که اگر طوری باشد که دو میدان در مرکز صفر باشند که در نتیجه طول میدان هیگز صفر خواهد بود.

۱.جهان تورمی الن گوث

و بنا به تعریف چگالی انرژی در این حالت بیشینه مقدار خود را داراست و هر قدر که از مرکز خارج شویم و بیرونی‌تر بیاییم اندازهٔ این پیکان بزرگ‌تر شود و در نتیجه مقدار انرژی کم‌تر و کم‌تر شود، و این یک تقارن قطبی داشته باشد به این حالت، حالت تک‌قطبی مغناطیسی گفته می‌شود.[۱]

پس در اصل وجود تک‌قطبی‌های مغناطیسی یعنی عدم وجود همگنی در خلاء کاذب یعنی همگنی خلاء به هم می‌خورد، یعنی از نقطه‌ای به نقطهٔ دیگر که برویم با یک منظره مواجه نباشیم، بنا بر این تک قطبی‌های مغناطیسی بقایای بازمانده از آشوب در میدان هیگز پس از گذار فاز هستند برای پی بردن به مقدار فراوانی این تک‌قطبی‌ها درجه آشوب را بدانیم که از گذار فاز ناشی می‌شود.[۲]

حالا چرا در میدان هیگز یا خلاء کاذب ناهمگن به وجود می‌آید، این ناهمگن در میدان یعنی بدین دلیل است که گذر فاز ناگهانی اتفاق افتاده است و سرعت گسترش کیهان به حدی بوده است که اجازه نداده که قسمت‌های مختلف عالم با هم ارتباط برقرار کرده و حالت پیوستگی به وجود آید تا به تعادل لازم برسند ولی اشکال اینجاست درصد فراوانی این تک‌قطبی‌ها نمی‌تواند ناچیز باشد، شاید به اندازهٔ پروتون‌ها حتی اتم‌ها در این فرض تک‌قطبی تولید شده باشد با نگاهی دیگر می‌توان به گونهٔ دیگر به قضیه نگاه کرد این تبدیل فاز نه به طور ناگهانی و تند و سرسع اتفاق افتاده باشد بلکه به صورت گر فازی به مرور کند میسر شده است.

در این حالت جاب‌هایی از فازهای رتبه ثانویه و در فاز اولیه شکل می‌گیرد و این فاز ثانویه دایماً زیاد و زیادتر می‌شود تا ناگهان همه فضا را در بر می‌گیرد در فرض مذکور حالت اولیه میدان خلاء کاذب و حالت ثانویه خلاء حقیقی کوانتومی است.

یعنی حباب‌هایی از خلاء کاذب در خلاء کوانتومی ایجاد می‌شود یعنی فازهایی از خلاء حقیقی غیر قابل اندازه‌گیری و کمینه و کم‌کم این حباب‌ها زیاد می‌شود و فاز را بالکل تغییر می‌دهد در درون حباب‌های در حال شکل‌گیری انرژی قابل دسترسی کاهش می‌یابد و سبب می‌شود که میدان هیگز در حالت کمینهٔ انرژی قرار بگیرد پیکان میدان هیگز به نوسان ناشی از انرژی گرمایی ادامه می‌دهند ولی این نوسانات در حول و حوش همان انرژی خلاء مطلق هستند.

پس لاجرم بدون آن‌که با هم ارتباطی داشته باشند تقریباً هم اندازه هستند ولی هم راستا نیستند، و این مسئله به مسئلهٔ آشوب دامن می‌زند، و به همین دلیل می‌توان میزان آشوب را به تعداد حباب‌های تولید شده پیوند زد حال اگر روند شکل‌گیری حباب‌ها تند و برابر سرعت نور باشد لاجرم به همین نسبت هر حباب شروع می‌کند

۱.نظریه تورم آلن گوث

۲.همان منبع

یا سرعت نور گسترده شدن و این گسترده شدن عامل می‌شود که میزان آشوب زیاد شدن و در نتیجه میزان تک‌قطبی‌ها بیش‌تر و بیش‌تر شود و بالعکس اگر کم‌تر از سرعت نور باشد میزان تک‌قطبی‌ها کم‌تر می‌شود.[۱]

حال سؤال اینجاست که تک‌قطبی‌های مغناطیسی در کجای این سیستم به وجود می‌آیند، بالطبع درون حباب‌ها که نخواهند بود، پس لاجرم بیرون حباب‌ها هستند و داخل فاز خلاء کاذب یا همان میدان هیگز ارتباط آن‌ها با فازها به وجود آمده چیست، این حباب‌ها، آشفتگی در درون خلاء کاذب به وجود می‌آورند.

و جهت فلش‌ها را در جهات مختلف تغییر می‌دهند و با اصطلاح محیط را از یکنواخت بودن خارج می‌کنند، فلش‌های میدان هیگز همان طور که گفتیم در سه جهت قرار دارد که، اندازهٔ میدان هیگز را نشان می‌دهند، در دو جهت صفر است و یک جهت بیشینه است.در حالتی که حباب‌ها نباشند.

حالا با وجود حباب‌ها چه تغییر حاصل می‌شود، در اصل حباب‌ها فازهایی از خلاء واقعی هستند که به صورت موضعی وجود دارند، یعنی در درون خلاء واقعی مقدار چگالی انرژی مینیمم و کمینه است، و بالعکس طول میدان هیگز بیش‌تر است، حالا که حباب خلاء حقیقی به وجود آمده است، می‌توان به این گونه توجیه کرد که گویی از وسط محل برخورد گوی‌ها نقطه‌ای وجود دارد که مشابه یک ذره عمل می‌کند که جهت فلش‌ها در اطراف آن وجود دارد ذراتی را حکایت می‌کند که به آن تک قطبی‌های مغناطیسی می‌گویند.

هر قدر تعداد این حباب‌ها بیش‌تر باشد لاجرم تعداد تک‌قطبی‌های مغناطیسی بیش‌تر است، اگر هر حبابی که در اینجا در نظر می‌گیریم به محض به وجود آمدن با سرعتی برابر سرعت نور گسترده شده و بزرگ شود عامل می‌شود که از تعدد تک‌قطبی‌های مغناطیسی جلوگیری و مقدار آن کم‌تر باشد که این مطلوب ماست، و یا این‌که تولید حباب‌ها با درنگ بیش‌تری صورت می‌گیرد این بدین دلیل است که علی رغم افت دما، در اثر انبساط فضا، هنوز انرژی وجود دارد که مانع سقوط سیستم به فاز انرژی خلاء نمی‌شود گویی انرژی وجود دارد که فاز خلاء کاذب را حفظ می‌کند، و این انرژی دارای فشار منفی است، فشار منفی یعنی چه؟[۲]

فشار در کلاسیک یعنی نیرو بر سطح، وقتی سیستمی دارای فشار مثبت است یعنی این‌که نیرویی که به سطح وارد می‌شود و حالت جاذبه به وجود می‌آورد، و سیستم را فشرده می‌کند، یا فشار وارد می‌کند و منقبض می‌کند، و انرژی منفی یعنی باز می‌کند منبسط می‌کند، در سیستم نسبیت یعنی فشار مثبت عامل انحنای فضا و در نتیجه گرانش می‌شود، در مثالی که در مورد هم ارزی شتاب و گرانش می‌زنیم،[۳] خاطر نشان می‌کنیم که اگر چنانچه آسانسوری را در نظر بگیریم که این آسانسور با شتاب به سوی بالا حرکت کند، کسی در درون آسانسور است احساس می‌کند که از کف آسانسور گرانشی به وی وارد می‌شود، در صورتی که این گرانش شتاب مثبت

۱.جهان تورمی آلن گوث
۲.کیهان شناسی تحلیلی
۳.کیهان‌شناسی تحلیلی نسبیتی- کوانتومی

آسانسور به سوی بالاست، حالا فرض کنیم آسانسور به جهت پایین حرکت کند، فردی که در درون آسانسور است احساس می‌کند به سقف پرتاب می‌شود یعنی گویی این بار نیروی دافعه از کف به جای گرانش وجود دارد، این شتاب منفی که رو به پایین است، باعث دافعه نسبیتی می‌شود.

در بعد نسبیتی مثال اول شتاب معادل است با تغییر سرعت، تغییر سرعت یعنی تغییر انرژی، تغییر انرژی یعنی تغییر جرم، تغییر جرم یعنی تغییر هندسهٔ فضا ـ زمان یعنی گرانش معادل است با تغییرات هندسه فضا ـ زمان یا انحنای خاص فضا ـ زمان.

در مثال دوم هم دافعه معادل است با همان انحنای فضا ـ زمان، یعنی خلاء کاذب، دارای فشار منفی است که این فشار منفی مانع گذار فاز از حالت خلاء کاذب به خلاء حقیقی می‌شود، و این یک دافعه گرانشی به وجود می‌آورد، و باعث تورم و گسترده شدن ناگهانی جهان می‌شود و ناگهان جهان تورم پیدا می‌کند، و این تورم ادامه پیدا می‌کند تا زمانی که جهان یک تونل زنی کوانتوامی انجام می‌دهد از فاز خلاء کاذب به حالت دیگری گذار فاز انجام می‌دهد.

و در این تورم ذرات بسیاری حاصل می‌شوند. و نطفه اولیه عالم شکل می‌گیرد، حال در ادامهٔ بحث می‌خواهیم ببینیم چه ذراتی در این تغییرات فاز شکل گرفته و از آن‌ها چه ذرات دیگری شکل گرفته است.[۱]

باز می‌گردیم به مسئلهٔ هستهٔ اتم[۲]

■ مدل‌های هسته‌ای

اما برای تابش γ چه ایده‌ای وجود دارد؟

برای بررسی اشعهٔ γ که از داخل هسته ساطع می‌شود باید به دنبال این باشیم که کلاً هسته به چه شکل است، در دید کلی آنچه داریم این است که هسته از نوکلئون‌ها تشکیل یافته است یعنی از پروتون و نوترون‌ها که دائماً این دو ذره به هم تبدیل می‌شوند و در تبدیل این دو ذره به یکدیگر و رد و بدل شدن ذراتی بین آن‌ها، چون مزون π پایداری در هسته به وجود می‌آید، مثلاً فرض کنیم یک نوترون دائماً، در حال تغییرات و یک ذره از خود بیرون می‌دهد و به پروتون تبدیل می‌شود و پروتون مقابل هم آن ذره را می‌گیرد و به نوترون تبدیل شود، یعنی هر ذره هر لحظه دهنده و در لحظه بعد گیرنده است.

یعنی در تابع کوانتومی آن در حال تغییر است یعنی یک بسته احتمال کوانتومی می‌شود به بسته احتمال کوانتومی دیگر و این به صورت تناوبی اتفاق می‌افتد، در این تغییر بسته احتمال کوانتومی دو بسته احتمال کوانتومی دیگر به وجود می‌آید که یکی بسته احتمال الکترون است یا اشعهٔ β یکی نوترون است، تحول در بسته

۱.جهان تورمی

۲.فیزیک هسته‌ای کرین

موج یعنی تغییر در انرژی جنبشی، تغییر در انرژی جنبشی یعنی تغییر در اندازه حرکت سیستم و تغییر در اندازهٔ حرکت یعنی نیرو.

پس این تغییرات عامل ایجاد نیرویی می‌شود حال این نیرو از نوع جاذبه است یا دافعه، است اگر عامل متلاشی شدن هسته شود از نوع دافعه است، و اگر منجر به پایداری هسته شود از نوع جاذبه است.

ما در درون هسته از هر دونوع نیرو داریم یعنی هم جاذبه داریم که به آن نیروی هسته‌ای قوی می‌گوییم و هم دافعه داریم که به آن نیروی هسته‌ای ضعیف می‌گوییم تلاشی β یا هسته‌ای ضعیف در درون عناصر ناپایدار به وجود می‌آید که در این جریان در تبدیل پروتون به نوترون تبادل نوترینو و الکترون صورت می‌پذیرد.[۱]

چون تعداد پروتون‌ها و نوترون‌ها متفاوت است لاجرم تلاشی β را در آن ملاحظه می‌کنیم، اما در هسته‌ای قوی این استحاله دو بسته موج احتمال به یکدیگر بسته موجی دیگر به وجود می‌آید به نام مزون π که این، مزونπ یا گلئون نیرویی جاذبه قوی بین ذرات برقرار می‌کند، که به آن نیروی هسته‌ای قوی می‌گوییم.

که عامل پایداری هسته می‌باشد ولی این دو بسته موج چگونه به هم تبدیل می‌شوند، بسته موج‌ها در درون هسته آیا پتانسیلی چون اتم دارند که در اربتیال‌های فازی قرار دارند، در آنجا خوب نیروی پتانسیل مرکزی مثل هسته در اتم وجود ندارد لذا ما به دنبال مدل منظومه ای در هسته نیستم، مدلی که ارائه شد برای هسته مدل قطره مایع است.

یعنی بسته‌های موج یا نوکلئون و ترکیب هر دوست که در حال تبدیل شدن به یکدیگر هستند، چونان قطره مایع نوسان می‌کنند یعنی این‌که اوربیتال آن‌ها، زیاد و کم می‌شود.این در واقع به چه معنایی است؟

■ چرا مدل قطره مایع باید نوسانی باشد؟

برای پاسخ به این مساله خوب است جواب دهیم که چرا اشائی مانند ژله خوراکی نوسان می‌کنند؟

ژله در واقع ترکیبی جامد است که، طرز قرار گرفتن ملکول‌ها در آن گونه‌ای است که می‌توانند حول یک نقطه تعادلی نوسان کند با زدن ضربه کنشی شروع به لرزش می‌کند، به اصطلاح در برابر (ضربه) فشار نیرو به واحد سطح بسیار تأثیرپذیر است.[۲]

اگر در بسته موج احتمال، بسته موجی را به عنوان حالت تعادل در نظر بگیریم که در آن حالت هسته در حال تعادل باشد، اگر این سیستم در حول یک حالت تعادلی دائماً به یک ریتم نوسان کند ولی حالت تعادلی همیشه باشد می‌شود مدل قطره مایع، اگر چنانچه بخواهیم اشعه گاما را متأثر از این مدل بدانیم چگونه باید فرض کنیم

۱.کاربردهای فیزیک هسته‌ای در ستاره شناسی

۲.فیزیک هسته‌ای کرین

چون اشعه γ جزو ذرات نیست بلکه انرژی است که باید از گسیل هسته ترازی به تراز دیگر به وجود آیدیا از حالتی به حالت دیگر، از یک حالت نوسانی‌تر به یک حالت کم نوسان‌تر، حاصل می‌شود.

علی رغم این‌که نوکلئون در برابر ورود یک پروتون به داخل هسته از خود دافعه نشان می‌دهد ولی در برابر ورود نوترون چندان استقامتی نشان نمی‌دهد لذا، نوترون‌ها وارد سیستم نوکلئون می‌شوند.[۱]

یعنی به عبارتی دیگر یک بسته موج نوترونی احتمال ،دیگر وارد نوکلئون می‌شود پس لاجرم کل نوکلئون به علت تغییر حالت موج تحمیل شده شروع به ناپایداری نوسانی می‌کند حالات متناوبا شروع به تغییر می‌کند و می‌خواهد به حالت اولیه تعادلی برگردد.

در این حالت با زیاد شدن نوسانات یا یک بسته موج احتمال به دو بسته موج احتمال تجزیه می‌شود که می‌گویند هسته شکافته می‌شود، یا ذره یا بسته موجی را از خود بیرون می‌دهد باز هم ممکن است به یک بسته موج دیگر تبدیل شود.[۲]

پس در فرایندن شکافت هسته‌ای نوترونی وارد نوکلئون می‌شود، و شکافت را به وجود می‌آورد حال مسئله‌ای که وجود دارد این است که این نوسانات می‌توانند مسئلهٔ اشعه γ را حل کنند، یعنی دائماً نوکلئون از حالت پر تنش به حالت کم تنش‌تر بیاید.

مدل دیگری که برای هسته ارائه می‌شود مدل پوسته‌ای است که در این مدل، هسته حاصل از نوکلئون‌ها که ترکیبی از بسته‌ها موج احتمال است از نوترون و پروتون، دراوربیتال‌هایی که تعداد بسته‌های موج ۲، ۸، ۲۰، ۵۰، ۸۲، ۱۲۶،... هستند به پایداری می‌رسند.[۳]

■ پایداری یعنی چه؟

یعنی سخت و غیر قابل نفوذ بودن، لایه یعنی اوربیتال ،به هر حال در این حالت مرکزیتی وجود دارد، رفتن از یک لایه به لایه دیگر یا از یک حالت به حالت دیگر مستلزم گسیل یا گرفتن انرژی فوق العاده‌ای است که این حالت با حالت قطره مایع چنان تفاوتی ندارد، به هر حال سیستم گسیل γ از یک حالت به حالت دیگر این گونه توجیه می‌کنند.

۱.فیزیک هسته‌ای کرین
۲.فیزیک هسته‌ای یانگ کولیم
۳.فیزیک هسته‌ای کرین

فصل دوم

نظریهٔ استاندارد ذرات بنیادی

■ نظریهٔ استاندارد ذرات بنیادی[1]

از دانشمندان یونان باستان دیمغراطیس و به دنبال آنها در دوره اسلامی محمدبن زکریای رازی حدس زده بودند که اشیاء موجود در جهان باید از ترکیبات بسیار ریز و غیرقابل تجزیه ای تشکیل شده باشند[2].

آن‌ها این اجزای غیر قابل تجزیه را اتم نامیدند، این حدس بسیار هوشمندانه بود، به طوری که پس از گذشت ۲۰۰۰ سال از آن زمان هنوز به قوت خود باقی است، گرچه در بارهٔ ماهیت این ذرات بارها بازنگری شده است.

دانشمندان قرن نوزدهم نشان دادند که بسیاری از مواد مانند اکسیژن، کربن، ذرات قابل تشخیص یکسانی را به عنوان اجزای تشکیل دهندهٔ خود دارند، و در احترام به سنت یونانیان باستان، این ذرات را اتم خواندند.

امروزه می‌دانیم اتم‌ها قابل تفکیک به اجزای کوچک‌تری هستند، تا اوایل سال ۱۹۳۰ میلادی، «۱۳۰۹ هجری شمسی» مجموعه کارهای تامسون، رادرفورد، نیلزبور و چادویک منجر به معرفی یک مدل اتمی منظومه‌ای شد که بیش‌تر دانش آموزان دبیرستانی با آن آشنا هستند، مدلی که در آن اتم بسیار بزرگ‌تر و از واحدهای سازنده پایه‌ای هستند، در واقع یک اتم ترکیبی از هسته و دسته‌ای از الکترون‌های در حال چرخش به دور هسته است.

اجزای هسته هم مشخص شد که ترکیبی از پروتون‌ها و نوترون‌هاست و گمان بر این می‌رفت این اجزاء یعنی الکترون، پروتون و نوترون همان جرثومه‌هایی هستند که یونانیان بدان اعتقاد داشتند ولی در سال (۱۹٦۸) – (۱۳٤۷ ش) –اتفاقی در مرکز شتابدهنده خطی استنفورد افتاد، با کمک تکنولوژی‌ای که در آن زمان بسیار پیشرفته بود امکان بررسی ماده در حوزهٔ میکروسکوپی فراهم شد، و مشاهده شد پروتون‌ها و نوترون‌ها نیز بنیادی نیستند.

این ذرات هر کدام از سه ذره کوچک‌تر به نام کوارک تشکیل شده بودند، دانشمندان تأکید کردند کوارک‌ها در دو نوع متفاوت دیده شده‌اند و این دو نوع را به عنوان کوارک بالا و کوارک‌های پایین نام گذاری کردند. یک

۱.کاربردهای فیزیک هسته‌ای در ستاره شناسی

۲.محمد بن زکریای رازی دانشمندی که می‌بایست از نو شناخت

پروتون از دو کوارک بالا و یک کوارک پایین ساخته شده است، در حالی که یک نوترون حاوی دو کوارک پایین و یک کوارک بالا است.[۱]

پس به نظر می‌رسد هر چه روی زمین و جهان بیرون آن دیده می‌شود از الکترون، کوارک‌های بالا و پایین ساخته شده است و هنوز مدرکی دال بر این که ذراتی ریزتر نیز وجود دارند دیده نشده است اما شواهد نشان دارد ذرات دیگر موازی این ذرات در طبیعت وجود دارند.

در سال‌های ۱۹۵۰ -(۱۳۲۹ ش)- فردریک رنیز و کلاید کوون[۲] بر اساس مدارک تجربی قطعی به این نتیجه رسیدند که ذراتی دیگر به نام نوترینونیز وجود دارد ذره‌ای که پائولی وجودش را در سال (۱۹۳۰)- (۱۳۰۹ ش)- پیش‌بینی کرده بود، اما شکار این ذرات به دلیل این‌که واکنش آن‌ها با محیط فوق العاده کم بود دشوار می‌نمود چرا که یک نوترینو یا یک انرژی متوسط می‌تواند از کیلومترها سرب حفر بدون هیچ مشکلی عبور کند گرچه این به نفع ماست که همواره در معرض میلیاردها نوترینوی خورشیدی هستیم که بدون مشکل از داخل بدن ما عبور کرده از زمین گذشته و مسیر خود را در فضا می‌پیمایند.[۳]

همچنین در همان سال ۱۹۳۰ باز هم دانشمندان که روی اشعهٔ کیهانی کار می‌کردند ذره‌ای با ۲۰۰ مرتبه سنگین‌تر از الکترون کشف کردند و اسم آن را میون گذاشتند.

دانشمندان در صدد بودند به مقدار این ذرات بیافزایند و به گونه‌ای شبیه سازی از ابتدای خلقت و آغاز بیگ بنگ بنمایند، لذا با در هم کوبیدن این ذرات با سرعت‌های بالا در هم و با در هم شکستن آن‌ها و بررسی ذرات متلاشی شده، این امر را تحقق بخشند و این کار منجر بدان شد که چهار نوع کوارک جدید کوارک‌های افسون، شگفت، حقیقت، زیبایی و یک خویشاوند سنگین‌تر الکترون به نام تاو، و دو ذره دیگر با خصوصیاتی شبیه نوترینو، به نام‌های میون ـ نوترینو وتاو ـ نوترینو پیدا شوند.[۴] از سویی نوترینوی قدیمی را برای رفع ابهام با نام الکترون ـ نوترینو نام گذاری کردند.خوب این ذرات کشف شده جدیدتر هیچ کدام در ساختارهای مواد مرکب نقش نداشته و معمولاً نیمه عمرهای کوتاه داشتند. اما این آخر ماجرا نیست چرا که هر یک از این ذرات خودشان یک پاد ذره داشتند که هم جرم ذره اصلی ،اما خصوصیات آن مانند نوع بار ،عکس خصوصیات ذره اصلی بود، برای نمونه، پاد ذره الکترون، پوزیترون نام دارد. که ذره‌ای با جرم الکترون ولی بر خلاف الکترون بار الکتریکی مثبت است، ماده و پاد آن در تماس با یکدیگر خنثی شده و مقداری انرژی خالص تولید می‌کنند به همین علت پیرامون ما هیچ پادماده‌ای قابل مشاهده وجود ندارد.

۱.فیزیک مدرن سلز
۲.دانشمند آمریکایی کاشف نوترینو
۳.فیزیک هسته‌ای یانگ کولیم
۴.نظریه ریسمان- اندرو زیمرمن جونز

خانواه اول		خانواده دوم		خانواده سوم	
نام ذره	جرم ذره	نام ذره	جرم ذره	نام ذره	جرم ذره
الکترون	۰٫۰۰۰۵۴	میون	۰٫۱۱	تاو	۱٫۹
الکترون ـ نوترینو	کمتر از 10^{-8}	میون ـ نوترینو	کمتر از ۰٫۰۰۰۳	تاو ـ نوترینو	(کمتر از ۰٫۰۳۳)
کوارک بالا	۰٫۰۰۴۷	کوارک افسون	۱٫۶	کوارک حقیقت	۱۸۹
کوارک پایین	۰٫۰۰۷۴	کوارک شگفت	۰٫۱۶	کوارک زیبایی	۰٫۲

توجه کنید که در جدول فوق «جرم بر حسب مضرب‌های جرم یک پروتون» می‌باشد

هر ذره مادی را می‌توان متعلق به یکی از سه گروه یا سه خانواده دانست.

هر خانواده ذرات از دو کوارک، یک ذره مشابه به الکترون، و یک ذره مشابه نوترینو تشکیل شده است.

ذرات خویشاوند (الکترون، میون، تاو) بسته به جرم‌های متفاوتشان در یکی از خانواده‌های ذرات قرار گرفته‌اند.

پس لاجرم فیزیکدانان به این نتیجه رسیدند که هر چیزی تا به حال دیده شده است، چه به صورت طبیعی موجود باشد، و چه با برخوردهایی در دستگاه‌های غول پیکرد به وجود آمده باشد ترکیبی مشخص از ذرات موجود در جدول بالا و پاد ذره‌هایی است که وجود دارد.[1]

نکاتی که باید بدان توجه کرد این است که:

درصد بسیاری از جسم دنیای اطراف نیازمند به الکترون‌ها و کوارک‌های بالا و پایین هستندو تنها این‌ها جهان ما را می‌سازند.

سؤال: چرا این همه ذرات بنیادین در جهان وجود دارد؟

چرا سه خانواده داریم؟ چرا تعداد خانواده‌ها کم‌تر یا بیش‌تر نیست؟

توزیع جرم این ذرات، چرا به این حد دقیق است؟ و از یک روش خاص تبعیت نمی‌کند.

۱.ذرات بنیادی گریفیتس

مثلاً چرا جرم یک تاو باید ۳۲۵۰ برابر جرم الکترون، و جرم یک کوارک حقیقت ۴۰۲۰۰ برابر جرم یک کوارک بالا باشد، این اعداد از کجا آمده‌اند، آیا بر اساس یک قاعدهٔ خاص هستند یا صرفاً یک انتخاب از سوی آفرینندهٔ جهان بوده است؟

■ **اما نیروها:**

با در نظر گرفتن نیروهای موجود در طبیعت، موضوع بسیار پیچیده‌تر می‌شود، دنیای اطراف ما آکنده از تأثیرگذاری و تأثیرپذیری اشیاء بر یکدیگر است. در چند سه سال اخیر دانشمندان با انجام آزمایش‌های بسیاری مطمئن شده‌اند که تمام بر هم کنس‌ها میان مواد و اشیاء مختلف ترکیب‌هایی از چهار نیروی بنیادین هستند.

۱- جاذبه یا گرانش

۲- الکترومغناطیس

۳- نیروی ضعیف

٤- نیروی قوی

جاذبه یا گرانش مسئول چرخش زمین به دور خورشید و قرار گرفتن ما و همهٔ موجودات روی زمین می‌باشد و شاید آشناترین نیرو برای ماست، شاخص این‌که یک جرم چه مقدار جاذبه به سایر اجرام وارد می‌کند، کمیتی است به نام جرم.

نیروی الکترومغناطیس، که مسئول تکنولوژی نوین اعم از روشنایی چراغ تا فضای مجازی و کامپیوتر می‌باشد و بعد از گرانش ملموی ترین نیرو برای ماست، و شاخص این‌که یک ذره چه میزان نیروی الکترومغناطیس به اطراف گسیل می‌کند یا دریافت می‌کند کمیتی است به نام بار الکتریکی و اما نیروهای هسته‌ای قوی و هسته‌ای ضعیف که دو نیرو در ابعاد هسته‌ای هستند و مسئول پایداری عناصر هستند.

نیروی هسته‌ای قوی، ازکنار هم قرار دادن کوارک‌ها در ساختار پروتون‌ها و نوترون‌ها و حتی مسئول قرار گرفتن پروتون‌ها و نوترون‌ها در ساختار هسته‌ای یک اتم هستند و نیروی هسته‌ای ضعیف مسئول واپاشی رادیواکتیو موادی مانند اورانیوم و کبالت است.

در سده گذشته، دانشمندان دو خصوصیت مشترک را میان تمام این نیروها پیدا کردند.

۱ـ در ابعاد میکروسکوپی، هر یک از این نیروها متناظر با ذره‌ای هستند که آن را می‌توان کوچک‌ترین بسته این نیرو در نظر گرفت.

فوتون کوچک‌ترین بسته‌های نیروی الکترومغناطیس است.
بوزن‌های ضعیف و گلوئون ذرات متناظر با نیروهای ضعیف و قوی هستند.

که تا سال (۱۹۸٤ م) -(۱۳٦۳ ش) -وجود این سه ذره متناظر تأیید شد. مشخصات این ذره‌ها نیز همان گونه که در جدول زیر دیده می‌شود به دست آمد فیزیک‌دانان بر این باور هستند که نیروی جاذبه نیز یک ذره متناظر دارد و حتی نام آن را گراویتون گذاشته‌اند، گرچه وجود آن در آزمایشگاه به تأیید نرسیده است.[۱]

نیرو	ذره حامل نیرو	جرم
قوی	گلوئن	۰
الکترومغناطیس	فوتون	۰
ضعیف	بوزون‌های w، z	۸٦/۹۷
گرانش	گراویتون	۰

همان طور که مشاهده می‌شود، چهار نیروی موجود در طبیعت، بر اساس ذره‌هایی که جرم آن‌ها بر حسب مضرب‌های جرم پروتون می‌باشد در نظر گرفته شده‌اند و مشاهده می‌شود که ذره‌های نیروی ضعیف در دو نوع که جرم‌های ۸٦ برابر جرم پروتون و ۹۷ برابر جرم پروتون را دارند موجودند. تحقیقات نظری نشان می‌دهند که گراویتون باید بی‌جرم باشد.[۲]

۲ـ همان گونه که جرم یک جسم، میزان تأثیرگذاری و تأثیرپذیری آن جسم را از نیروی جاذبه مشخص می‌کند و بار الکتریکی میزان تدثیر پذیری حاصل از نیروی الکترومغناطیسی را نشان می‌دهد، هر ذره خصوصیتی با نام بار ضعیف و بار قوی دارد که به ترتیب تأثیر نیروهای ضعیف و قوی را بر یک ذره نشان می‌دهند. این خصوصیات برای هر ذره در جدول زیر آورده شده است. با این حال به رغم اندازه‌گیری‌های دقیق که در خصوص این ذرات و ویژگی‌های آن‌ها انجام شده است. هنوز هیچ کس دربارهٔ این که چرا جهان از این ذرات خاص و با چنین جرم‌ها و بارهای خاص ساخته شده است اطلاعی ندارد، و آنچه که مشخص و مبرهن است، اصل وجود انسان این مسئله را گوشزد می‌کند که اگر چنین نبود، لاجرم انسانی هم نبود که بخواهد درباره این مسائل فکر و اندیشه کند.[۳]

---

۱. ذرات بنیادی گریفیتس
۲.نظریه ریسمان اندرو زیمرمن جونز
۳.مقدمه‌ای بر ذرات بنیادی گریفتس

خانواده اول

نام ذره	جرم	بارالکتریکی	بار ضعیف	بار قوی
الکترون	۰٫۰۰۵۴	-۱	$-\frac{۱}{۲}$	۰
الکترون نوترینو	$<۱۰^{-۸}$	۰	$\frac{۱}{۲}$	۰
کوارک بالا	۰۰٫۴۷	$\frac{۲}{۳}$	$\frac{۱}{۲}$	قرمز، سبز، آبی
کوارک پایین	۰٫۰۰۷۴	$-\frac{۱}{۳}$	$-\frac{۱}{۲}$	قرمز، سبز، آبی

خانوادهٔ دوم

میون	۰٫۱۱	-۱	$-\frac{۱}{۲}$	۰
میون ـ نوترینو	<۰٫۰۰۰۳	۰	$\frac{۱}{۲}$	۰
کوارک ـ افسون	۱٫۶	$\frac{۲}{۳}$	$\frac{۱}{۲}$	قرمز، سبز، آبی
کوارک شگفت	۰٫۱۶	$-\frac{۱}{۳}$	$-\frac{۱}{۲}$	قرمز، سبز، آبی

خانواده سوم

تاو	۱٫۹	-۱	$-\frac{۱}{۲}$	۰
تاو ـ نوترینو	۰٫۰۲۳ > ۰	۰	$\frac{۱}{۲}$	۰

کوارک حقیقی	۱۸۹		$\frac{۲}{۳}$	قرمز، سبز، آبی
کوارک زیبایی	۵/۲	$-\frac{۱}{۳}$	$-\frac{۱}{۲}$	قرمز، سبز، آبی

بر خلاف چنین شتابهاتی، تحقیق دربارهٔ نیروهای بنیادی موجود در طبیعت تنها به پیچیده‌تر شدن و طرح هر چه بیشتر مسائل که برابرمان قرار دارد می‌انجامد.

سؤالات

۱ـ چرا تنها چهار نیروی بنیادی در جهان وجود دارد؟

۲ـ چرا تعداد نیروهای بنیادی، پنج، یا سه یا فقط یک نیست؟

۳ـ چرا این نیروها خصوصیاتی متفاوت با یکدیگر دارند؟

۴ـ گسترهٔ تأثیر این نیروها از چه چیز تبعیت می‌کند؟

۵ـ دلیل تفاوت اندازه نیروها چیست؟

■ توازن وجود نیروها دلیل اصل وجود انسان [۱]

علی رغم قدرت بسیار بالای نیروی الکترومغناطیس نسبت به گرانش که حدود $۱۰^{۲٤}$ برابر قوی‌تر است به دلیل این که در جهان این نیرو موجب تغییرات شدید نمی‌شود این است که تمام اجسام موجود در اطراف ما تقریباً حاوی تعداد برابری از بارهای مثبت و منفی هستند، این بارها اثر یکدیگر را خنثی کرده و کل جسم تقریباً بی‌بار می‌ماند، از سویی نیروی گرانش جرمی همواره جذب کننده است و تعداد اتم‌های بیش‌تر همیشه به معنای نیروی گرانش بیش‌تر است. بنا بر این در خصوص این نیرو مؤلفه‌های خنثی کننده وجود ندارد.

همین عوامل منجر بودن می‌شود که علی رغم نیروی الکترومغناطیس نسبت به گرانش این دو نیرو در یک تعادل نسبی قرار گرفته باشند، و در سویی موجود بودن هسته‌های پایداری که صد عنصر جدول تناوبی را ساخته‌اند کاملاً با توازن قدرت نیروهای الکترومغناطیس و نیروی قوی ساخته شده‌اند، تمام پروتون‌هایی که در یک هسته جمع شده‌اند به کمک نیروی الکترومغناطیس همدیگر را می‌رانند. [۲]

۱.نظریه ریسمان اندرو زیمرمن جونز

۲.فیزیک هسته‌ای یانگ کولیم

با این حال خوشبختانه نیروی قوی که بین کوارک‌های این ذرات وجود دارد با این دافعه برابری کرده و آن را جای خود نگه می‌دارد، و اگر برابری نمی‌کرد مثلاً اگر ضعیف‌تر بود پس لاجرم هسته از هم می‌پاشید و اگر بیش‌تر بود، هسته درهم فرو می‌ریخت، اگر جرم الکترون کمی بزرگ‌تر از مقدار فعلی بود، پروتون‌ها و الکترون‌ها با یکدیگر ترکیب شده و تبدیل به نوترون می‌شدند، این امر مانع تشکیل عناصر پیچیده‌تر می‌شد و تأثیر شگرفی بر شکل جهان می‌گذاشت.

ستاره‌ها بر پایه هم‌جوشی هسته‌ای به وجود آمده‌اند و یا کم‌ترین تغییری در مشخصات ذرات و نیروهای بین هسته‌ای قادر به شکل گرفتن نخواهند بود و در عدم توازن این نیروها، ستاره‌ها یا به سرعت می‌سوختند و خاموش می‌شدند، و یا توانایی تجمع در یک مکان را پیدا نمی‌کردند و فوراً پراکنده می‌شدند بدین ترتیب، نرخ سوختن ستاره‌ها که موجب شکل‌گیری حیات و به وجود آمدن انسان در جهان شده است مدیون مقدار فعلی مشخصات گفته شده است.[۱]

این مثال‌ها را می‌توان همچنان ادامه داد، اما به همین چند نمونه بسنده می‌کنیم، زیرا نکتهٔ اصلی موجود در آن‌ها مشخص است، جهان به دلیل خصوصیاتی که ذرات و نیروهایش دارند، به این شکل در آمده است، اما چرا ذرات و نیروهای موجود در جهان علی رغم این‌که می‌توانستند هزاران و میلیون‌ها حالت دیگر داشته باشند چرا این ویژگی‌ها را دارند؟

پس به طور خلاصه می‌توان گفت در ابتدا دانشمندان جهان را مشتمل از اتم می‌دانستند که ساختاری دارد که از الکترون‌ها و هسته تشکیل شده بودند، که در مقیاسی متوجه شدند که الکترون‌ها چندین میلیارد مرتبه از اجزای تشکل دهنده هسته که نوترون‌ها و پروتون‌ها بودند کوچک‌تر در نظر گرفته می‌شدند.

در واقع این اتم‌ها از فضایی بی‌نهایت بزرگ و خالی تشکیل شده بود، دانشمندان این ایده به نظرشان رسید که حتماً ذرات بنیادین عالم این سه ذره نیستند یعنی الکترون، پروتون و نوترون و حتماً پروتون‌ها و نوترون‌ها از ذراتی بنیادی‌تر تشکیل شده‌اند.

بدین لحاظ ایده کوارک به ذهن آن‌ها رسید که کوارک‌ها از سه نوع بالا و پایین و خنثی تشکیل شده بودند و نحوهٔ پراش برخورد الکترون‌ها به پروتون‌ها و نوترون‌ها این حالت را تأیید می‌کرد، آیا برای بررسی رفتار عالم همین سه ذره کوارک کافی بود؟

بعدها دانشمندان پی بردند برای توضیح رفتار طبیعت به ذرات دیگر هم احتیاج دارند لذا کوارک افسون، و دو کوارک قد و سر هم اضافه شد و تعداد کوارک‌ها به شش کوارک رسید برای پیوند این کوارک‌ها به هم خاصیتی مثل بار الکتریکی برای آن‌ها تعریف کردند که به رنگ موسوم است رنگ آبی، قرمز، سبز، پس کوارک‌ها رنگی شدند.

۱.جهان زیبا بریان گرین

به غیر از این کوارک‌ها ذرات دیگری به نام لپتون‌ها از خانواده الکترون‌ها و نوترینوها که از کوارک درست نشده بودند بر این مجموعه اضافه شدند و تعداد این خانواده به ۱۲ عضو رسید، دیراک اثبات کرده بود که الکترون‌ها یک پاد هم دارند و آن را هم کشف کردند، برای ذرات دیگر هم پاد پیدا شد، حالا جهان از این ذرات چگونه ساخته شده رابطهٔ بین این ذرات توسط چهار نیرو برقرار می‌شد، نیروی گرانش که زبان مشترک بود، نیروی الکترومغناطیس که زبان مشترک ذرات باردار بود، و نیروی هسته‌ای قوی و ضعیف که کوتاه برد و در محدودهٔ هسته برقرار بود.[۱]

اما این نیروها چه بودند و در نظریه ذرات بنیادین چه جایگاهی داشتند، آنچه در نظریهٔ ذرات بنیادین بدان پرداخته می‌شد این بود که برای تبادل نیروها هم بین دو ذره، ذراتی به نام بوزون می‌بایست مبادله می‌شدند.

اما سؤالی که مطرح بود که این نیروها که از آن صحبت می‌شود آیا می‌شود مشعب از یک نیروی واحد به نام ابر نیرو باشد؟

■ خلاصه‌ای از مباحث گذشته

دانشمندان در پی کشف ذرات درون اتمی و هسته‌ای، پی بردند که اتم‌ها خود اجزایی به نام هسته و الکترون تشکیل شده، و در پی کاووش‌های خود پی بدان بردند که علی رغم غیر قابل تجزیه بودن الکترون، هسته دارای اجزایی است که بعدها نام نوکلئون یا پروتون را به روی آن گذاشتند، مردم در پی آن بودند که این اجزای جدید هسته را هم مورد کاوش قرار بدهند، پس متوجه این مسئله شدند که خود این دو رکن هم از اجزاء کوچک‌تر ساخته شده‌اند که به آن‌ها کوارک گفته می‌شد، ابتدا، قائل به دو نوع کوارک بودند که این کوارک‌ها همیشه می‌بایست به صورت ترکیبی ظاهر می‌شدند، این دو کوارک عبارت بودند از، کارک Up، کوارک Down، که پروتون‌ها از دو کوارک Up و یک Down و نوترون‌ها در دو کوارک Down و یک Up تشکیل شده‌اند.

با توجه به این ترفندها، علمی به نام ذرات بنیادین به وجود آمد، چرا که کاووش‌ها و پیش رفت سیکنوترون‌ها و کلکسیونی از ذرات متفاوت و متعددی به وجود آورده بود که کشف می‌شدند، و نیاز به پالایش و شناسنامه بودند.[۲]

اما آیا این ذرات جزو، ذرات بنیادین بودند که غیر قابل تجزیه هستند و یا جزو هادرون‌ها محسوب می‌شوند که ذراتی، تجزیه پذیر هستند، کاتالوگ‌بندی این ذرات این مسئله را روشن کرد که از میان ذرات بدست آمده، سه خانواده وجود دارند که می‌توان دو خانواده دیگر را دو تیره از همان خانواده اول محسوب کرد، خانواده اول شامل الکترون، نوترینو، کوارک بالا و پایین خانواده دوم و سوم هم همان عموزاده‌های خانواده اول هستند، الکترون تبدیل شده به میون و تاو و نوترینو هم به میون نوترینو و تاونوترینو، کوارک بالا به کوارک افسون و کوارک

۱.مقدمه‌ای بر ذرات بنیادی گریفیتس

۲.مقدمه‌ای برذرات بنیادی گرفیتس

حقیقی و بالاخره کوارک پایین به کوارک شگفت و کوارک زیبایی که تفاوت‌هایی در جرم، بار الکتریکی و طعم‌ها و رنگ‌ها دارند.

فصل سوم

نظریه‌ای دربارهٔ وحدت نیروها: نظریه ریسمان اولیه

■ **نظریه‌ای دربارهٔ وحدت نیروها: نظریه ریسمان ایده اولیه**

جابر ابن حیان از دانشمندان قرن اول و دوم هجری، از بنیان‌گذاران سانیس و علوم تجربی محسوب می‌شود، وی اشاره به علمی به نام علم میزان می‌کند، که این علم به طور عجیبی به کمیت‌های عددی بسیار دقیق وابسته است، در این علم اشاره می‌شود که، تقدیر الهی در آفرینش به گونه‌ای رغم می‌خورد اگر، میزان ترکیب دو عنصر به حد اعلا رعایت شود از ترکیب آن‌ها، ماده‌ای دیگر که با دو مادهٔ اولیه ترکیب شونده متفاوت است، تولید می‌شود، البته باید در ایده‌های جابر، اصلاحاتی صورت پذیرد[1]،

جابر روشش بر مبنای علوم عصر خود استوار بود و خبری از اتم و اجزای آن به میان نبود ولی امروزه سخن از ذرات بنیادین است که این ذرات می‌توانند ترکیب شوند و مواد و ذرات دیگر را بیافرینند بر اساس یک کمیت و اندازهٔ خاص که شبیه به علم میزان جابر بن حیان می‌باشد، یکی از جمله این نظریات، نظریهٔ ریسمان است که برای نخستین بار چارچوب فکری قدرتمندی را عرضه کرد که در آن فضایی برای پاسخ به چنین پرسش‌هایی پدیدار شده بود، در آغاز لازم است نگاهی به ایدهٔ کلی حاکم بر این نظریه بیندازیم. گفته شد که ذرات موجود در جدول ذرات بنیادین مشابه حروف الفبا در یک زبان، بنیادی‌ترین اجزای تشکیل دهندهٔ جهان هستند و به نظر می‌رسد این ذرات خود از اجزای ریزتری تشکیل نشده باشند. با این وجود این، نظریه ریسمان دیدگاه متفاوتی دارد.

اگر چنانچه این ذرات را با دقت بسیار بیش از آنچه اکنون است مشاهده کنیم خواهیم دید که هر یک از آن‌ها نه به شکل یک نقطه بلکه به شکل یک حلقهٔ بی‌نهایت نازک در فضا هستند.

در واقع هر یک از این ذرات تشکیل شده از یک حلقه روبان مانند، بسیار نازک، یا یک رشته نوسانگر و رقصان که دانشمندان بدان ریسمان می‌گویند.

---

۱. امام صادق الهام گر شیمی (محمد یحیی الهاشمی)

به هر حال این تغییر دیدگاه گرچه نگاه اول چندان جدی و مسئله‌ساز به نظر نمی‌رسد ولیکن از نظرهای مختلف جالب و راه‌گشا به نظر می‌رسد.

مثلاً ناسازگاری میان نسبیت عام و مکانیک کوانتومی را بر طرف می‌کند البته تا حدودی از آنجا که در فصل‌های قبل‌تر اشاره شد تجربیات نامساوی بل[۱]، که در آن تجربه یک اتم الکترون‌های یک ترازش به نحوی از آن جدا می‌شوند و از هم فاصله می‌گیرند، و مسئله این بود که آیا با مشاهدهٔ یک الکترون، و به قطعیت رسیدن وضعیت آن آیا الکترون دیگر هم تعیین وضعیت می‌شود و اگر می‌شود آیا بالافاصله است یا با تأخیر زمانی. در مورد جواب اول که، بله تعیین وضعیت می‌شود چنانچه طبق طرد پائولی دو الکترون در یک تراز می‌بایست در دو حالت ممکن الکترون یعنی یکی با اسپین بالا و دیگری با اسپین پایین باشد، بنا بر این تجربه با جدا شدن و مشاهده یکی، گویی دیگری هم تعیین وضعیت می‌شود و تجربه حاکی از آنی بودن این تجربه است، با این تفاسیر پیشنهاد انیشتین، پولدوسکی و روزین برای آنی نبودن زیر سؤال رفت و یعنی به عبارتی گویی فضا ـ زمان در کوانتوم معنی ندارد، علی رغم آن‌که تمام تجربیات نسبت عام انیشتین و موضوع آن بحث دربارهٔ فضا ـ زمان است، و ناسازگاری عمیقی بین مکانیک کوانتومی و نسبیت عام خود را نشان می‌داد، که گویی با این فرض که ذرات نه یک نقطه بلکه دارای ابعاد هستند گویی در کوانتوم، هندسه فضا ـ زمانی وارد شده بود و این می‌توانست نویدی برای آشتی بین این دو نظریه بنیادین می‌بود.

■ نظریهٔ ریسمان به عنوان نظریهٔ وحدت بخش و توحید در طبیعت[۲]

در زمان انیشتین، هنوز نیروهای قوی و ضعیف برای دانشمندان آنچنان شناخته نشده بود، با این حال وجود همان دو نیروی شناخته شده یعنی گرانش و الکترومغناطیس در طبیعت و از آنجا که انیشتین نیروی گرانش را توانسته بود به هندسه فضا ـ زمان و میدان‌های خاص حل و فصل کند او را به این اندیشه انداخت همان گونه که بین انرژی و جرم و فضا و زمان وحدتی به وجود آورده به جاست که با کشف میدانی جامع دو نظریه گرانش و الکترومغناطیس را هم وحدتی بخشد گرچه به جایی نرسیده و وقت گرانقدر آخر عمر خود را معطوف بدان کرد.

مسئلهٔ وحدت بخشیدن بین نیروها و کمیت‌های دیگر فیزیک و از کثرت به وحدت رسیدن مسئله‌ای بود که موحدین در طرق مختلف به دنبال آن بودند.

حتی در علوم فلسفه، عرفان و سایر مسائل سعی در اثبات آن داشتند، این رویه حتی در طرح‌های معماری و هنری آن‌ها هم به چشم می‌خورد ایده‌ای که از کثرت به وحدت می‌رسند، مانند یک گنبد که در آن پایه‌های گنبد حالی از کثرت و قله آن حاکی از وحدت بود

۱.رولند اومنس فلسفه کوانتوم

۲.جهان زیبا (نظریه ریسمان و تکاپوی سازگاری نسبیت و فیزیک کوانتوم)- بریان گرین

به هر حال همین ایده و وحدت از ادیان توحیدی وارد، ساینس هم شد و انیشتین که پیرو یکی از عرفانی‌ترین، منش‌های عرفانی غربی یعنی اسپینوزا بود، ایمان بدان داشت که این وحدت در ساینس هم وجود دارد و اولین قدم‌ها را در این راستا بر داشت با اتحاد بین ماهیت جرم و انرژی که جرم همان انرژی و انرژی همان جرم است در صورت‌های مختلف و اتحاد بین فضا ـ زمان از پیشگامان این مسئله بود، و می‌خواست با ارائهٔ یک میدان مشترک نیروها را هم اتحاد بخشد گرچه این ایده انیشتین در زمان حیات وی محقق نشد ولی امروزه روشن است که انیشتین جلوتر از زمان خویش می‌اندیشیده است بیش از نیم قرن از آن زمان گذشته است، و اکنون یافتن نظریه‌ای واحد، هدف اصلی فیزیک نظری مدرن شده است.[۱]

با گذشت زمان، بخش بیش‌تری از جامعهٔ فیزیک و ریاضی متقاعد شده‌اند که نظریهٔ ریسمان می‌تواند این تئوری واحد در جهت رسیدن به فیزیک تعالیه و توحیدی باشد.

در نظریهٔ ریسمان در واقع بیان یک سنفونی بزرگ و هماهنگ است که در حال نواخته شدن است و رهبر ارکست با نظم خاصی به رهبری آن می‌پردازد، در واقع هر ذره در این سنفونی بزرگ تجلی یک نت موسیقی است، که جرم و خصوصیات دیگرش را الگوی نوسان ریسمان تعیین می‌کند.[۲]

الکترون ریسمانی است که به شکل خاصی نوسان دارد، کوارک ریسمانی است که نوسانش شکل دیگری دارد و غیره.

بنا بر این خصوصیات ذرات مختلف دیگر داده‌هایی تصادفی نیستند که با آزمایش به دست آیند بلکه الگوی نوسانی حلقه‌های ریسمان‌هایی هستند که در بنیادی‌ترین سطح آفرینش قرار دارند. با این توضیحات، برای نخستین بار در تاریخ فیزیک، نظریه‌ای داریم که قادر است تمام ویژگی‌های بنیادی جهان را توجیه کند، و وحدتی را در عالم نشان دهد.

به همین دلیل نظریهٔ ریسمان را گاهی «نظریهٔ همه چیز» و یا «نظریهٔ نهایی» هم می‌خوانند. این نظریه، نه تنها می‌تواند عمیق‌ترین نظریهٔ فیزیکی باشد و تمام نظریات دیگر را در بر گیرد، بلکه خود به نظریهٔ بنیادی‌تری نیاز ندارد.

■ اما دیدگاه تقلیل‌گرایانه می‌تواند در اینجا حاکم باشد؟

دیدگاه تقلیل گرایانه بدین معنی است که مردم باریزبینی و دقت فوق العاده به آن سور روند که با دقیق کردن دید خود و رسیدن به جزئی‌ترین ساختارهای عالم، به سمتی روند که بتوانند حرکات کلی‌تر عالم را با استعانت از حرکات جزئی ریزترین ذرات عالم توجیه کنند و مثلاً در آنچه هستیم با فهمیدن میزان نوسان ریسمان‌ها بتوانیم تمام آنچه در عالم در حال حرکت است را پیش‌بینی کنیم.

۱.جهان زیبا (نظریه ریسمان و تکاپوی سازگاری نسبیت و فیزیک کوانتوم)- بریان گرین

۲.همان منبع

البته این بحث وقتی به این گونه تفسیر می‌شود، بحث در مکانیک آماری جریان پیدا می‌کند، در مکانیک آماری هم چنین گفته می‌شود که این جهان ما که جهان احتمالات است بر اساس رفتارهای آماری، جزئی‌ترین و کوچک‌ترین ذرات عالم یعنی اتم‌ها سایر رفتارهای ماکروسکوپی قابل توجیه است و نظریهٔ رسیمان یک لایه زیر اتم‌ها قرار دارد یعنی گویی رفتار اتم‌ها هم طبق ارتعاشات آن‌ها قابل بررسی است ولی نکتهٔ قابل توجه این است که از جمله اصول مکانیک آماری است، که هر چند نگاهی آماری بر حرکات مجموع ذرات وجود دارد ولی یک پاسیبلیتی در قبل از آن تعریف شده است، و تمام جهان آماری و ظهور پیدا کرده بر اساس یک امکانی که از قبل وجود داشته شکل گرفته است، یعنی به عبارتی حرکات و ارتعاشات به ظاهر تصادفی این گونه تصادف محض نیست بلکه در چهارچوب یک پاسیبلیتی از پیش تعیین شده است و الا چگونه می‌بایست ارتعاشات و نوسانات یا انرزی و اندازهٔ خاص منجر به به وجود آمدن ذراتی خاص شود که این ذرات خاص برای این‌که جهان به این گونه که هستیم یا اصل وجود انسان پیش رود.[۱]

تصادف محض نمی‌تواند از میلیاردها حالتی که ممکن بود جهان داشته باشد به سوی حالتی خاص پیش رود، و تنظیم‌های میلیاردی و مکرر قابل توجیه نیست و از قلمرو زمان پیدایش جهان لااقل خارج است از سویی شاخه‌های دیگر فیزیک از جمله نظریهٔ آشوب، دید تقلیل‌گرایی را مورد نقد قرار می‌دهد که در این نظر اگر جهان ما جهان آشوبناک باشد، که هست، در جزئی‌ترین سیستم‌های آن باز همان پیچیدگی سیستم‌های بزرگ‌تر با همان مرتبه قرار دارد، و دیدگاه تقلیل گرایانه عامل می‌شود که ما نتوانیم از سرانجام روند کاری سیستم‌ها نتیجه‌ای درست بدست آوریم، و وجود فرکتیکال‌ها هم بر این مسئله افزوده می‌شود.

از سویی طبق گفتهٔ گودل[۲] که کل ریاضیات توان توصیف کل ریاضیات را ندارد و نظر دیراک که این را در فیزیک هم تعمیم می‌دهد، یا نظریهٔ ماهیت ریاضی بسیاری از نظریات از جمله نظریهٔ ریسمان، مشخص است که علی رغم توصیف نظریهٔ همه چیز به نظریهٔ ریسمان، این‌گونه نیست که همه چیز را واقعاً توصیف کند، بلکه دامنهٔ آن محدود است و باقی مسائل اگر در این حوزه قابل توصیف نباشد لاجرم در فلسفه قابل توصیف است، و لایه‌های دیگری در خلقت ریسمان‌ها و نواختن آن‌ها جریان دارد، آیا با شناخت آلات موسیقی یک سنفونی و دانستن این‌که این اصواتی که آشکار سازی می‌کنیم از کدام ساز و کدام تار یا چه ویژگی‌هایی است، صرف دانستن این مسئله، شما می‌توانید، کل سمفونی و این‌که چرا هر سازی این گونه نواخته می‌شود، نوازندگان ما متن ملودی موسیقی فکر آهنگ ساز و رهبر گروه ارکست را بفهمیم، اگر چنین فکری وجود داشته باشد، بسی دچار حیرت است.

۱.نظریه ریسمان جونز

۲.ریاضی دان اتریشی دارنده جایزه آلبرت انیشتین سال ۱۹۵۱

■ آیا دو نظریهٔ کوانتوم و نسبیت عام با هم مشکلی دارند؟

در سدهٔ گذشته درک ما از جهان فیزیکی بسیار عمیق‌تر شده است. ابزارهای نظری مکانیک کوانتومی و نسبیت عام به ما این امکان را داده‌اند تا فهم تازه‌ای از جهان داشته باشیم ولی به هر حال فرم هندسی جهان در نتیجهٔ نسبیت عام که با پیچ و خم‌های آرام توصیف شده است، با رفتار آشفته و عصبی میکروسکوپی، آن گونه که مکانیک کوانتومی تبیین می‌کند، به هیچ وجه سازگاری ندارد، تا میانهٔ ۱۹۸۰ که نظریهٔ ریسمان در جست و جوی پاسخی به این تضاد بر نیامده بود این مسئله مشکل اصلی فیزیک مدرن خوانده می‌شد.[۱]

قلمرو معمول کاربرد نظریهٔ نسبیت عام فواصل بسیار زیاد و نجومی است، در چنین ابعادی تئوری انیشتین می‌گوید غیاب جرم به معنای تخت بودن فضا است با بزرگ‌نمایی بخش بسیار کوچکی از ساختار فضا ساختار فضا همان شکل سادهٔ خود را نشان می‌دهد.

با روش قیاسی فیزیک کلاسیک انتظار داریم چنین یکنواختی در ساختار فضا تا ابعاد بسیار، بسیار کوچک‌تر نیز به همین شکل ادامه یابد.

اما فیزیک کوانتومی گویا میانه‌ای با روش قیاسی مرسوم ندارد، روش استقرائی را جایگزین می‌کند و نتیجه‌گیری را به طور بنیادی تغییر می‌دهد.

همه چیز در معرض افت و خیزها و نوسانات کوانتومی تند و تیز ناشی از عدم قطعیت هستند.

با این‌که بر اساس استدلال‌های فیزیک کلاسیک میدان گرانشی فضای خالی صفر است، از نظر مکانیک کوانتومی تنها میانگین مقدار این میدان صفر است و مقدار حقیقی آن به شدت در معرض جهش‌های شدید کوانتومی قرار دارد.

حتی اندازهٔ نوسانات میدان گرانشی با تمرکز بر بخش‌های بسیار کوچکی از فضا بیش‌تر هم خواهد بود یعنی در ابعاد به حد کافی کوچک هیچ چیز آرام نیست و دقیق‌تر شدن به معنی کشف ناآرامی‌های بیش‌تر است.

همان گونه که میدان گرانشی یا انحنای فضا توصیف می‌شود، نوسانات تند و تیز کوانتومی هم به صورت اعواجات نامتقارن فضا عمل می‌کند.

پس در جایی انحنای فضا گرانش ایجاد می‌کند و در توصیفی آشفتگی نامتقارن فضا گرانش ایجاد می‌کند، آیا انحنا و آشفتگی با هم ارتباطی دارند.؟

به هر حال این آشفتگی به گونه‌ای هستند که نمی‌توان به فضا رفتار نرم و یکنواخت نسبت داد. بلکه فضا چهره‌ای سرکش و آشفته و به هم تابیده دارد.

در همین مسئله است که با ناسازگاری بزرگ مکانیک کوانتوم و نسبت عام مواجه می‌شویم.

---

۱. نظریه ریسمان بریانگرین

در واقع مفهوم هندسه فضایی که جزء اصول محوری نسبیت عام است با آشفتگی‌های جهان کوانتومی نابود می‌شود.

به بیان ساده‌تر، ویژگی محوری مکانیک کوانتوم یعنی اصل عدم قطعیت با ویژگی بنیادی نسبیت عام یعنی مدل ساختار تخت زمان و فضا در تضاد آشکار قرار دارد، در نسبیت عام عنوان می‌شود که هندسه فضا ـ زمان یعنی ریتم گذر زمان و اندازهٔ فضا در هر جا متناسب با جرم تعیین می‌شود.

پس لاجرم، جرم ثابت، هندسه‌ای ثابت به همراه دارد و به اصطلاح یکنواخت، ولی در کوانتوم عنوان می‌شود که در مناطق در حد پلانک و زمان پلانک، یعنی در محدودهٔ مشخصی از فضا ـ زمان، که پلانک تعیین و معین می‌کند، مقدار انرژی در حال تغییر است، و متناسب با $\Delta t. \Delta E \approx h$ افت و خیز می‌کند، خوب از سویی انرژی معادل جرم است پس لاجرم، جرم در حال نوسان است، پس ریتم گذر زمان و اندازهٔ فضا در حال نوسان و آشفتگی است و گویی ارتباطی به جرم خاصی ندارد، این تناقض را چگونه رفع کنیم، از سویی نسبیت عام می‌خواهد آن را یکنواخت و آرام در نظر بگیرد از سویی مکانیک کوانتومی آن را ناآرام و آشفته در نظر می‌گیرد.[۱]

فیزیکدانان تلاش‌های بسیاری کرده‌اند تا یکی از این دو نظریه را به گونه‌ای تغییر دهند، که با نظریه دیگر سازگار شود. این تلاش‌ها همگی یکی پس از دیگری شکست خورده‌اند.

■ گرانش در برابر مکانیک کوانتومی

اشکال ارتباط بین مکانیک کوانتومی و نسبیت عام را از زاویهٔ دیگر بررسی می‌کنیم از زاویهٔ ذرات بنیادین، و بوزون‌ها، با مقایسه بوزون‌های دو نیرو یعنی الکترومغناطیس که فوتون‌ها هستند و بوزون‌های گرانشی که گراویتون نام دارند.

نتیجهٔ نهایی این مقایسه آن است که فوتون‌ها منجر به شکل‌گیری یک نظریهٔ بهنجار می‌شوند در حالی که گراویتون‌ها نظریهٔ نابهنجار به بار می‌آورند فتون‌ها به بار الکتریکی واکنش نشان می‌دهند، در حالی که خود فاقد بار هستند برای مثال یک الکترون در یک اتم هیدروژن دارای بار است و هنگامی که از یک تراز انرژی به تراز دیگر منتقل می‌شود، منجر به ساطع شدن یک فوتون می‌شود.

در واقع تفسیر جمله «فوتون‌ها به بارهای الکتریکی واکنش نشان می‌دهند» همین موضوع است این‌که بگوییم فوتون‌ها فاقد بار هستند یعنی نور هادی الکتریسیته نیست اگر جز این بود اگر به چیزی که در معرض آفتاب بود دست می‌زدید، دچار برق گرفتگی می‌شدید.

---

۱. فیزیک ریسمان جونز

پس فوتون‌ها نسبت به هم بر هم کنش ندارند، زیرا تنها به بار الکتریکی واکنش نشان می‌دهند. اما اگراویتون‌ها به بارهای الکتریکی واکنش نشان نمی‌دهند بلکه با جرم و انرژی بر هم کنش دارند و از آن‌جا که حامل انرژی هستند، تنها با خودشان بر هم کنش دارند در نتیجه آن‌ها خاصیت «خود ـ گرانشی» دارند.

چون گراویتون دارای خاصیت موج ـ ذره‌ای هست و چون یک شیء نقطه مانند و بدون بعد است لذا هر چه به آن نزدیک‌تر شویم با قدرت بیش‌تری به سوی خود جذب می‌کند. یعنی این‌که گویی گراویتون‌های بیش‌تری درگیر این ماجرا می‌شوند.

پس برای تفسیر این ماجرا، باید بگوییم در این حالت، یک گراویتون مادر داریم و یکسری گراویتون‌هایی که از آن ساطع می‌شود که به آن گراویتون‌های دختر می‌گویند.[۱]

میدان جاذبه در نزدیکی گراویتون مادر بسیار قوی است، این بدان معنی است که گراویتون‌های دختر دارای تکانه انرژی عظیمی هستند.

این گراویتون‌های دختر را از روی رابطهٔ عدم قطعیت توضیح می‌دهند، اگر این دخترها را در فاصلهٔ نزدیک به مادر بگیریم یعنی Δx بسیار کوچک باشند بنا به $\Delta x.\Delta p \geq \frac{h}{\xi\pi}$ باید ΔP بسیار بزرگ باشد این ΔP هم از جنس انرژی است، لذا گراویتون‌ها نسبت بدان واکنش نشان می‌دهند، پس خود گراویتون‌های دختر نیز، گراویتون از خود گسیل می‌کنند و این فرآیند به همین شکل ادامه خواهد یافت نمی‌توان اثرات این گراویتون‌ها را همزمان بررسی و رهگیری کرد.

این فرآیند را در یک الکترون پیش می‌گیریم:

اگر میدان الکتریکی را در نزدیک یک الکترون بررسی کنیم متوجه خواهیم شد که تحریک الکترون منجر به ساطع شدن فوتون‌ها با مقادیر بزرگ تکانه می‌شود.

این فرآیند بی‌ضرر است زیرا فوتون‌ها نمی‌توانند فوتون‌های دیگری ساطع کنند. ولی فوتون می‌تواند تبدیل به یک جفت الکترون و پادالکترون شود، و در نتیجه فوتون‌های بیشتری ساطع می‌شود، تک الکترونی که بر اثر وجود زنجیره خلق و فضای فوتون‌ها ایجاد می‌شود به تنهایی دارای بار و جرم است و یک روند نامتناهی همراه نیست این یک پدیدهٔ بهنجار است و قابل ردیابی ولی دربارهٔ گراویتون‌ها، این پدیده بهنجار نمی‌شود که باید حل شود.[۲]

۱.نظریه رسمان جونز

۲. نظریه ریسمان جونز

■ **حال این‌که چگونه نظریهٔ ریسمان این مشکل را حل می‌کند.**

در نظریهٔ ریسمان با عنایت به این‌که ذرات نقطه‌ای فرض نمی‌شوند بلکه ریسمان‌های مرتعشی هستند لاجرم Δx در آنجا به صورت اجرام نقطه‌ای بسیار نقطه‌ای و کوچک نیست لاجرم ΔP هم به شدت بزرگ نخواهد بود، و از سویی با تقسیم ریسمان‌ها مانند انشعاب یک لوله است که به در انشعاب به صورت γ در می‌آید، آن چه از همهٔ این‌ها می‌توان دریافت این است که فرآیند تقیم یک ریسمان بر خلاف یک ذره، فرآیندی ملایم و آرام است.

فصل چهارم

سمفونی کیهانی

■ سمفونی کیهانی

مدل استاندارد ذرات بنیادین اجزای تشکیل دهندهٔ جهان را به صورت عناصر نقطه‌ای و بدون ساختار داخلی در نظر می‌گیرد.

مشخص است که علی رغم موفقیت‌های چشم‌گیر این مدل نمی‌تواند مدلی کامل و نهایی محسسوب شود و از نمودهای آن این‌که اثر گرانش را در خود لحاظ نکرده است.

سرانجام در سال (۱۹۸٤ م) (۱۳٦۳ ش) مایکل گرین از کالج کویین مری و جان شوارز از انستیتو تکنولوژی کالیفرنیا نخستین شواهد را مبنی بر این‌که نظریهٔ ریسمان می‌تواند این درک عمیق را به وجود آورد ارائه دادند.

نظریهٔ ریسمان اصلاحی بود که به گونه‌ای نسبیت عام انیشتین را تحت شعاع قرار می‌داد و دقیقاً با مکانیک کوانتومی سازگار بود.

طبق این نظریه، عناصر پایه‌ای جهان ذرات نقطه‌ای نیستند، بلکه رشته‌های یک بعدی بسیار کوچکی هستند که مدام در حال نوسان هستند.

بر خلاف ریسمان معمولی که از مولکول و اتم تشکیل شده است، این ریسمان‌ها خود بنیادی‌ترین اجزای جهان هستند که در دل مواد قرار دارند و به عبارتی خود سازنده مواد هستند. طول متوسط این ریسمان‌ها به اندازهٔ طول پلانک است.

با وجود این تغییر در ماهیت عناصر بنیادی جهان پیامدهای وسیعی پیش آمد.

۱ـ ریسمان چارچوب هارمونیکی خاص پدید می‌آورد که می‌توان از دو تئوری نسبیت عام و کوانتوم استفاده کرد.

۲ـ اتحاد بین تمام مواد و نیروها

■ اولین نظریهٔ ریسمان [۱]

اولین نظریهٔ ریسمان، به نظریهٔ ریسمان بوزونی معروف است، این نظریه نتایجی داشت که استفاده از آن برای توصیف واقعیت، نامعقول به نظر می‌رسید.

---

۱. نظریه ریسمان جونز

در این نظریه فیزیکدانان در تلاش بودند که برای پراکندگی ذرات به خصوص هادرون‌ها «پروتون و نوترون» در یک شتابدهنده، توضیحی دست و پا کنند.

در این روش حالت‌های اولیه و نهایی، بر هم کنش‌ها را در یک آرایه ماتریسی به نام S ثبت می‌کردند. در آن زمان به دنبال این بودند که ساختاری ریاضی بر این ماتریس پیدا کنند. گابریل ونزیانو، از مؤسسهٔ تحقیقاتی سرن متوجه شد گویا فرمولی ریاضی که از قبل وجود داشته است، همان ساختار ریاضی بین ماتریس‌ها را که به دنبال آن می‌گشتند توصیف می‌کند، این فرمول ریاضی متعلق بود یکی از ریاضی‌دانان قرن هجدهم میلادی به نام تابع بنای اویلر نام داشت که در دههٔ ۱۷۰۰ توسط یک ریاضی‌دان سویسی به نام لئونارد اویلر[۱] کشف شده بود، به توصیفی که ونزیانو ارائه کرد، مدل تشدید دوگان، دامنه ونزیانو یا فقط مدل ونزیانو گفته می‌شود.

$$B(x,y)=\int_{۰}^{۱} t^{x-۱}(۱-t)^{y-۱}dt$$

$$b(q,p)=B(p,q)$$

$$=\frac{(n-۱)!\,(m-۱)!}{(n+m-۱)!}=\frac{n+m}{nm\binom{n+m}{n}}$$

مدل وتریانو به نتایج صحیح چگونگی بر هم کنش‌ها درون‌ها نزدیک بود اما درست نبود.

در آن زمان وتریانو، آشکارسازها به حد وی دقیق نبودند که این مشکل را تشخیص دهند از سویی مدلی وتریانو ارائه داده بود به گونه‌ای بود که قابل حملش کاری و اصلاح برای تطابق با آزمایشات نبود، پارامترهای ریاضی این نظریه با دقت زیادی ثابت و تغییر ناپذیر بودند تلاش برای اصلاح آن منجر به فرو ریزش آن می‌کرد، در واقع به گفتهٔ برخی‌ها این نظریه هیچ پارامتر تغییر ناپذیری نداشت، حداقل تا وقتی که به مفهوم کاملاً متفاوتی تبدیل شد.

نظریه‌ای با این خصوصیات یا کاملاً غلط است یا کاملاً درست است، بدین لحاظ کسانی که روی آن کار می‌کردند آن را کاملاً درست می‌دانستند و به فکر تأویل آن بودند.

■ اولین مدل فیزیکی: ذرات به صورت ریسمان

تعبیر فیزیکی اولیه از نظریه ریسمان، به صورت ریسمان‌های مرتعش بود. وقتی ریسمان‌ها، که هر کدامن نمایندهٔ یک ذره بودند با هم برخورد می‌کردند ماتریس S، نتیجه را توصیف می‌کرد.

در این نظریه پروتون از سه ریسمان کوارک به وجود آمده است وقتی این سه ریسمان در کنار هم قرار می‌گیرند، یک پروتون می‌سازند، پس پروتون از بر هم کنش سه ریسمان کوارک که با هم در تماس هستند به وجود می‌آید. پروتون نوعی گره در بین ریسمان‌ها هست.

---

۱. ریاضی دان سوئیسی قرن ۱۸ میلادی

■ حالا این ریسمان‌ها چه شکلی هستند؟

ریسمان‌هایی که توصیف شدند، تقریبا شبیه کش‌هایی لاستیکی دارای کشسانی هستند عبارتی که به نظر ریسمان‌ها را به خوبی توصیف می‌کند، «رشته‌های انرژی» هستند.

در این نظریه در اصل هر چه ارتعاشات ریسمان شدیدتر باشد، انرژی و بنا بر این جرم بیش‌تری خواهد داشت، در خلال همهٔ تغییراتی که نظریهٔ ریسمان داشت این مفهوم محوری ثابت باقی مانده است. این تعبیر را به طور مجزا، بوشیرو نامبو، هولگرنیلسون و لئونارد ساسکینه در سال ۱۹۷۰ (۱۳٤۹ ش) به کار بردند و هر سه مرد، عنوان بنیانگذاران نظریهٔ ریسمان را به خود اختصاص دادند. [۱]

■ پس مفهوم ذره بالاخره چه شد؟

در فیزیک کلاسیک ذره تشکیل شده از نقاط بی‌بعد و با ارزش و خواص فیزیکی که به ذرات بنیادین موسوم بودند.

در نسبیت ذرات همان رویدادها بودند، جرم صورتی از انرژی بود، و انرژی در زمان، یعنی رویداد، همان طور که زمان سیلان دارد، رودادها هم سیلان دارند، پس ذره هم دائماً در حال فنا و بقا است. [۲]

در مکانیک کوانتومی، کوانتائی است ریاضی، مجرد از فضا و زمان که خاصیت موج ـ ذره دارد هم موج است و هم ذره، و بالاخره در نظریه ریسمان، ذره باز هم شکل جدیدی پیدا می‌کند، انواع مختلف ذرات شیوه‌های ارتعاشی مختلف از یک موجود بنیادین هستند، در اصل هر چقدر ارتعاش ریسمان بیشتر باشد، انرژی، و جرم آن بیشتر خواهد بود. [۳]

در واقع در نظریه ریسمان، فضا ـ زمان نهی نمی‌شود که تعارضی با نسبیت داشته باشد هم خاصیت موج وجود دارد و هم ذره، و هم سیلان و فنا و بقا به گونه‌ای در آن دیده می‌شود.

■ شکست نظریه ریسمان بوزونی از مدل استاندارد

مدل ارائه شده توسط وتریانو با هدف ضمنی توضیح ماتریس S که پراکندگی ذرات را نشان می‌داد ساخته شد، که با استفاده از مدل استاندارد ذرات بنیادین هم بدست می‌آمد و این ایده در مقابل، ایده مدل استاندارد، شانس رقابت نداشت.

از طرفی همان طور هم که گفتیم با پیشرفته‌تر شدن ساختار شتابدهنده‌ها معلوم شد که نظرات وتریانو به صور تقریب درست است. [٤]

۱.نظریه ریسمان بریان گرین
۲.الفبای نسبیت بنتراند راسل
۳.فلسفه فیزیک کوانتومی ژان پیر فربود
۴.نظریه ریسمان چونز

فیزیکدانان نشان دادند که وتریانو در واقع فقط جملهٔ اول از یک سری بی‌نهایت از جملات را کشف کرده است. هر چند این جمله مهم‌ترین آن‌ها بود، اما هنوز کامل نبود. جملاتی را می‌شد که اضافه کرد که روش‌های مختلف برخورد ریسمان‌ها را تصحیح کند.

ولی باز هم نشانه‌هایی در دسترس بود که ارجحیت مدل ذرات بنیادی نسبت بدان را نشان می‌داد، و گویی این نظریه با تمام زیبایی در حال افول می‌باشد.[۱]

اما ناکامی این نظریه در چند چیز نهفته بود:

۱ـ ذرات بدون جرم

۲ـ تاکیون‌ها، که سریع‌تر از سرعت دور حرکت می‌کردند.

۳ـ فریمون‌هایی که پیش‌بینی می‌شد ولی کشف نشدند

۴ـ ۲۶ بعد مکانی!!!

■ذرات بدون جرم

یکی از اثرات جانبی ایجاد نظریهٔ ریسمان سازگار این است که باید ذراتی مشخص وجود داشته باشند که هرگز به حال سکون در نیایند جرم معیاری از اندازه جسم است، وقتی در حال سکون باشد به همین دلیل به چنین ذراتی ذرات بدون جرم می‌گفتند.

یعنی در نظریهٔ ریسمان، با توجه به این‌که طول یک ریسمان به منزلهٔ جرم یک ذره تلقی می‌شود، ما نباید، با ذره‌ای بدون جرم مواجه شویم، چرا که ریسمان بودن طول معنی ندارد، از طرفی ما در واقعیت، ذرات بدون جرمی چون فوتون، را می‌بینیم که دارای جرم صفر است ولی این موجود، فقط در حرکت معنی پیدا می‌کند، گلوئون‌ها و بعدها گراویتون‌ها هم گویی بدون جرم محاسبه شده بودند، البته نوتریتوها از این مهلکه جان بدر بردند چرا که گویی جرمی بدان‌ها نسبت داده شد گر چه بسیار کم.

■ و اما تاکیون‌ها

این تاکیون‌ها از نگاهی، مشکل بس بزرگ‌تر از ذرات بدون جرم بودند، ذره‌ای که نظریهٔ ریسمان بوزونی پیش‌بینی می‌کرد و سرعت حرکت‌اش بیش‌تر از سرعت نور بود.

در نظریهٔ بوزونی سازگار، فرمول‌های ریاضی ایجاب می‌کردند که تاکیون وجود داشته باشد، از سویی نظریه نسبیت خاص می‌گفت امکان ندارد که ذره‌ای سرعتش به سرعت نور برسد اگر چنین حالتی پیش بایید مستلزم انرژی بی‌نهایت خواهد بود. یک نگاهی به نظریه نسبیت خاص بیاندازیم.

۱.نظریه ریسمان گرین

$$m^{\circ} = \frac{m}{\sqrt{1 - v^{2}/c^{2}}}$$

اگر سرعت ذره‌ای به اندازهٔ سرعت نور برسد لاجرم، جرم آن بی‌نهایت می‌شود یعنی مقاومت در برابر حرکتش بی‌نهایت می‌شود، خوب برای برون رفت از این قضیه عنوان می‌شود لازم نیست شتاب و تغییر سرعتی در میان باشد که مقاومت در برابر حرکتی پیش بیاید، از ابتدا همانند خود فوتون، در همان سرعت تعریف شده است.

در اینجا یک اشکال دیگری پیش می‌آید، با وجود در نظر گرفتن ذره‌ای یا سرعتی ماورای سرعت نور با مسائلی برخورد می‌کنیم که در پایین بدان اشاره خواهیم کرد.

$$m' = \frac{m_{\circ}}{\sqrt{1 - v^{2}/c^{2}}}$$

اگر $V \gg C$ باشد زیر رادیکال منفی خواهد شد، لاجرم «$\sqrt{-1} = i$» عدد موهومی است جرم موهومی یعنی جرم ذره موهومی است، انرژی با همان جرم به عنوانی، نه صفر است و نه مثبت بلکه موهومی، نه تنها جرم در سایر مسائل هم وجود دارد مثلاً در $\Delta t' = \frac{\Delta t}{\sqrt{1 - v^{2}/c^{2}}}$ در این حال زمان هم ریتم گذشت زمان، نه مثبت است و نه، صفر یعنی زمان نایستاده است بلکه موهومی است.

و اما مکان وقتی $V \gg C$ باشد $\Delta x' = \Delta x \sqrt{1 - v^{2}/c^{2}}$ یعنی در راستائی که ذره حرکت می‌کند فضا هم موهومی خواهد شد یعنی اندازهٔ فضا نه مثبت است نه، صفر بلکه موهومی است. اما جرمو انرژی موهومی، زمان موهومی، فضا موهومی چه معنی دارد؟[۱]

در فضای مینکوفسکی چنین تعریف می‌کنیم $w^{2} = x^{2} + y^{2} + z^{2} - ic^{2}t^{2}$ گویی یکی از ارکان فضا موهومی می‌شود مثل راستایی که تاکیون در آن در حال حرکت است ولی زمان از بعد موهومی خارج و حقیقی می‌شود، یعنی گویا می‌توان در زمان همان گونه که در فضا جلو و عقب می‌رویم، جلو عقب برویم اما در عوض یک بعد از ابعاد فضا که حرکت در آن جریان دارد موهومی می‌شود.[۲]

وجود تاکیون منحصر به نظریهٔ ریسمان بوزونی نیست، برای مثال، مدل استاندارد شامل خلاء خاصی است که در آن بوزون هیگزهم در واقع نوعی تاکیون خواهد بود، در چنین حالتی این نظریه ناسازگار تلقی نمی‌شود فقط بدین معنی است که جواب پایدار نبوده است و به حالت حالتی پایدار و بدون تاکیون فرو می‌پاشد. [۳]

۱.کیهان شناسی تحلیلی(مهدی دانشیار)

۲.همان منبع

۳.جهان تورمی آلن گوث

و به اصطلاح تورم متوقف می‌شود و جهان از فاز تورمی وارد فاز هابلی می‌شود. به هر حال این تاکیون‌ها زمانی منجر بدان شده بود که نظریهٔ ریسمان با چالش روبه‌رو شود.

■ الکترون‌ها مجاز نبودند

ایراد اصلی نظریه ریسمان بوزونی چیزی بود که از اسم نظریه بر می‌آید. نظریه فقط وجود بوزون‌ها را پیش‌بینی می‌کرد، و به فرمیون‌ها را، فوتون‌ها می‌توانستند وجود داشته باشند اما خبری از کوارک‌ها یا الکترون‌ها نبود.[۱]

هر ذره بنیادی که در طبیعت مشاهده می‌شود، خاصیتی به نام اسپین دارد که با مقداری است صحیح (۱-، ۰، ۱، ۲،...) و یا نیمه صحیح ($\frac{۱}{۲}-$، $\frac{۱}{۲}$،...) ذرات با اسپین صحیح، بوزون، و ذراتی با اسپین نیمه صحیح فرمیون هستند. از جمله یافته‌های اصلی فیزیک ذرات این است که همهٔ ذرات در یکی از این دو دسته جای می‌گیرند.

برای این‌که نظریهٔ ریسمان در جهان واقعی کاربرد داشته باشد، باید هر دو نوع ذره را شامل شود و فرمول اولیه این طور نبود. تنها ذرات مجاز، در اولین مدل نظریهٔ ریسمان، بوزون‌ها بودند، به همین دلیل این نظریه بین فیزیکدانان به نظریهٔ ریسمان بوزونی معروف شد.

■۲۶ بعد فضا ـ زمانی

ابعاد قسمت‌هایی از اطلاعات مورد نیاز برای تعیین یک نقطهٔ دقیق در فضا هستند. کلاود لاولیس در سال (۱۹۷٤ م) (۱۳۵۳ ش) کشف کرد که نظریهٔ ریسمان بوزونی تنها در صورتی سازگار است که در ۲۵ بعد مکانی فرمول بندی شود.

عجیب است که این شرط در خود نظریهٔ نهفته است. واقعاً معادلات تعداد مشخصی از ابعاد را برای سازگاری ریاضی می‌طلبد یعنی این نظریه به گونه‌ای دیگر اصلاً کارآیی ندارد. یعنی نظریه ریسمان به ۲۵ بعد مکانی نیاز دارد تا تقارن‌هاهی ریسمان بتوانند کاملاً سازگار باشند که به این تقارن عمدیس می‌گویند، اما ما با چهار بعد فضا ـ زمانی آشنایی داریم ولی ۲۲ بعد مکانی دیگر چیست؟ نظریهٔ کالوزا ـ کلاین پیش‌بینی می‌کنند که ابعاد اضافه در خود پیچیده شده‌اند، روش‌های پیچش این ابعاد به گونه‌ای که نتایج حاصله با معنا داشته باشد، در سال (۱۹۸۰ م) (۱۳۵۹ ش) فرمول بندی شد.

خوب به هر حال این ابعاد هم انگیزهٔ کافی برای قبول این نظریه را از فیزیکدانان گرفته بود.

۱.نظریه ریسمان گرین

این موضوع، کل چشم انداز فیزیک نظری را تغییر داد، نظریه پردازان به این فکر افتادند که این نظریه این قابلیت را دارد که همهٔ نیروهای طبیعت را در قالب مجموعه‌ای ساده از قوانین متحد کند. مدلی زیبا که در آن همه چیز از انرژی‌های مختلف ریسمان‌های مرتعش ساخته شده بود.

همان طور که گفتیم سال ۱۹۸٤ (۱۳٦۳ ش) را شروع «اولین انقلاب ابر ریسمان» می‌دانند. یافته‌های اصلی‌ای که چرخهٔ این انقلاب را زد، اثبات این موضوع بود که نظریهٔ ریسمان بر خلاف بسیاری از نظریه‌های گرانشی کوانتومی، مثل ابر گرانش که در خلال دههٔ ۱۹۷۰ بررسی شد ناهنجاری ندارد.

اغلب دو مشکل بزرگ در نظریهٔ گرانشی کوانتومی ظاهر می‌شد، ناهنجاری و بی‌نهایت‌ها که هیچ کدام نشانهٔ خوبی برای یک نظریهٔ علمی نیستند.

ـ بی‌نهایت‌ها وقتی اتفاق می‌افتد که مقادیری مانند انرژی، احتمال یا انحنا به سرعت شروع به بزرگ شدن تا مقدار بی‌نهایت می‌شوند.

ـ ناهنجاری‌ها مواردی که ممکن است فرآیند مکانیک کوانتومی به نقض تقارنی منجر شود که قرار بود موجود باشد.

نظریهٔ ابر ریسمان واقعاً برای اجتناب از بی‌نهایت‌ها خوب بود.

ـ خلاصه این‌که در این نظریه مقدار فاصله هیچ وقت به صفر نمی‌رسد. تقسیم بر صفر عملی ریاضی است که منجر به بی‌نهایت می‌شود. از آنجا که ریسمان طول کوچکی دارد، فاصله هیچ گاه کمتر از L نمی‌شود. پس در نیروی گرانش همانند وقتی که فاصله بدون محدودیت به صفر نزدیک می‌شود به بی‌نهایت میل نمی‌کند.

نظریهٔ ریسمان ناهنجاری هم ندارد، در نسخهٔ ۱۰ بعدی از نظریهٔ ابر ریسمان قیدهایی دارد که همهٔ ناهنجاری‌ها را خنثی می‌کند.

■ ابر تقارن به کمک می‌آید[۱]

به رغم شکست‌های آشکار نظریهٔ ریسمان بوزونی برخی فیزیکدانان به کارشان ادامه دادند. در سال (۱۹۷۱ م) (۱۳۵۵ ش) با ظهور ابر تقارن که اجازهٔ وجود همزمان بوزون‌ها و فرمیون‌ها را می‌داد، نظریه پردازان ریسمان توانستند نظریهٔ ریسمان ابر متقارن یا به اختصار نظریهٔ ابر ریسمان را ایجاد کنند.

این نظریه مشکلات نظریهٔ ریسمان بوزونی را حل کرد و تقریباً امروز سخن از ریسمان همان ابر ریسمان می‌باشد.

۱.معماهایی برای راز گشایی از عالم (کامران وفا)

■ نگاهی به فرمیون‌ها و بوزون راهی به سوی ابر تقارن

تقارن‌ها در سراسر فیزیک وجود دارند، اصولاً تقارن در فیزیک شرایطی است که دو مشخصه از سیستم را بتوان با هم عوض کرد و نتیجهٔ هیچ تغییری نکند.

در سال ۱۹۷۰ پیر رامواند مسئلهٔ تقارن را پیش کشید و جان شورارتس و آندره نوو آن را در نظریهٔ ریسمان پیگیری کردند، آن‌ها نشان دادند که نظریهٔ ریسمان بوزونی را می‌توان طوری تعمیم داد که اسپین غیر صحیح را شامل شود.

ورود فرمیون‌ها به این مدل، به معنای معرفی تقارن قدرتمند جدید بین فرمیون‌ها و بوزون‌ها، به نام ابر تتکار است، ابر تقارن را می‌توان این گونه خلاصه کرد:

ـ هر بوزون به فرمیون خودش مربوط است.

ـ هر فرمیون به بوزون خودش مربوط است.

اما هنوز همه چیز درست از کار در نمی‌آید، فرمیون‌ها و بوزون‌ها ویژگی‌های بسیار متفاوتی دارند، بنا بر این وادار کردن آن‌ها به تعویض جایشان بدون این‌که روی نتایج احتمالی آزمایش اثر بگذارد کار آسانی نیست.

از سویی فیزیکدانان تعدادی از بوزون‌ها و فرمیون‌ها را می‌شناسند، ولی رابطهٔ مورد نظر بین آن‌ها دیده نمی‌شد، حتی فوتون به عنوان یک بوزون ظاهراً که با هیچ یک از فرمیون‌های شناخته شده مرتبط نیست.

به هر حال بر طبق ابر تقارن، بوزون‌ها و فرمیون‌هایی که به هم مربوطند، ابر شریک نامیده می‌شوند ابر شریک یک ذره استاندارد، اس ذره نام دارد.

از آنجا که هیچ کدام از ذرات موجود ابر شریک، ذره دیگر نیستند پس می‌بایست به تعداد ذرات شناخته شده ابر شریک وجود داشته باشد که هیچ کدام از آن‌ها دیده و مشاهده نشده‌اند، و یکی از مسائلی که می‌بایست در شتابدهنده‌ها برای تأیید نظریهٔ ریسمان مورد ارزیابی قرار گیرد وجود همین ابر شریک‌ها می‌باشد.

در فرمیون‌ها این ابر شریکان با آوردن حرف «اس» اول اسم فرمیون شناخته می‌شوند مثل ابر شریک الکترون که سلکترون و ابر شریک کوارک، اس کوارک نامیده می‌شود.

ابر شریک بوزون‌ها به «اینو ino» ختم می‌شود، ابر شریک فوتون، «فوتینو» یا «گراویتون» «گراویتونو» است.[۱]

اسامی تعدادی از ابر شریک‌ها

ذره استاندارد	ابر شریک

۱. نظریه ریسمان جونز

لبتون	اس لبتون
میوئون	اس میوئون
نوترینو	اس نوترینو
تاپ کوارک «کوارک بالا»	اس تاپ اس کوارک
گلئون	گلوئینو
بزون هیگز	هیگزینو
بزون w	وینو (wino)
بوزون z	زینو zino

وارد کردن ابر تقارن به نظریهٔ ریسمان به حل بعضی از مسائل مهم نظریه ریسمان بوزونی کمک کرد

۱ـ فرمیون‌ها در نظریه وجود داشتند.

۲ـ تاکیون‌ها از نظریهٔ ریمان حذف شده بودند.

۳ـ ذرات بدون جرم هنوز در نظریهٔ بودند.

۴ـ ابعاد از ۲۶ بعد فضا ـ زمانی به ۱۰ بعد تقلیل یافته بودند.

جالب این‌که تقارنی بین ماده و نیروها ایجاد کرده بود.

بوزون‌ها: فوتون‌ها، گراویتون‌ها و بزون wو z واحدهای نیرو بودند، فرمیون‌هاه: الکترون‌ها کوارک‌ها و نوترینوها واحدهای ماده بودند که بین آن‌ها تقارنی جدید ایجاد شده بود از یافته‌های مهم نظریهٔ ریسمان این بود که نه تنها گراویتون در نظریهٔ موجود است بلکه حضور آن به عنوان یکی از ذرات بدون جرم ضروری است.

ذرات بدون جرم، حالتی از حالات ارتعاشی ریسمان است که منطبق با بوزون پیمانه‌ای می‌باشد.[۱]

با در نظر گرفتن تاکیون‌ها و وجود حالتی که جرم دارای فشار منفی یا مقدار منفی است یک ریسمان در پایین‌ترین حالت انرژی کوانتومی خود دارای مجذور جرم منفی می‌باشد این در نظریهٔ ریسمان بدین گونه تعریف می‌شود که فاصلهٔ بین دو Do آن قدر از هم زیاد شود که سهم جرم امتداد یافته بین این دو بیشتر از سهم جرم مربوط به نوسانات کوانتومی آن شود.

---

۱. نظریه ریسمان گرین

برای توضیح این مسئله خاطرنشان می‌کنیم که:

قبلاً در مورد ریسمان در حال ارتعاش پیانو صحبت کرده بودیم، هنگامی که آن را بین دو نقطهٔ ثابت محکم ببندید و سپس آن را بکشید، سیم با یک فرکانس معین شروع به ارتعاش می‌کند. فرکانس، «تعداد نوسانات در هر ثانیه» است، ریسمان پیانو دارای ارتعاش ثانویه نیز می‌باشد، گام‌های بالا یا فرکانس اولیه ریسمان جهت ایجاد آواهای خاص هنگام نواختن پیانو، ترکیب می‌شود.

همچنین قیاسی را بین ریسمان پیانو و یک الکترون می‌توان انجام داد.

الکترون دارای مدار ارتعاشی مشخصی منطبق بر پایهٔ انرژی آن است، به همین ترتیب سایر مدهای ارتعاشی منطبق بر ترازهای انرژی بالاتر هستند.

بر اساس مکانیک کوانتومی تصویر ذره‌ای و تصویر موجی کاملاً بر یکدیگر مربوطند و حرکت یک الکترون به دور پروتون از دیدگاه مکانیک کوانتومی به شکل یک موج ایستا قابل توصیف است. برای تمایز بین انواع مختلف ریسمان، ریسمان‌های موجود در نظریهٔ ریسمان را «ریسمان نسبیتی» می‌نامیم و علت آن این است که ریسمان‌ها و نظریه نسبت خاص و عام با یکدیگر ارتباط تنگاتنگ دارند.

پس ریسمان‌ها بسیار شبیه به یک ریسمان پیانو کشیده شده است، انتهای ریسمان‌های نسبیتی می‌تواند به اشیایی به نام Do متصل باشد. اگر از اثرات بر هم کنش‌های ریسمان صرف نظر کنیم. Doها اشیایی بی‌نهایت سنگین هستند، Doها ذراتی نقطه‌ای هستند که نقش مشابه گیره تنظیم پیانو را دارند، آن‌ها به چیزی متصل نیستند و حرکتی ندارند.

پایین‌ترین مرتبهٔ انرژی یک ریسمان کشیده شده، حالت بدون ارتعاش است یا به عبارتی تقریباً بدون ارتعاش زیرا همیشه ارتعاشات کوانتومی خاصی وجود دارد.[۱]

ریسمان نسبیتی دارای حالت‌های برانگیخته است که دارای ارتعاشاتی هم در فرکانس پایه و هم در فرکانس ثانویه است، و می‌تواند همزمان در فرکانس‌های مختلف ارتعاش داشته باشد.

همان طور که الکترون در اتم هیدروژن نمی‌تواند دارای حرکت دلخواه باشد ریسمان نسبیتی نیز نمی‌تواند دارای ارتعاشات دلخواه باشد. یک الکترون می‌تواند در ترازهای مختلف انرژی که در فواصل متناهی و معین از یکدیگر قرار گرفته‌اند، جای گیرد، هر یک از این حالت‌های ارتعاشی دارای انرژی مخصوص به خود است اما انرژی و جرم بر اساس رابطهٔ $E = mc^2$ با یکدیگر در ارتباط هستند. در نتیجه حالت‌های ارتعاشی مختلف ریسمان، جرم‌های متفاوتی هم دارد همان طور که رابطهٔ E=hv فرکانس و انرژی یک فوتون را به یکدیگر مربوط می‌سازد فرکانس‌های ارتعاشی یک ریسمان هم با انرژی آن در ارتباط است.

۱ـ جرم سکون ریسمان، جرمی که بین دو Do قرار گرفته است.

---

۱. مقدمه‌ای بر نظریه ریسمان استیون اسگات کابسر

۲ـ انرژی ارتعاشی مربوط به هر مد ثانویه را شامل شده و از طریق رابطهٔ $E = mc^2$ این انرژی به جرم تبدیل می‌شود.

۳ـ جرم نوسانات کمینه مربوط به عدم قطعیت کوانتومی.

سهم مربوط به نوسانات کوانتومی، «انرژی نقطهٔ صفر» نامیده می‌شود، که بیانگر این حقیقت است که سهم مربوط به نوسانات کوانتومی قابل حذف نیست.

حالت پایه یک ریسمان، تاکیون‌ها هستند که کوچک‌ترین افزایش در سهم انرژی نوسانی سبب می‌شود مقدار m برابر صفر شود، که این ذرات مثل گراویتون‌ها و فوتون‌ها وجود دارند.

نقطهٔ صفر بیانگر این حقیقت است که سهم مربوط به نوسانات کوانتومی قابل حذف نیست، و ناکیون‌ها در این دسته قرار می‌گیرند، اگر طول ریسمان‌ها، حاکی از جرم ذرات باشند، و مدهایی که به آن اضافه می‌شوند، جرم‌های مثبتی باشند که به سیستم وارد می‌شوند که به جرم پایه افزوده می‌شوند تاکیون‌ها که دارای جرم منفی هستند در مد کوانتومی قرار می‌گیرند، و جمع شدن آن‌ها با جرم هم سنگ خلاف خود منجر به وجود آمدن، جرم صفر می‌شود.

یعنی همان طور که گفته شد می‌توان این دو Do ـ برین را آن قدر از هم دور در نظر گرفت تا سهم جرم ریسمان امتداد یافته بین این دو، بیش‌تر از سهم جرم مربوط به نوسانات کوانتومی آن شود.[۱]

پس وقتی Do وجود داشته باشد، ریسمان‌ها هنوز وجود دارند در این حالت به جای آن‌که انتهای آن‌ها به برین‌ها متصل شود. دو انتها روی هم قرار گرفته و یک حلقه بسته تشکیل می‌دهند.

در این حالت، نوسانات مکانیک کوانتومی در آن وجود دارد و این حالت آن‌ها را تبدیل به ذرات تاکیون می‌کند، پس با کوچک‌ترین افزایش در سهم انرژی نوسانی مجاز، سبب می‌شود که مقدار m برابر صفر شود، یعنی حالت‌های نوسانی کوانتومی از ریسمان‌ها وجود دارند که بدون جرم هستند.

پس نه تنها گراویتون در نظریه موجود است بلکه حضور آن به عنوان یکی از ذرات بدون جرم ضروری است.

در سال ۱۹۷٤ (۱۳۵۳ ش) نشان داده شد که اسپین ذرهٔ اسپین ۲ بدون جرم در نظریهٔ ابر ریسمان، می‌تواند گراویتون باشد، این ذره با ریسمان بسته نمایش داده می‌شود.

نظریهٔ ریسمان الزام می‌کند که ریسمان‌های بسته وجود داشته باشند در حالی که ریسمان‌های باز ممکن است باشند یا نباشند، هیچ نظریه‌ای فقط شامل ریسمان‌های باز نیست ولی نظریاتی هستند که فقط شامل ریسمان‌های بسته هستند زیرا با داشتن ریسمان‌های باز می‌توان وضعیتی به وجود آورد که دو سر ریسمان‌های باز به هم بچسبند و یک ریسمان بسته تشکیل دهند. پس گراویتون به طور طبیعی از نظریهٔ ریسمان حاصل می‌شود.

---

۱. مقدمه‌ای بر نظریه ریسمان استیون اسگات گابسر

توجه به نظریهٔ ریسمان‌ها زیاد شد ولی این توجه منجر بدان شد که به جای یک نظریهٔ ابر ریسمان برای توضیح عالم پنج نظریه به وجود بیاید:

نوع I

نوع Ho

نوع IIA

نوع HE

نوع IIB

■ **نظریهٔ ریسمان نوع IIB**[1]

این هم شامل ریسمان‌های بسته است، که ارتعاشات نامتقارن دارند و اتصال به D برین‌ها با تعداد بعد زوج هستند.

■ **نظریهٔ ریسمان HE و HO «هیتریک»**

نوع HO شکلی از نظریهٔ ریسمان هیتریک است، نظریهٔ ریسمان هیتریک نظریه‌ای است که ارتعاشات ریسمان در جهت‌های مختلف رفتارهای متفاوتی از خود بروز می‌دهد، «ارتعاشات ـ چپ رونده حالت ریسمانی بوزونی قدیمی است رونده به حالت IIB شباهت دارد. پس HO مخفف نظریهٔ ریسمان هیتریک O (۳۲) است که گروه تقارنی نظریه را توصیف می‌کند در این نظریه ارتعاشات راست رونده شبیه II و چپ رونده مثل ریسمان بوزونی است و HE تفاوتش در گروه تقارنی است.

فیزیکدانان تا پایان دههٔ ۸۰ میلادی انواع مختلف از نظریهٔ ریسمان را به امید یافتن فرمول بندی درست نظریه درست کردند و به دور انداختند.

تا به این پنج نظر رسیدند که هر کدام قسمتی از جهان را توضیح می‌داد و قسمت دیگر را توضیح نمی‌داد و کلاً متعلق به جهان که ما در آن هستیم نبود، هر چند عده‌ای از فیزیکدانان، همچون فلاسفه دوست ندارند.

برگه‌های چرک نویس خود را دور بیاندازند، و به آن‌ها به هر صورتی می‌خواهند معنی دهند، حالا با جهان ما جور در نیامد که نیامد، جهان دیگری موازی با ما وجود دارد که این محاسبات بی‌مفهوم و غلط که انجام داده‌ایم در آن جور در می‌آید، یعنی نمی‌خواهند، چرک نویس خود را دور بیاندازند نمی‌خواهند خود را با جهان منطبق کنند بلکه ترجیح می‌دهند که جهان را با خودشان منطبق کنند و جالب است برای این چرک‌نویس‌ها منطق و فلسفه و ایدئولوژی می‌سازند، یا ایدئولوژی را در یا تأیید می‌کنند. و طوری وانمود می‌کنند که گویی

---

۱. نظریه ریسمان جینز

آن‌ها حقیقت را فهمیده‌اند، و حقیقت در لابه‌لای همان چرک‌نویس‌های آن‌هاست، که باید دور می‌انداختند و نیانداخته‌اند.[۱]

■ نظریهٔ ریسمان نوع I

این نظریه شامل هر دو نوع ریسمان باز و بسته است.

ـ این نظریه دارای شکلی از تقارن است که با تقارن (۳۲) O مشخص می‌شود

■ نظریهٔ ریسمان نوع II A

فقط شامل ریسمان‌های بسته است که طرح ارتعاشی آن متقارن است در این نظریه به Do و برین‌ها با تعداد بعد فرد متصل هستند.

■ فیزیک تاکیون‌ها:

آیا نمی‌توان نسبت خاص را از قید سرعت مطلق c خلاص کرد و به جای آن سرعت تاکیون‌ها را گذاشت؟

به نظر این‌که بشودر در تبدیلات لورنس به جای سرعت C، از سرعت دیگری استفاده کرد، در کلیت موضوع مشکلی ایجاد نمی‌کند،[۲] و اگر چنین حالتی منظور گردد، حالت‌های موهومی و خاص برای تاکیون‌ها از میان برداشته می‌شود، اما آیا می‌شود برای تاکیون‌ها سرعت‌های حدی قائل شد، و آیا سرعت مطلق بودن در آن‌ها وجود دارد؟

آیا می‌توان گفت که این ذره از این سرعت که تا به حال تعریف شده، بیش‌تر و یا کم‌تر نمی‌شود، یعنی می‌تواند بار مطلق بودن را به دوش بکشد، جرم مقاومت در برابر حرکت تعریف می‌شود، و به اصطلاح فیزیک ذرات میزان تأثیر گرانش بر یک ذره را معین می‌کند، همان طور که در نسبیت عام عنوان شد، گرانش در اثر هندسه فضا ـ زمان به دست می‌آید، پس گرانش و جرم یک خاصیت دارند، و منجر به یک تأثیر می‌شوند و آن هم گرانش است، طبق نظریهٔ نسبیت عام، اگر چنانچه فشار مثبت به سیستم حاکم باشد با جاذبه و گرانش مشاهده می‌کنیم و اگر فشار منفی باشد با اثراتی از دافعه خواهیم داشت.[۳]

که عامل تورم هم همین فشار منفی حاصل از میدان هیگز می‌دانند، در اینجا خوب است متذکر شویم جرم به هر معنی فشار مثبت ایجاد کند، منجر به گرانش کلی و جاذبه می‌شود، و سرعت آن محدود به سرعت نور است یعنی جرم زیر سرعت نور، فشار مثبت ایجاد می‌کند و جهان دارای سه بعد فضایی و یک بعد زمانی است، یعنی جهان نسبیتی، اگر سرعت ذره به سرعت نور برسد میزان فشار نه مثبت است و نه منفی، پس در این

---

۱. مقدمه‌ای بر نظریه ریسمان گابسر

۲. نسبیت خاص رزنیک

۳. نسبیت عام وکیهان شناسی

حالت نه گرانش داریم و نه دافعه، ذره هیچ انحنائی در فضا ـ زمان ایجاد نمی‌کند چه حالت مثبت چه حالت منفی

پس مقاومت در برابر تغییر سرعت بی‌نهایت است یعنی در این حالت سرعت مطلق است و اجازه کم یا زیاد شدن سرعت وجود ندارد، پس در این حالت سرعت نور، افزایش یا کاهش نمی‌یابد اما در راستای حرکت یکی از ابعاد حذف می‌شود، و ریتم گذر زمان هم کند می‌شود و به صفر گرایش می‌یابد.

$$\Delta\acute{x} = \sqrt{۱ - {v^۲}/{c^۲}} \qquad m = \frac{m_۰}{\sqrt{۱-{v^۲}/{c^۲}}}$$

$$\Delta t = \frac{\Delta t_۰}{\sqrt{۱ - {v^۲}/{c^۲}}}$$

و اما جرم ذره در سرعت‌های بالای سرعت نور، فشار منفی به جای گرانش، دافعه داریم، یعنی تاکیون‌ها دافعه ایجاد می‌کنند، و دارای جرم و مقاوت در برابر حرکت موهومی، که همان طور که گفته شد جرم به معنای مقاوت در برابر حرکت نیست، بلکه، مفهومی است که با ازدیاد آن نه تنها در برابر تغییر سرعت، مقاوت ایجاد نمی‌کند بلکه عامل تغییر سرعت هم می‌شود، یعنی شتاب را زیاد می‌کند، پس مفهومی است که باعث تغییر سرعت می‌شود، ولی تندشونده و این مفهوم همان نیرو می‌باشد، یعنی در تاکیون‌ها، مفهوم جرم از مقاومت در برابر حرکت به معنی نیروی عامل تغییر سرعت سیستم متحول می‌شود، مفهومی هم هست که بر خلاف جاذبه دافعه ایجاد می‌کند، یعنی به عبارتی، ذره، ذاتاً یعنی جرثومه‌ای که تغییر سرعت ایجاد می‌کند و دافعه به وجود می‌آورد یعنی انبساط ایجاد می‌کند، پس بنا بر این تعریف سرعت مطلقی بالای سرعت نور وجود ندارد، مادامی که ذره تاکیون هست افزایش سرعت را داریم و انبساط صورت می‌گیرد.

پس طبق آنچه از قرائن بر می‌آید سرعت مطلقی برای تاکیون‌ها نمی‌توان در نظر گرفت، و می‌تواند سرعت آن‌ها تا بی‌نهایت هم سیر کند که این البته ممکن است جزو ناهنجاری‌ها باشد اما مبحث فضا ـ زمان در تاکیون‌ها، اگر به طور نسبتی به تاکیون‌ها نگاه کنیم، در سرعت‌های بالای سرعت نور، اولاً جرم موهومی می‌شود، معنای جرم را گفتم مقاومت در برابر حرکت، و معنای جرم بی‌نهایت یعنی، مطلق بودن سرعت، ولی آیا معنای جرم موهومی قابل درک است، همان طور که گفته شد، جرم موهومی را می‌توان به تعبیری جرم منفی هم در نظر گرفت که $(\Delta mi)^۲ = -\Delta m^۲$ همان مفهوم فشار منفی را خواهد داشت و بعد فضائی موهومی را $\Delta\acute{x} = (i\Delta x) \Leftarrow (\Delta\acute{x})^۲ = -\Delta x^۲$، شاید به تغییر از هندسه منفی و یا انحنای منفی تعبیر کرد، که فشار و انحنای منفی، عامل انبساط و شتاب انبساطی به علت دافعه می‌شود، و اما زمان $(\Delta\acute{t}) = i\Delta t$ که از آنجا که زمان مفهومی موهومی در بعد فضای مینکوفسکی محسوب می‌شود لذا می‌توان نوشت -dS=dx+dy+dz

icdt، که با جایگذاری فضا ـ زمان تاکیونی در آن می‌توان این گونه نوشت، با در نظر گرفتن راستای حرکت در جهت محور x،

$$dS_t = id\acute{x} + dy + dz + cd\acute{t}$$

یعنی در این فضا ـ زمان همان طور که در فرمول فوق ملاحظه می‌شود، گویا یک بعد فضایی موهومی می‌شود و همان بعدی است که حرکت در آن صورت می‌گیرد، و بعد زمانی امری حقیقی می‌شود، حال مفهوم زمان حقیقی چیست؟

زمان در تعریفی یعنی توالی اتفاقات پشت سر هم، و به تعبیر ملاصدرا، مقدار درنگی ماده در حالت E_1 دارد تا به حالت E_2 برود[1]،

اگر این تعبیر از زمان باشد، حالا مفهوم زمان از لحاظ آنتروپی چیست یعنی همیشه جهان به سویی می‌رود که بی‌نظمی یا الکتروپی زیاد شود.

یعنی، آنتروپی عنوان می‌کند که زمان یک طرفه است،[2] زمان موهومی است شاید به این معنا باشد که تا ذهن وجود نداشته باشد، و مقایسهٔ حالات مختلف سیستم را نکند، متوجه گذر زمان نمی‌شویم، یعنی مفهوم زمان را با مقایسه متوجه می‌شویم و راهی به غیر آن برای درک آن نداریم، با این تعریف آیا فضا «مکان» موهومی است، نه چون فضا را شما بدون مقایسه می‌توانیم درک کنیم، طول و عرض و ارتفاع، بدون مقایسه، حالات مختلف سیستم قابل درک است، و مسیر هم طوری هست که شما در آن به جلو و عقب می‌توانی بروی، پس یک طرفه نیستند که نشود به عقب بازگشت، اما حالا می‌خواهیم دربارهٔ این صحبت بکنیم اگر قرار باشد که زمان موهومی نباشد، یعنی چگونه است؟

یعنی با مقایسه دو سیستم درک نشود و با مشاهده یک سیستم قابل درک باشد، خود در این حالت پس مفهوم زمان، چگونه خواهد شد، مستقل از مقایسه دو سیستم، یعنی زمان قابل درک خواهد بود، در عوض یکی از ابعاد که حرکت در آن واقعی است مفهومی ذهنی و مقایسه‌ای خواهد شد و بدون مقایسه قابل درک نخواهد بود پس لاجرم در این مفهوم زمان دارای دو بعد، حقیقی یعنی قابل جلو و عقب رفتن پس بدست آوردن اطلاعات از گذشته و تغییر آن قابل حصول است، تابع جبر نیست با این محدودیت که در راستای حرکت نمی‌توان تغییری ایجاد کرد.

یعنی شما در زمان می‌توانی به عقب برگردی و تغییری در علت‌ها ایجاد کنی ولی در مکان تابع جبر مکانی هستی نمی‌توانی، به عقب بازگردی و در یک سیستم مسیری که تاکیون در حال حرکت است قابل درک نیست.

---

۱. تاثیر و مبادی آن/ مشکات الدینی

۲. ترمودینامیک عالم/ وینکنشتاین

مگر مقایسه یا سیستم صورت پذیرد، یعنی تغییر مکان امری ذهنی است و تا ذهن درک نکند، تغییر مکانی صورت نمی‌گیرد، ولی زمان قابل درک در یک سیستم است و قابل جلو و عقب شدن، یعنی به نظر در تاکیون‌ها گویی یک بعد فضا خاصیت زمانی می‌گیرد و بعد زمان خاصیت فضائی به خود می‌گیرد، و این دو به هم تبدیل می‌شوند و جابه‌جا می‌شوند و یک تقارنی بین فضا ـ زمان به وجود می‌آید، پس می‌توان بگوییم یک سیستم در حالتی که انرژی در آن به حدی باشد که ذراتی در آن وجود داشته باشند که، سرعت‌هایی فوق سرعت نور داشته باشند، منطقه‌ای است که یک ابر تقارنی عجیب در آن حاکم است و تقارن بین فضا ـ زمان وجود دارد، و این خود می‌تواند گامی باشد به سوی نظریهٔ حرکت یعنی این‌که فضا و زمان در واقع یک مفهوم هستند که گاهی به صورت فضا و گاهی به حرکت زمان خود را نشان می‌دهند،

همان گونه، انرژی و جرم به این صورت عمل می‌کنند، پس لاجرم می‌توان بگوییم.

$\Delta S \approx \Delta t$، فضا معادل زمان است و این ضریب که بین این دو مفهوم وجود دارد، را با T نشان می‌دهیم، $\Delta S = T\Delta t$ و T می‌تواند مضربی از سرعت تاکیون باشد، یعنی در فرض اگر سرعت تاکیونی، دو برابر سرعت نور باشد، می‌توان نوشت $\Delta S = [nTc]\Delta t$ در این حالت می‌توان به جای زمان از مفهوم فضا و یا از فضا به جای مفهوم زمان استفاده کرد معادل آن را گذاشت، با این تفاسیر چگونه می‌توان دربارهٔ بدو عالم و بیگ بنگ صحبت کرد؟

لحظهٔ بیگ بنگ یعنی لحظه‌ای t=۰ است، $\Delta S = T\Delta t$ اگر t=۰ باشد لاجرم $\Delta S = ۰$ است پس در این حالت بعد فضا هم صفر می‌شود، حال اگر ΔS در این حالت صفر نباشد چه می‌شود لاجرم Δtهم صفر نخواهد بود، اگر $\Delta S = ۱۰^{-۳۲} m$ باشد که همان اندازهٔ پلانک است پس $\Delta t = \frac{۱۰^{-۳۲}}{T}$ خواهد بود، یعنی این‌که در این حالت Δtهم یک کوانتا خواهد داشت، پس می‌توان کوانتائی برای فضا ـ زمان در نظر گرفت، که Δtهم از مرتبهٔ $۱۰^{-۴۱}$ ثانیه خواهد بود بدین مفهوم کوچک‌تر از فاصلهٔ $۱۰^{-۳۲} m$ و کوچک‌تر از زمان $۱۰^{-۴۱} S$ وجود نخواهد داشت.

پس اگر این بعد فضایی را به معنای ریسمان بگیریم، که مفهوم جرم را هم خواهد داشت و انرژی، لاجرم، لحظه t=۰ معنی ندارد بلکه جهان از t= $۱۰^{-۴۱}$ ثانیه وجود داشته و اندازهٔ آن $۱۰^{-۳۲} m$ بوده است، در این مفهوم معادل بودن فضا و زمان این را حکایت می‌کند که، وجود همان ریسمان اولیه، یعنی وجود زمان اولیه چون معادل هم هستند، و فضا ـ زمان قابل تفکیک نیستند، یعنی وجود کوانتای فضا یعنی همان وجود کوانتای زمان، جهان در لحظهٔ آغاز دارای جرم بسیار زیاد بود اگر بخواهیم این جرم را در یک ریسمان در اندازهٔ $۱۰^{-۳۲} m$ محدود کنیم آیا تناقضی نیست؟ چرا که ما طول ریسمان را نمایندهٔ جرم معرفی کردیم حال از بحثی حرف می‌زنیم که جرمی که از مرتبهٔ بزرگ‌ترین اجرام ممکن است ولی در طول $۱۰^{-۳۲} m$ که کوچک‌ترین جرم است برای رفع این اشکال، می‌بایست این ریسمان را نه دارای یک بعد دارای ابعاد مختلفی گرفت و جرم را هم

به جرم‌های مختلفی تعبیر کرد، بعد یعنی درجه آزادی، مثلاً جهان کلاسیک بعد x یا y یا z هر کدام هر چند مستقل هستند ولی دارای درجات آزادی هستند، جلو و عقب در آن‌ها می‌شود، رفت یعنی دارای درجهٔ آزادی «۲» هستند اما می‌توان ریسمانی را در نظر گرفت که دارای درجات آزادی بیش‌تری باشند که بتوان این حالت را توضیح داد.

مثلاً، ۲۶ بعد را می‌توان در نظر گرفت، وجود ریسمان ۲۶ بعدی بعدی ریسمانی با درجات آزادی بسیار بالا، حالا جرم هم می‌تواند، طول خود ریسمان که این طول می‌تواند اندازهٔ پلانک جمع شده باشد یا به اصطلاح گره خورده باشد و می‌تواند هر مد ثانویه را شامل شود و از طریق رابطهٔ $E = mc^2$ این انرژی به جرم تبدیل شود و بخشی از جرم هم ناشی از نوسان کمینه مربوط به عدم قطعیت است، البته آنچه که دانشمندان می‌گویند این است که در حالت اولیه تمام ابعاد با هر طول که دارند در یک اندازه $10^{-34}m$ یعنی طول پلانک جمع شده‌اند، و به گفتهٔ دکتر وفا[1] در اثر برخورد یک ریسمان به این هیأت به یک پادریسمان، که ریسمانی است که پیچش خلاف، پیچش حالت اول است، سه بعد از ابعاد آن از کمند گره‌ها رها شده و جهان در سه بعد شروع به گسترش کرده است، مثل فنر فشرده‌ای که رها شده است و بقیهٔ ابعاد هنوز در آن کمند باقی هستند و چون در ابعاد پلاک هستند لاجرم قابل مشاهده و اندازه‌گیری نیستند.

پس در این تعبیر قبل انفجار بیگ بنگ وجود ریسمان‌ها ضروری به نظر می‌رسد، یعنی ترجیح می‌دهند چون این ریسمان از حالت یک بعدی بیشتر شده لفظ پوسته را روی آن بگذارند پس بدین لحاظ به جای برخورد دو ریسمان به یکدیگر می‌گویند برخورد و پوسته با یکدیگر، که به نظر اکپیرونیک[2] معروف است.

۱.معماهایی برای راز گشایی از عالم(کامران وفا)

۲.نظریه ریسمان جینز

فصل پنجم

نظریهٔ غشاها یا M

■ **نظریهٔ M**

فیزیکدانان در سال (۱۹۹۵) (۱۳۸٤ ش) راه حل جسورانه‌ای برای مشکل پنج نظریهٔ ریسمان متفاوت ارائه دادند که در آن هر نظریه موجود حالت خاصی از یک نظریهٔ ریسمان کلی است که آن را به طرز معماگونه‌ای نظریهٔ M نامیدند.

از مفاهیم اصلی نظریهٔ M، وارد شدن غشاها «*brane*» به نظریهٔ ریسمان است. غشاها اجسامی بنیادی در نظریهٔ ریسمان هستند که بیش از یک بعد دارند. [۱]

در نظریهٔ اولیهٔ M بدین گونه بود:

۱ـ ۱۱ بعدی «۱۰ بعد مکانی به اضافهٔ یک بعد زمانی»

۲ـ همهٔ پنج نظریهٔ ریسمان موجود از یک واقعیت فیزیکی نشأت می‌گیرند.

۳ـ غشاها شبیه ریسمان هستند، اما بیش از یک بعد دارند.

هر گاه یک نظریه را از دو دیدگاه مختلف مورد مطالعه قرار دهیم به اصطلاح بدان دوگانی «عینین» می‌گوییم، که در مورد نظریهٔ ریسمان این دو دیدگاه یکی S و دیگری T خوانده می‌شود در هر زاویه دید یکی از نظریات پنج گانه قابل توجیه است.

■ **دیدگاه T:**

دیدگاه T، دیدگاه توپولوژی یا چنبره‌ای است.

در توپولوژی، فضاهای ریاضی که برایتان مهم هست را حفظ و سایر فضاها را حذف می‌کنیم، اگر دو فضا از لحاظ ساختارهای مهم هم سنگ باشند، معادلند گرچه در جزئیات متفاوت باشند. در این حالت عملیاتی که صورت می‌گیرد ممکن است در یکی از فضاهای معادل آسان‌تر محاسبه شود تا فضای دیگر معادل آن پس بر

---

۱. مقدمه‌ای بر نظریه ریسمان گابسر

این اساس شما محاسبات را روی فضای آسان‌تر انجام داده و سپس نتایج را به فضاهای معادل توپولوژی بر می‌گردانیم تا نتیجه روی آن را ببینیم.

در نگاه T، نظریهٔ ریسمان نوع II را به هم و نوع HO و HE را هم با هم مربوط می‌کنیم و نمایشگر حالت‌های متفاوتی از یک نظریه هستند.

مثلاً در دیدگاه T، بعدی را دارید که به صورت دایره‌ای با شعاع R فشرده است بنا بر این، فضا چیزی شبیه استوانه می‌شود که یک ریسمان بسته می‌تواند به دور آن بپیچد، تعداد دفعاتی که ریسمان بسته به دور استوانه می‌پیچد عدد پیچشی می‌نامند، عدد دیگری هم هست که تکانه ریسمان بسته به آن است.

اگر فضایی را تعریف کنید که ریسمانی حول استوانه‌ای از فضا به شعاع R و ریسمان دیگری به دور استوانه‌ای به شعاع $1/R$ بسته شده می‌توانید با تعیین عدد پیچشی به تکانه‌ای دست یابید که در هر دو فضا یکسان باشد.

یعنی در دیدگاه T، ما می‌توانیم نظریهٔ ریسمان با شعاع فشردگی بزرگ را به نظریهٔ ریسمان با شعاع فشردگی کوچک مربوط کنیم.

■ دیدگاه S:

این دیدگاه به دیگاه قوی ـ ضعیف معروف است، این دیدگاه به مفهوم ثابت جفت شدگی که قدرت بر هم کنش ریسمان را نشان می‌دهد ارتباط دارد. یعنی چقدر احتمال دارد ریسمانی پاره شود یا به ریسمان‌های دیگر بچسبد.

در نظریهٔ ریسمان ثابت جفت شدگی را با g و شدت بر هم کنش را در نتیجهٔ کمیتی به نام میدان انساع ϕ توصیف می‌کند.

اگر شدت بر هم کنش مثبت و بزرگی داشته باشیم و آن را با ثابت ϕ نشان دهیم ثابت جفت شدگی $g = e\phi$ بسیار زیاد خواهد بود و در عوض اگر شدت بر هم کنش $(-\phi)$ باشد جفت شدگی $g = -e\phi$، خیلی کوچک خواهد بود که به آن جفت‌شدگی ضعیف می‌گویند.

در دیدگاه S، جفت شدگی قوی در یک نظریه، در شرایط خاص، به جفت شدگی ضعیف در نظریه‌های دیگر مربوط می‌شود.

در یکی از این نظریه‌ها ریسمان‌ها به راحتی پاره و به یکدیگر متصل می‌شوند و در دیگری چنین مسئله اتفاق نمی‌افتد. در حالت اول دریای آشوبناکی از ریسمان‌ها مدام در حال بر هم کنش هستند. ردیابی رفتار تک‌تک آن‌ها شبیه آن است که می‌خواهیم رفتار تک‌تک ملکول‌های آب در یک اقیانوس را دنبال کنیم. می‌توان به جای آن از همهٔ اجزاء میانگین بگیریم و به سطح پیوستهٔ اقیانوس نگاه کنید این کار در مقام مقایسه، مانند نگاه کردن به ریسمان‌های قوی‌ای است که در عمل هیچ وقت پاره نمی‌شوند.

در این دیدگاه نظریهٔ ابرریسمان نوع I و نوع HO به هم مربوط هستند و این به پیش‌بینی‌های دقیق در مورد بار و جرم منجر خواهد شد.

■ غشاها:[1]

معرفی نظریهٔ M به نوعی نشانهٔ پایان نظریهٔ ریسمان بود، زیرا آن دیگر نظریه‌ای نبود که فقط شامل ریسمان‌های بنیادی باشد بلکه پوسته چند بعدی را هم شامل می‌شود.

ریسمان‌ها فقط ۱ بعدی هستند و طبق نظریه لاجرم یکی از جرثومه‌هایی هستند که عالم را می‌سازند.

■ ویژگی غشاها:

۱ـ در ابعاد معینی از صفر تا نه موجودند.

۲ـ غشاها می‌توانند بار الکتریکی داشته باشند.

۳ـ می‌توان مقاومتشان را در برابر تغییر بر آورد کرد.

در ابتدا و غشاء با عنوان D- غشاء و غشاء P- معرفی شد و در نهایت متوجه شدند که این دو غشاء یک، غشاء هستند.

D- غشاها اشیائی چند بعدی با تعداد ابعاد دلخواه در نظریهٔ ریسمان هستند.

غشاء چیزی شبیه ریسمان اما با ابعاد دلخواه است، خود ریسمان را می‌توان یک ۱- غشاء در نظر گرفت، ذره نقطه‌ای ۰-غشاء است، یک پوسته که در هر لحظه از زمان به شکل یک رویه ۲- غشاء است، و به همین ترتیب ۳ ـ غشاء، ۴- غشاء... تا ۹ ـ غشاء را داریم.

جرقهٔ D- غشاها حین بررسی معادلات نظریهٔ ریسمان زده شد، مردم متوجه شدند که انتهای ریسمان‌های باز در فضای خالی همین طورها نیست بلکه مثل این که انتهای باز به جسمی متصل است، اما در نظریهٔ ریسمان اجرامی جز ریسمان نبودند.

که به جسمی متصل باشند، برای حل این مشکل، فیزیکدانان D- غشا را معرفی کردند. سطحی ۱۰ بعدی که ریسمان‌های باز می‌توانند بدان بچسبند، ساده‌ترین حالت این است که غشاها را به صورت صفحات تخت تصور کرد، اما D- غشاها می‌توانند بسته به نظریه هر بعدی از صفر تا نه داشته باشند.

ابر ریسمان‌های باز می‌توانند یک سرشان روی D۱- غشا و سر دیگرشان روی D۵- غشا در مکانی متفاوت باشد، یک D ۹- غشا هم ممکن است پس زمینه همه این‌ها باشد. D غشاها می‌توانند اندازه متنای یا نامتناهی داشته باشند.

---

۱. مقدمه‌ای بر نظریه ریسمان گابسر

اندکی پس از معرفی D- غشاها تلاش‌هایی مبنی بر ساخت مدلی از جهان بر اساس یک D_3- غشا صورت پذیرفت. بر این اساس دلیل عدم دسترسی به ابعاد اضافی این گونه بیان می‌شود: «نمی‌توانیم به آن‌ها دست پیدا کنیم زیرا بر روی یک غشا گیر افتاده‌ایم»

آنچه صحت این نظریه را قوت می‌بخشد وجود فوتون‌ها بر روی D_3- غشا است. آنچه نیاز است حدود ۱۵ ذره بنیادین باقی مانده است. که متأسفانه یک D_3- غشا به خودی خود، قادر به تولید آن‌ها نیست.

در نظریهٔ ابرریسمان دی ـ غشاها دارای بار هستند، به این معنا که از طریق چیزی شبیه نیروی الکترومغناطیسی با یکدیگر در ارتباط هستند.

ویژگی دوم D- غشاها، کشش است، کشش D- غشا نشان می‌دهد که بر هم کنش تا چه اندازه روی آن اثر می‌گذارد، کشش کم یعنی هر اختلال کوچک منجر به اثرات بزرگ روی D- غشا می‌شود. کشش زیاد به این معناست که اثر گذاشتن روی D غشا سخت است.[۱]

اگر کشش D- غشا صفر باشد آن‌گاه بر هم کنش کوچک نتیجه‌ای بسیار بزرگی در پی خواهد داشت یا کشش بی‌نهایت دقیقاً معنای عکس آن را دارد، هیچ چیز باعث تغییر در D- غشا نخواهد شد.

این دو ویژگی D- غشاها ـ بار و کشش ـ به این معناست که آن‌ها صرفاً ساختار ریاضی نیستند بلکه اصالتاً اجسامی واقعی هستند.

■ خلق ذرات از P- غشاها

مردم روی نوع دیگری از غشا به نام D- غشاها که پاسخ‌های معادلات میدان نسبت عام انیشتین بودند تحقیقی را انجام دادند که P نشان دهندهٔ تعداد بعد است که باز هم از صفر تا نه می‌تواند باشد.

p- غشاها در بعضی جهات خاص تا بی‌نهایت گسترده شده‌اند و در بعضی جهات محدود هستند، در این جهات محدود هر چیزی را که به آن‌ها نزدیک می‌شود گیر می‌انداختند.

P- غشاها با محکم پیچیدن به دور محدودهٔ لوله شده، بسیار کوچک از فضا می‌توانند یک ذره بسازند، از آنجا که ریسمان‌ها نمی‌توانند از پس خلق همهٔ ذرات برآیند این می‌تواند معین خوبی باشد.

■ اما دربارهٔ DO- غشاها

Do- غشاها دارای باری برابر ۱+ هستند.

شی دیگری به نام پاد DO ـ غشاها با بار ۱- نیز وجود دارند.

این بار در واقع یکی از انقلابات نظریه ریسمان است که، پی بردن به وجود یک بعد اضافی پنهان علاوه بر ده بعد موجود در نظریه ابر ریسمان بود.

---

۱. مقدمه‌ای بر نظریه ریسمان گابسر

در واقع DO- غشاها به شکل ذره‌ای چرخان حول بعد یازدهم که به شکل یک دایره جمع شده و چرخیده است، توصیف شود.

همچنان که این دایره ـ بزرگ و بزرگ‌تر می‌شود، اندر کنش ابرریسمان‌ها نیز قوی و قوی‌تر می‌شود.

ابر گرانش یازده بعدی ساده‌ترین راه توصیف اندر کنش‌ها قوی ابرریسمان‌هاست.[۱]

اگر دو DO ـ غشا در فاصله بسیار دور از یکدیگر داشته باشیم و آن‌ها را اندک‌اندک به یکدیگر نزدیک کنیم چه اتفاقی می‌افتد؟ آن‌ها بار یکسانی دارند بنا بر این همانند دو الکترون همدیگر را دفع خواهند کرد، از طرفی دارای جرم هم هستند در نتیجه جاذبهٔ گرانشی بر یکدیگر اعمال می‌کنند، جاذبه کل، دافعه ناشی از بارها را خنثی می‌کند، در نتیجه آن‌ها متوجه حضور همدیگر نخواهند شد، در نتیجه ابر ریسمان‌های کشیده شده بین دوDO – غشا هرگز به تاکیون‌ها تبدیل نمی‌شوند.

حال وقتی که یک DO- غشا را به پاد Do- غشا نزدیک کنیم، این‌ها دارای بار مخالف هستند بدین لحاظ همدیگر را جذب می‌کنند و جاذبه هم که بین دو جرم بر آن افزوده می‌شود لاجرم یک جاذبه قوی شکل می‌گیرد، پس لاجرم یک تاکیون را شکل می‌دهند، و وضعیت ناپایداری به خود گرفته و در نهایت باعث نابودی متقابل خواهد شد. مطابق رابطهٔ $E = mc^2$، انرژی ازاد شده در این فرآیند به علاوه مقدار انرژی جنبشی DO و پاد DO قبل از برخورد، دو برابر انرژی سکون DO- عشا است.

پس با توجه به آنچه در بالا گفته شد DOها وقتی به همدیگر نزدیک می‌شوند وجود یکدیگر را حس نمی‌کنند پس لاجرم بر هم تأثیری ندارند پس لاجرم می‌توان تعداد زیادی از اجتماع DOها را در یک منطقهٔ فضائی داشت پس وجود این DOها که دارای انرژی جنبشی هستند در یک منطقه فضا زمانی، می‌تواند میزان انرژی را در آن منطقه افزایش دهد، و وجود انرژی می‌تواند، خمش در فضا زمان به وجود آورد و خمش در فضا و زمان می‌تواند، گرانش ایجاد کند و هر قدر، این انرژی بیش‌تر باشد لاجرم، خمش فضا ـ زمانی بیشتری داشته، پس گرانش بیش‌تری به وجود می‌آید.

حال فرض کنید به این ناحیه از فضا ـ زمان یک پاد DO نزدیک شود، بر این پاد DO هم گرانش را احساس می‌کند و هم کنش الکترومغناطیسی دارد که بر هم مضاعف می‌شوند وقتی به اندازهٔ کافی به تودهٔ بزرگ DO- غشاها نزدیک شود، به درون آن کشیده می‌شود و اگر به حد معینی نزدیک شود، هیچ فرآیند فیزیکی قادر نخواهد بود که آن را از کمند آن ابر DO- غشاها خلاصی دهد.

DO- غشاها دارای جرم سکون و نوسانات کوانتومی هستند در مورد DO- غشاها، نوسانات کوانتومی سهمی در جرم کل ندارد.

---

۱. مقدمه ابی برنظریه ریسمان گابسر

Do- غشاها نیز ممکن است دارای نوسانات حرارتی باشند پس دارای جرم اضافی هستند ولی بار اضافی ندارند، حال اگر *DO*- غشاهای منفرد به توده‌های *DO* با دمای غیر صفر نزدیک شود، این جرم اضافی سبب افزایش اندکی انرژی به کشش گرانشی اعمال شده بر *DO* منفرد و در نتیجه کشیده شدن آن به سمت داخل شود، اگر بتوان توده *DO*- غشاها را تا دمای صفر مطلق خنک کرد، جرم اضافی خود را از دست می‌دهد پس نیروی اعمالی بر *DO*- غشاء منفرد از بین می‌رود.

پس دمای صفر با شرایط عادی از نیرو مرتبط است.

■ غشاها و سیاهچاله‌ها[1]

دی - غشاها را به عنوان محل‌هایی که انتهای ریسمان‌ها می‌تواند بروی‌شان قرار گیرد، معرفی کردیم به روش دیگری هم می‌شود آن‌ها را معرفی کرد.

آن‌ها سیاهچاله‌های دمای صفر هستند.

هنگامی که تعداد زیادی دی - غشا داشته باشیم که بر روی یکدیگر قرار گرفته باشند *DO* - غشاها هیچ نیروی خالصی بر یکدیگر وارد نمی‌کنند، نیروی جاذبه آن‌ها با نیروی دافعه ناشی از بار آن‌ها خنثی می‌شود. اگر چه هر چه تعداد *DO*- غشاها که در اختیار دارید بیش‌تر باشد خمش فضا ـ زمان در اطراف آن‌ها بیش‌تر می‌شود.

■ خلاصه‌ای از نظریه ریسمان

ماجرا را از اینجا شروع می‌کنیم که مردم با پژوهش روی ذراتی مثل اتم پی بردند که این ذرات از اجزایی تشکیل شده‌اند که آن‌ها را الکترون و هسته نامگذاری کردند.

با استعانت از روش‌های پژوهشی نوین دریافتند که الکترون‌ها از اجزایی کوچک‌تری به وجود نیامده‌اند ولی در هسته دو ذرهٔ دیگر به نام‌های پروتون و نوترون وجود دارند، و در ادامه متوجه شدند که پروتون‌ها و نوتون‌ها نیز از اجزای کوچک‌تری به نام کوارک‌ها ساخته شده‌اند.

و ظاهراً نظریات به این مسئله رهنمون می‌شد که این کوارک‌ها خود به اجزای کوچک‌تری قابل تقسیم نیستند.

پس علمی به نام ذرات بنیادین شکل گرفت که در این علم به جستجوی اجزای تشکیل دهندهٔ جهان بودیم که خود به اجزای دیگر تألیف نشوند، و به اصطلاح جهان از آن‌ها ساخته شده بود.

در پی کاووش‌های صورت گرفته به سه خانواده از این گروه‌ها پی بردند که این سه خانواده از نظر اجزا شبیه هم بودند اما در ویژگی‌ها کمی با هم اختلاف داشتند.

---

۱. نظریه رسمان جینز

خانواده اول خانواده‌ای بود که همهٔ جهان قابل مشاهده از آن ساخته شده بودند که عبارت بودند از یک الکترون، یک نوترینو، و یک کوارک بالا و یک کوارک پایین، و خانواده دوم، که اجزای مواد کشف شده در سیکلوترون‌ها را شامل می‌شدند عبارت بودند از الکترون میون‌ها و نونترینو ـ میون، و کوارک افسون و کوارک شگفت، و خانواده سوم که آن‌ها هم اجزای تشکیل دهندهٔ ذرات کشف شده در سیکلوترون‌ها بودند عبارت بوده از ذره الکترون تاو، ذره تاو ـ نوترینو ـ ذره کوارک حقیقی و ذره کوارک زیبایی، و شواهد تجربی و آزمایشگاهی حاکی از این بود که به غیر از این سه خانواده و پاد آن‌ها در تشکیل عالم نقش نداشتند و مردم به ذراتی که از تألیف این ذرات حاصل می‌شدند اسم هادرون را گذاشتند، و به این اجزای سازنده به غیر از کوارک‌ها لپتون گفته می‌شود و همهٔ کوارک‌ها و لپتون‌ها را در مجموعه‌ای به نام فرمیون جمع می‌کنند. از جمله ویژگی مشترک فرمیون‌ها وجود اسپین غیر صحیح در آن‌ها می‌باشد.

در مقابل فرمیون‌ها ذرات دیگری وجود دارند که به نام بوزون شناخته می‌شوند، که این بوزون‌ها حامل نیروها هستند و دارای اسپین صحیح می‌باشند و از قانون طرد پاولی هم تبعیت نمی‌کنند.

این بوزون‌ها شامل حامل نیروی گرانشی به نام گراویتون و نیروی الکترومغناطیس به نام فوتون و نیروی هسته‌ای قوی به نام گلئون، و هسته‌ای ضعیف به نام W مثبت، و W منفی و W خنثی می‌باشد.

این بوزون‌ها هم از جمله ذرات بنیادین نامیده می‌شوند.

اما نکتهٔ شایان بحث این است که ذرات بنیادین از جمله ذراتی بدون بعد در نظر گرفته می‌شدند. یعنی نه در فضا هستند و نه در زمان، گرچه قوانین بین آن از مکانیک کوانتومی قابل استخراج بود ولیکن با نسبیت جور در نمی‌آمد.

مثلاً در مسئلهٔ کف کوانتومی که با ریز شدن در فضا به جایی می‌رسیم که در آنجا از خلاء کوانتومی دائماً ذرات به وجود می‌آیند و از بین می‌روند، در این آمد و شدهای بین بقا و فنا، که در فضا وجود دارد گرچه قوانین مکانیک کوانتومی وجود دارد ولی از نسبیت و آرامش حاکم بر آن و فرم‌گیری فضا ـ زمان از جرم خبری نیست.

و یا در موردی دیگر به این نکته برخورد می‌کنیم که در مقایسهٔ بین فتون‌ها و گراویتون‌ها، چون الکترومغناطیس روی خود فوتون تأثیر ندارد ولی گراویتون روی گراویتون تأثیر دارد، در اثر زمان تعداد گراویتون‌ها به حدی زیاد می‌شود که ناهنجاری به وجود می‌آورد ولی فوتون‌ها با تبدیل به زوج و دوباره به فوتون طوری پیش می‌روند که در نهایت، ناهنجاری به وجود نمی‌آورد.

■ **به هر حال ناهنجاری سیستمی وجود دارد.**

مردم در کار بر روی تأثیر و تأثرات بوزون‌ها در داخل هسته، و عدم وجود مدل مناسب ریاضی برای آن و سختی کار عملی، پی بردند که مدلی ریاضی از معادلات بتا اویلر که در قرن هجدهم میلادی نوشته شده به صورت شگفت انگیزی از برخوردهای دو ماتریس و نتایج بدست آمده از آن بدون استفاده از آزمایش پرده آمد

در معادلات اویلر ذرات نه جرثومه‌های بی بعد بلکه تک بعدی در نظر گرفته می‌شد، گویی یک ریسمان بودند لذا به این گونه عملکرد می‌گفتند نظریهٔر یسمان بوزونی، در این نظریه ذرات ارتعاشاتی از یک ریسمان قلمداد می‌شد و هر مد و هر ارتعاشی در اصل یک ذره بوزونی را نشان می‌داد. و خصوصیات دیگر ذره از جمله جرم وابسته به طول ریسمان بود و بار و خصوصیات دیگر هم از ارتعاشات و اسپین‌ها قابل ردیابی و بدست آمدن بود.

خوب نکتهٔ جالب این بود علاوه بر ماحصل خوب در واکنش‌های بوزونی هسته‌ای، می‌توانست مسائلی دیگر را چون عدم توافق نسبیت عام و کوانتوم را هم تا حدودی مرتفع سازد چرا که هم توپولوژی برای ریسمان در امتداد فضا ـ زمان قائل بود و هم با همین در نظر گرفتن ابعاد ناهنجاری‌های گرانشی که در گراویتون‌ها هم که گفتیم قابل رفع شدن بود.

اما مسائلی دیگر را هم به دنبال داشت، از جمله این‌که این ریسمان‌ها فقط در مورد بوزون‌ها مطرح شده بود. و در مورد فرمیون‌ها نظری نداشت، دربارهٔ اجرام بدون جرم هم با توجه به ریسمان بودن مطلبی عنوان نمی‌شد، ابعاد زیاد یعنی ۲۶ بعد هم برای مردم خیلی مطلوب نبود. از سویی هم مشخص شده بود که جواب‌های آن هم خیلی مطابق واقع نیست، و خود نظریه استاندارد ذرات بنیادین هم تا حدودی در پاسخ به سؤالات جواب‌هایی درخور بدست آورده بود. همین عامل می‌شد که توجه به نظریهٔ ریسمان بوزونی رو به افول رود.

اما در انقلابی توانستند این نظریه را به فرمیون‌ها هم علاوه بر بوزون‌ها بسط دهند، با این تغییر و اصلاح نظریه به جای ریسمان بوزونی به ابرریسمان تبدیل شد.

این نظریهٔ جدید با دیدگاه رسیدن به یک ابر تقارن بود که در این ابر تقارن می‌بایست ذرات دیگری هم حضور داشته باشند که به ابر شریک‌ها معروف بودند و که سلکترون‌ها، سنوترنوها و سکئوارک‌ها به علاوه گراویتونو، فوتنو، گلئونو و وینکو معروف بودند که می‌بایست وجود داشته باشند که هنوز پیدا نشده بودند.

به هر حال در این نظر همهٔ ذرات را شامل می‌شد، و ریسمان‌ها در دو دسته بودند آن‌هایی که سر آزاد داشتند و ریسمان‌هایی که دو سر آزاد آن‌ها به هم گره خورده بود. و به صورت حلقه درآمده بودند.

ریسمان‌های دوسر آزاد می‌توانستند به هم پیوند بخورند و فرکانس‌ها آن‌ها یا مدهای ارتعاشی حاصل از ترکیب آن‌ها می‌توانست هادرون‌ها را به وجود بیاورد که ساختار جهان را شکل داده‌اند.

اما ریسمان‌های حلقوی، یکسری از ذرات را به وجود می‌آورند که در بین این‌ها تاکیون‌ها را هم شامل می‌شد و از آن‌ها ذرات بدون جرم هم بدست می‌آمد.

برای ذکر این مطلب لازم است بدانیم که برای ذرات سه نوع جرم قائل هستیم اول جرمی که وابسته به طول ریسمان هست دوم جرمی که وابسته به انرژی ارتعاشی سیستم است و سوم جرمی که به نام جرم منفی یا موهومی نامیده می‌شود که مربوط به حالت تاکیونی است که سرعت ذره از سرعت نور بالاتر است.

در این حالت طبق تبدیلات لورنس جرم، موهومی است و یا جرم منفی که از نگاه تطبیقی دارای حالت فشار منفی است که دافعه به وجود می‌آورد و در حالت کلاسیک می‌تواند جرم صفر را به وجود بیاورد با برایند آن با سایر جرم‌ها به ذراتی با جرم منفی نیز می‌رسیم. پس بر طبق این مسئله در ریسمان‌های حلقوی می‌توان سخن از ذرات با جرم صفر هم به میان آورد.

شایان توجه است که ما پنج نظریه بهنجار ابر ریسمانی داریم، که در هر پنج نظریه لزوم حالت ریسمان حلقوی وجود دارد، در یک نظریه که اصلا ریسمان غیر حلقوی را طرد می‌کند.

به هر حال وجود ریسمان حلقوی و مدهای پایین آن دارای اسپین دو و جرم صفر است وجود دارد، که متوجه شدند که این همان گراویتونی است که به دنبال آن می‌گشتند و این انقلابی دیگر در ریسمان بود. از سویی توانستند مشکل زیاد بودن ابعاد را به نظریات و اصلاحاتی تا حدودی مرتفع سازند.

از جمله با توجه به این‌که در بدو عالم ریسمانی به طول پلانک وجود داشته است، که در ابعاد بیش‌تر آن در طول‌های بی‌نهایت در این بازهٔ طولی تا خورده و پیچیده است. و ناگهان بعد از یک برخورد خاص یکسری از این ابعاد آزاد شده و سایر ابعاد در همان تاخوردگی مانده‌اند که البته غیر قابل اندازه‌گیری و مشاهده می‌باشد.

اما مشکل اساسی نظریهٔ ریسمان این بود علی رغم ادعای وحدت بخش وی خودش وحدت نداشت و شامل پنج نظریه می‌شد. که مشخص نبود که کدام یک از آن‌ها می‌تواند درست باشد. و این خود مشکلی محسوب می‌شد که ما می‌خواستیم به وحدت برسیم ولی پنج نظریه به وجود آمد که هر کدام بخشی را خوب توضیح می‌داد.

مردم به این نکته اشاره کردند که ممکن است این پنج نظریه خود لمعاتی و سایه‌ای از یک نظریهٔ جامع‌تری باشند. و برای این موضوع سعی برآن داشتند که نقاط مشترکی را بین این نظرات در نظر بگیرند، اتفاقاً مشخص شد که از دیدهای مختلفی به یک نظریه نگاه شود ممکن است که نظریه دیگر را تداعی کند.

برای این منظور نظریه‌ای به نام نظریهٔ M به وجود آمد که در نظریه‌ام مفهومی به نام غشا به وارد شد که این غشاها اجسامی بنیادین در نظریهٔ ریسمان بودند که بیش از یک بعد داشتند.

یکسری از غشاها به نام غشاهای D شناخته می‌شدند. که هر بعد را می‌توان در آن داشت مثل ۱ـ غشا، ۲ـ غشا،... ۹ـ غشا.

ایده این D غشاها از این نکته زده شد که مردم گفتند این ریسمان‌ها باید به چیزی چسبیده باشند، و در نظریهٔ ریسمان چیزی جز خود ریسمان وجود نداشت، لذا سطحی ۱۰ بعدی را پیشنهاد دادند که ریسمان‌ها به آن سطح چسبیده‌اند.

در نظریهٔ ریسمان‌ها این غشاها دارای بار هستند گویی توسط یک نیرویی مثل نیروی الکترو مغناطیس بر هم عمل می‌کنند همچنین دارای کشش هستند که میزان تأثیر و تأثر نیروها روی آن‌ها را معین می‌کند.

یکی از این غشاها می‌توان به $D۰$ اشاره کرد، این غشا به گونه‌ای است که میزان تقارن دو نیروی الکترو مغناطیس یعنی فوتون و نیروی گرانش بر روی آن به گونه‌ای است که تعادل را در آن‌ها به وجود می‌آورد.

اگر دو غشا $D۰$ از فاصله دور به هم نزدیک شوند. هر قدر که نزدیک‌تر می‌شوند نیروی گرانش زیادتر می‌شود ولی چون هم نام هستند و مثل هم نیروی دافعه الکترو مغناطیس هم بین آن‌ها بیش‌تر می‌شود و در نهایت به جایی می‌رسد که این دو نیرو همدیگر را خنثی می‌کنند.

پس هیچ DO اثر هیچ DO را احساس نمی‌کند، در مقابل اگر یک پاد DO به یک DO نزدیک شود، با نزدیک شدن این دو جرثومه به یکدیگر گرانش زیاد می‌شود و از سویی چون دو قطب مخالف هستند، نیروی الکترو مغناطیس به صورت جاذبه خواهد بود لاجرم این دو جرثومه یکدیگر را احساس می‌کنند و حتی می‌توانند تاکیون به وجود بیاورند.

■ غشاها و سیاه چاله‌ها

حال اگر تعداد زیادی DO در منطقهٔ فضا زمانی تجمع کرده باشند، هیچ کدام از آن‌ها دیگری را احساس نمی‌کنند و از تجمع آن‌ها در یک ناحیه و وجود جرم‌های مختلف در آن‌ها مقدار انرژی در آن منطقه زیاد می‌شود و این انرژی می‌تواند به نوبهٔ خود انحنای فضا ـ زمان را در منطقهٔ بیش‌تر و مضاعف کند.

پس لاجرم گرانش افزایش می‌یابد و با به سوی بی‌نهایت میل کردن تعداد ذرات لاجرم گرانش هم مضاعف شده، و این یک سیاه‌چاله را به یاد می‌آورد.

اگر یک پاد DO به این منطقه نزدیک شود با نزدیک شدن به این منطقه علاوه بر گرانش جاذبه الکترومغناطیس نیز اضافه می‌شود و با نزدیک شدن به آن به منطقه‌ای وارد می‌شود که توان گریختن حتی از این منطقه وجود ندارد. و این افق رویداد یک سیاه چاله می‌باشد.

حالا اگر چنین حالتی در $D۱$ رخ دهد با تراکم $D۱$ بر یکدیگر یک استوانه با درجهٔ آزادی بیش‌تر از یک سیاه چاله به وجود می‌آید که به آن غشا سیاه گفته می‌شود.

اگر در این نقاط یعنی در $D۰$ها دما هم وجود داشته باشد در این صورت انرژی این مناطق بیش‌تر می‌شود و ممکن از جاذبه بر دافعه الکترومغناطیسی غلبه کند و یک اثر گرانشی در آن‌ها دیده شود که البته با رساندن دمای $D۰$ها به دمای صفر مطلق می‌توان از این اثرات گرانشی ضعیف هم جلوگیری نمود.

در $D۱$ها دیده می‌شود که ریسمان علاوه حرکات ارتعاشی یک مد از حرکات نوسانی ناشی از حرکت انتهای ریسمان در آن به وجود می‌آید که می‌تواند در یک غشا یک سلسله نوساناتی را ایجاد کند.

■ غشاها در نظریهٔ M

نظریهٔ M، نظریه‌ای بر پایه مکانیک کوانتومی است که حد پایین انرژی ابر گرانش یازده بعدی را شامل می‌شود.

این نظریه دو غشاء سیاه به نام‌های M_2، غشاء و M_5 غشاء را شامل می‌شود. این‌ها شبیه غشاءهای سیاه موجود در نظریهٔ ریسمان هستند که سیاه چاله‌ها را توصیف می‌کنند. M_2، غشاءها در دو بعد مستقل و M_5 غشاءها در پنج بعد مستقل قرار گرفته‌اند.

نوع دیگری از غشاء، در نظریهٔ M وجود دارد که بدان لبه فضا ـ زمان گفته می‌شود، جایی که خود فضا تمام می‌شود، بر این اساس فوتون‌هایی در لبه فضا ـ زمان وجود دارند که بسیار شبیه فوتون‌های موجود بر روی $D-$ غشاها هستند. با این تفاوت که فوتون‌های لبه فضا ـ زمان از نظریهٔ به ابرتقارنی E_8 تبعیت می‌کنند.

■ چسبیدن به غشا جهان‌های غشائی

همان سه بعدی ما در واقع یک ۳-غشاء است.

از زمان آغاز نظریهٔ ریسمان، یکی از موانع مفهومی بزرگ، افزوده شدن ابعاد اضافی بوده است. این ابعاد اضافی برای سازگار بودن نظریه لازم هستند، اما مطمئناً ما بیش‌تر از سه بعد مکانی را حس نمی‌کنیم. توضیح متداول این بوده است که شش بعد اضافی مورد نظر به اندازه‌های بسیار کوچکی در حد طول پلانک فشرده شده‌اند.

دلیل این که ما در این نظریه فقط سه بعد مکانی داریم این است که ما درون یک ۳-غشا زندگی می‌کنیم. بین ابعاد مکانی روی غشاء و خارج از آن تفاوت اساسی وجود دارد.

سناریوی جهان غشائی چاشنی‌های جالبی برای امکانات نظریهٔ ریسمان هستند.

۱ـ بدون متوسل شدن به فشرده سازی‌های دشوار، نظریه‌های ریسمان سازگار داشته باشیم.

۲ـ ایدهٔ جهان غشائی این اجازه را می‌دهد که از این جهان فرارو به جهان متفاوت روی یک غشاء دیگر فرود بیایید.

نظریهٔ M بالاخره چه می‌گوید:[1]

واحدهای سازنده عالم، اجسام نقطه‌ای صفر بعدی هستند، که به آن‌ها را پارتون یا (D_0- غشا) گفته می‌شوند و این پارتون‌ها با کنار هم قرار گرفتن می‌توانند انواع ریسمان‌ها و غشاها را بسازند، نام پارتون برای اولین بار توسط ریچار فاینمن مطرح شد که او اعتقاد داشت که هادرون‌ها به جای کوارک از پارتون ساخته شده‌اند پارتون‌ها این ویژگی را داشتند که وقتی به هم نزدیک می‌شدند دیگر غیر ممکن است که واقعاً کجاست یعنی مکان ذره را نمی‌توان تعیین کرد و شاید این یادآور عدم قطعیت هایزنبرگ باشد با این تفاوت که حتی با روش‌های عدم قطعیت هم نمی‌توان آن را آزمون چرا که اصلاً نمی‌توان پارتون‌ها را به صورت انفرادی در نظر گرفت با این تفاسیر حتی خود نور هم باید از تعداد زیادی پاریتون تشکیل شده باشد.

---

۱. مقدمه‌ای بر نظریه ریسمان کابسر

پس خود ماتریس‌ها و غشاها از اجزایی به نام پاریتون شکل گرفته‌اند، که جایگاه مشخصی ندارند، جایگاه مشخص نداشته باشند یعنی چه؟ انفرادی نیستند یعنی چه؟ پس وقتی می‌گوییم جزء هستند به چه معنی است،؟

چه چیز غیر از مکان و فضا آن‌ها را از هم تفکیک می‌کند؟ چرا فضا در آن‌ها مفهوم ندارد؟ کشش فضایی ندارند، آیا یعنی در بعدی که ما می‌توانیم مشاهده کنیم وجود دارند چگونه است موجودی در یک بعد دیگر اثرات وجودی در یک بعد دیگر داشته باشد؟ یعنی در جهان و بعد دیگر قابل تفکیک هستند ولی در این جهان ما قائل تفکیک نیستند؟

مثل سایه که فرض کنید که چند گلوله، سایه آن‌ها را روی پرده می‌بینیم در حالتی قرار گرفته باشند که نور به گونه‌ای به آن‌ها برخورد کند که سایه آن‌ها روی پرده یک سایه را نشان دهد، در جهان پرده این سه ساله قابل تفکیک نیستند ولی در اصل در بعد دیگری این سه گلوله هستند که قابل تفکیک اما در ابعاد دیگر هستند، آیا پارتون‌ها، این سایه‌ها هستند.[۱]

یعنی سایه‌هایی که اثرات واقعیت دیگری در ابعاد دیگر روی فضای سه بعدی، گرچه در یک بعد فضایی هستند ولی قابل تفکیک نیستند.

پس با این حساب، جهان ما در جهان سه بعدی، جهان سایه‌هاست ما در جهان سه بعدی چیزی می‌بینیم، و مشاهده می‌کنیم که در پس واقعیت‌های در ابعاد دیگر است و ما سایه‌های آن‌ها را ملاحظه می‌کنیم. یعنی حقیقت ذرات را نباید در جهان سه بعدی که ما تنها سایه‌های آن‌ها را می‌بینیم، و دلیل آشفتگی در مشاهدات هم شاید به دنبال چنین حالتی باشد، شما فرض کنید در تالاری دراز کشیده‌اید که سقف آن آینه‌کاری شده باشد یا آینه‌های کوچک و در زاویه‌های مختلف، شما تصویر خود را نمی‌توانید در آینه‌ها به صورت مستقیم مشاهده کنید بلکه شما هر قسمت از اندامتان را ممکن است در آینه‌های پراکنده و گسترده و نامنظم ردیابی کنید

یعنی یک فرد واحد که شما هستید. دستتان را گستره‌ای از آینه‌های متعدد و پراکنده و جدا از هم مشاهده می‌شود، و فرضاً اگر کسی فقط این آینه‌ها را مشاهده کند، مشاهده می‌کند که یک سری چیزهای متعدد مشابه در جاهای مختلف یکسان کار می‌کنند و هیچ ربطی بین آن‌ها ظاهراً وجود ندارد، و گسترهٔ وسیعی از فضا پراکنده شده‌اند و قابل ردیابی و مشاهده هستند و قوانین خاصی هم برای آن‌ها در نظر می‌گیرد و حکم‌هایی هم می‌کند، غافل از آن‌که این‌ها تصاویری هستند از یک حقیقت واحد که در بعد دیگری وجود دارد و فقط تصویر آن بر آن‌ها افتاده است، شاید گمان کند حتی یک شیء در جهان‌های مختلف و موازی قرار گرفته‌اند، و اسطوره پردازی‌های متفاوت کند، تغییر حالت‌ها را به گونه‌ای دیگر ببیند، حرکت را به گونه‌ای دیگر و... و این

۱.نظریه ریسمان جینز

مشاهدات ریاضیات بسیار پیچیده‌ای را می‌طلبد که هنوز هم معلوم نیست که واقعی را آنچه که هست بتواند نشان دهد یا خیر.

نکته‌ای دیگر که مردم بدان اشاره می‌کنند این است که اطلاعاتی که در فضا وجود دارد به مساحت ناحیهٔ مرزی ارتباط دارد نه حجم آن.

یعنی همان مسئله هلوگرام[۱]، یعنی هر چیزی که در یک فضا «بعد» رخ می‌دهد می‌توان بر حسب اطلاعاتی که روی سطح آن فضا ذخیره شده است توضیح داد. یعنی وقتی شما به سایه‌ها نگاه می‌کنی یا تصاویر را در آینه‌ها می‌بینی شما می‌توانی اطلاعات لازم و کافی را از سیستم به دست آوری بدون این‌که لازم باشد به عمق این سایه‌ها و تصاویر نفوذ کنید با این تفاوت که سایه فقط نمای کلی شما را دارد در حالی که اصل هولوگرافی همهٔ اطلاعات را شامل می‌شود. یعنی شما می‌توانید از تصاویر که در درون سقف آینه‌کاری شده است برای بازسازی چیزی که درون آن فضا وجود دارد استفاده کنید.

اصل هولوگرافی کاملاً غیر منتظره است، شما حتماً فکر می‌کنید اطلاعاتی که برای توصیف یک فضا لازم است باید متناسب با حجم آن باشد. این اصل را به دو طریق می‌توانید در نظر بگیرید:

۱ـ عالم ما فضایی چهار بعدی است که با مرزهای ۳ بعدی هم ارز است.

۲ـ عالم ما مرز ۴ بعدی از یک فضایی است که همان اطلاعات را دارد.

در تصور اول مثل سایه در فضای درون مرز زندگی می‌کنیم و در فرض حالت آینه روی مرزی هستیم که واقعیت از مرتبهٔ بالاتر را که مستقیماً درکش نمی‌کنیم نشان می‌دهد. به هر حال هر دو نظریه در مورد ماهیت جهان که در آن زندگی می‌کنیم، مفاهیم عمیقی دارد.

«چهره‌ای در زیر دارد آن‌که در بالا ستی»[۲]

جلوتر این‌گونه گفتیم که جهان از پاریتون‌ها ساخته شده است و پارتون‌ها موجوداتی هستند که در فضای ما معنی ندارند، که همان سایه‌ها هستند، این جهان سه بعدی ما و ذرات داخل آن‌ها را پارتون‌ها به وجود می‌آورند.

اما مجاز است که بگوییم ریسمان‌ها و غشاها همین پاریتون‌ها هستند، یا این‌که بگوییم که یکسری از غشاها و ریسمان‌ها از پاریتون‌ها ساخته شده‌اند، در حقیقت، پاریتون‌ها فقط این ذرات جهان سه بعدی ما را توضیح می‌دهند، و ارتباطی با حقیقت ذرات در ابعاد دیگر را ندارند.

نمی‌توانیم بگوییم ذره در جهان چهار بعدی یا پنج بعدی هم همان پاریتون‌ها هستند. و یا در نظر دیگر که بگوییم جهان تصویری هست روی آینه‌ها، که از آن بتوانیم واقعیت را دریابیم یا در نیابیم باز هم این آینه‌ها

۱.فلسفه فیزیک کوانتومی ژان پی یر

۲. دیوان میرفندرسکی

حکم همان جهان قابل مشاهده ما را دارند، حالا شاید در ابعادی بالاتر، بشود حکم کرد که همه غشاها و ریسمان‌ها از این‌ها ساخته شده‌اند[۱]،

بلکه آنچه قابل مشاهده هستند و غیر آن را نمی‌توان حکم کرد اما تطابق *Ads/ CsT* دوگانی روی مرزی ۴ بعدی و ناحیه‌ای ۵ بعدی مطرح کرد، به نوعی او نشان داد شرایطی وجود دارد که تحت آن حالت دوم امکان پذیر است. در این حالت بیشترین مقدار ممکن ابر تقارن را دارد.

شرط دیگر آن بود که فضای ۵ بعدی چیزی به نام فضای پاد ـ دو سیتر باشد یعنی انحنای منفی داشته باشد، جهان ما بیشتر به فضای دو سیتر شبیه است به همین علت هنوز ثابت نشده است که تطابق *Ads/ CST* در مورد جهان خود ما صادق باشد.

در فضای دو سیتر[۲]، تنها چیزی که وجود دارد انرژی خلاء است،یعنی حتی در عالمی که هیچ ماده‌ای وجود ندارد هم فضا منبسط خواهد شد، فضای دو سیتر، مقدار ثابت کیهان شناسی مثبت دارد که می‌شود آن را به صورت انحنای مثبت فضا ـ زمان هم توصیف کرد. مدل مشابهی با ثابت کیهان‌شناسی منفی یا انحنای منفی که در آن سرعت انبساط در حال کاهش است فضای پاد ـ دو سیتر نامیده می‌شود.

■ نیما ارکانی چه می‌گوید؟

همان طور که گفته شد، در نظریهٔ *M* بر خلاف نظریهٔ ریسمان احتیاج به واپیچی ابعاد اضافه در ابعاد پلانک بود نیازی به چنین محدودیتی نبود، و این اجازه داده می‌شد که ابعاد اضافه باز باشند، حال به دنبال این هستیم که ببینیم، این ابعاد اضافه را کجا جستجو کنیم؟

جناب دکتر حامد نیما ارکانی پیشنهاد داد[۳]این ابعاد اضافه می‌توانند به بزرگی میلی متر باشند بدون این‌که آزمایشات شناخته شده را نقض کنند.

یعنی اصولاً باید بتوان اثرات آن‌ها را در آزمایشاتی دید که در برخورد دهنده‌های بزرگ هادرونی (*LHC*) در سرن ترتیب داده می‌شود. اسم این نظر را، نظریهٔ نیما ارکانی می‌نامیم. وقتی حامد، در کنفرانس ابر تقارن سال ۱۹۹۸ این نظر را معرفی کرد در واقع عمل بنیان براندازی انجام داد، حرف او جسورانه بود، ابعاد اضافه اگر مهم‌تر از ابرتقارن نباشند، کم اهمیت‌تر هم نیستند.

بسیاری از مردم معتقدند که ابرتقارن اصل کلید فیزیک است که پایه‌ای بودن آن در نظریهٔ *M* اثبات خواهد شد.

۱.نظریه ریمان جینز
۲.فیزیکدان وریاضی دان هلندی
۳.نظریه ریسمان جینز

به عقیدهٔ حامد، ابعاد اضافه که قبلاً بدشانسی ریاضی محسوب می‌شدند می‌توانستند تا حد میلی‌متر از غشای ۳ بعدی که ما درون آن هستیم به بیرون گسترده شده باشد.

اگر این ابعاد بیش‌تر از میلی‌متر بود تا حالا کسی متوجه آن شده بود اما در اندازهٔ میلی‌متر انحراف از قانون گرانش نیوتن آن قدر ناچیز است که محسوس نخواهد بود.

بنا بر این از آنجا که گرانش به خارج غشا و درون ابعاد اضافه نفوذ می‌کند، ضعیف‌تر بودن گرانش در مقابل نیروهای مقید به غشاء قابل توضیح است.

مبنای نظریهٔ حامد نیما ارکانی[1] این است که هر چیزی در جهان ما در غشای ۳ بعدی‌مان گیر می‌افتد به جز گرانش که می‌تواند خارج از غشا روی ابعاد دیگر تأثیر بگذارد. بر خلاف نظریهٔ ریسمان، ابعاد اضافه به جز برای گرانش در آزمایشات محسوس نخواهد بود و در سال ۱۹۹۸، گرانش برای فواصل کوچک‌تر از میلی‌متر امتحان نشده بود.

در نظریهٔ دیگری، گرانش در ابعاد مختلف، بسته به هندسهٔ غشاها رفتارهای مختلفی دارد یعنی این غشاها هستند که شدت گرانش را تعیین می‌کنند، در یک غشای گرانشی وقتی در بعد پنجم از غشاء دور شویم میزان گرانش به شدت افت می‌کند، یعنی شدت گرانش فقط به مکان داخل بعد پنجم بستگی دارد و چون غشاء سه بعدی ما روی بعد پنجم ثابت است، گرانش همه جا روی ۳ غشا یکسان است.[2]

در نظریه‌ای دیگر میزان نشتی آن را محدود می‌کند و در نظریهٔ دیگر در جایگاه‌های مختلف میزان نشتی‌های مختلفی وجود دارد این مدل فراتر از مدل‌های قبلی است زیرا اجازه می‌دهد گرانش در نواحی مختلف به روش‌های مختلف محدود شود. ناحیهٔ محدود ما ۴ بعدی به نظر می‌رسد و گرانش ۴ بعدی دارد، اما نواحی دیگر عالم ممکن است از قوانین متفاوتی پیروی کنند.

■ چگونه از پارتون‌ها ریسمان‌ها و پوسته‌ها ساخته می‌شوند؟

همان طور که گفتیم، پارتون‌ها همان D.ها هستند که اگر با هم اجتماع کنند جایگاه آن‌ها مشخص نیست و این قاعده از عدم قطعیت تبعیت نمی‌کند، چرا که در ظاهر شبیه عدم قطعیت است ولی در اصل در عدم قطعیت با جدا شدن ذره به هر حال قابل تفکیک است.

اما پارتون‌ها، در فرض این هستند که این خاصیت را ندارند، پس پارتون‌ها، اگر اجتماعی میلیونی هم داشته باشند، قابل تفکیک نبود و در خصائص D.ها هم گفتیم که نوع هم نام آن یکدیگر را ادراک نمی‌کنند، به علت

---

۱. نیما ارکانی حامد استاد دانشگاه هاروارد که در زمینه فیزیک ذره‌ای و نظریه ریسمان کاربردی پژوهش می‌کند و در حال حاضر استاد تمام وقت مؤسسه مطالعات پیشرفته است

۲. نظریه ریسمان جینز

تقارن جاذبه و دافعه به علت وجود گرانش و دافعه شبه کلونی و خنثی شدن این نیروها لاجرم یکدیگر را ادراک نمی‌کنند، به هر حال در اینجا متذکر این مسئله می‌شویم که، ریسمان یعنی چه؟

یعنی با استفاده از این، تعاریف می‌خواهیم ریسمان را تعریف کنیم ریسمان یعنی چیز یک بعدی که بین دو D. قرار دارد و کار ریسمان مقید کردن این دو D. به یکدیگر است در یک بعد، یعنی به اصطلاح، اگر چنانچه دو D. یا دو پارتون به یکدیگر مقید باشند.

این تقید در یک بعد صورت پذیرد، لاجرم می‌گوییم بین آن‌ها گوئی یک ریسمان وجود دارد، این تقید به گونه‌ای است که فاصله مکان این دو D. از یکدیگر در آن بعد کم و زیاد نمی‌شود و فقط در اولی در سایر جایگاه‌های فضا ـ زمانی با دامنه خاصی می‌توانند امواجی را مبادله کنند که گویی ریسمانی ارتعاش می‌کند، این حالت تقید بین دو پارتون، در حالتی که پارتون‌ها را در یک فاصله معین قرار می‌دهد، و فقط امواج بین آن‌ها مبادله می‌شود، که هرمد از این امواج، نماینده ذره‌ای می‌باشد، اگر ما هر D. را یک سیاهچالهٔ کوچک یا میکرو سیاهچاله در نظر بگیریم گویی امواجی بین این دو سیاهچاله رد و بدل می‌شود، حال مسئله را به تأثیر و تأثر دو سیاهچاله که در نزدیک هم هستند باز می‌گردانیم.

اگر بخواهیم دو سیاهچاله در نزدیکی هم و تحت تأثیر هم باشند ولیکن در هم ادغام نشوند ناچار می‌بایست این دو سیاهچاله دور هم گردش کنند که آن به اصطلاح نیروی گریز از مرکز مانع از گرد هم آیی دو سیاهچاله بشود.[۱] پس در فرض مذکور دو پارتون هم می‌بایست چنین حالتی را داشته باشند و چنین حالتی را نیروی شبه کلونی تأمین می‌کند.

پس در اینجا احتیاجی به نیروی گریز ار مرکز حاصل از چرخش نیست، ولیکن باید متذکر شویم، هاوکینگ نشان داد که سیاهچاله‌ها چه در هنگام چرخش و چه در حالتی که از چرخش بایستند پیوسته تشعشع و گسیل ذره دارند، کشف وی را تابش هاوکینگ نامیدند.[۲]

یعنی در اطراف پارتون‌ها دائماً به علت اصل عدم قطعیت ذراتی خلق می‌شود، و دائماً تشعشعاتی صورت می‌پذیرد، پس گویی یک تراکم انرژی بین دو D. قرار دارد که این، تراکم انرژی را همان جرم می‌توان نامید و این فاصله همان ذره‌ای است که در اثر این تبادل انرژی به وجود می‌آید.

اگر این تبادل انرژی در یک بعد صورت پذیرد، بدان ریسمان می‌گوییم و اگر در ارتباط بین D. در ابعاد بیش‌تری باشد، و ابعاد بیش‌تری را تحت تأثیر قرار دهد یک غشاء یا پوسته را به وجود می‌آورد، در اصل غشاها تبادل انرژی بین دو D. هستند در ابعاد فراتر از یک بعد، دو بعد، سه بعد، چهار بعد تا نه بعد، و این تبادل انرژی علاوه بر جرم، خواص دیگر ذرات را هم به وجود می‌آورد.

---

۱. فیزیک سیاه چاله، مهدی دانشیار

۲. کیهان‌شناسی تحلیلی

پس ریسمان‌ها و غشاها، در اصل انرژی هستند که در یکی تراکم آن‌ها تنها در یک بعد و در دیگری در ابعاد مختلف وجود دارد، پس می‌توان در اصل به وجود آورنده ذرات را پاریتون‌ها و D.ها دانست و در درجهٔ بعد غشاها که نوعی از این غشاها، ریسمان‌ها هستند، همان طور که مشاهده می‌شود در این نظریه ارتباط تنگاتنگی بین نسبت عام و کوانتوم به وجود می‌آید، یعنی با از جرثومه‌هایی صحبت می‌کنیم به نام D. که خود این D.ها از پارتون‌ها شکل گرفته‌اند، و این D.ها به منزلهٔ، میکرو سیاهچاله‌هایی هستند که اگر تبادل انرژی بین آن‌ها در یک بعد باشد، ریسمان‌ها و اگر در ابعاد فراتر از یک بعد باشد، غشاها و اگر به هم متصل شوند، تاگیون‌ها را به وجود می‌آورند.

مردم خاطرنشان می‌کنند که بین دو D. اندر کنش دیگری هم باید وجود داشته باشد که آن به واسطهٔ ذره بدون جرمی است که نه فوتون است و نه گراویتون که به آن دیلیتون می‌گویند که فاقد اسپین است، که در انرژی مبادله شده بین دو D. دخیل است و از سویی چون D.ها در پشت یک افق رویداد قرار گرفته‌اند تشخیص ارتعاش آن‌ها مشکل است.

به هر حال امواجی که بین دو D. رد و بدل می‌شود از نوع امواج سالیتونی است که امواج سالیتونی امواجی هستند که حالت خود را نسبت به زمان ثابت نگه می‌دارند، حتی اگر دو موج سالیتونی به یکدیگر برخورد کنند در نهایت در اثر تصادم دو موج به همان فرم قبل از برخورد از آن بیرون می‌آیند.

فصل ششم

کیهان شناسی در نظریه ریسمان

■ **قبل از انفجار بزرگ چه بوده است؟**[1]

پیشنهاد ریسمان این است که ما به یک غشاء با سه بعد مکانی چسبیده‌ایم.

این فرض جهانی غشایی، احتمال وجود مجموعه‌ای از ریسمان‌ها و غشاها را قبل از مه بانگ مطرح می‌کند، و جهان ما حاصل برخورد غشاها با یکدیگر است. در این ایده که توسط کامران وفا ارائه شد جهان به صورت ر یسمان کاملاً در هم تنیده شروع شده که از همه ابعاد متقارن و در اندازه طول پلانک بوده است، سپس وفا می‌گوید:

که در ۳ یا تعداد کمتری از ابعاد، احتمالاً ریسمان‌ها با پادریسمان‌هایی برخورد کرده‌اند، این برخورد ریسمان را نابود کرده و در نتیجه آن ابعاد را که بسته نگه داشته بود، آزاد می‌کند، بنا بر این این ابعاد شروع به گسترده شدن می‌کنند. ابعاد بالاتر به بسته بودن توسط ریسمان‌هایی با طول پلانک ادامه می‌دهند بنا بر این نادیدنی هستند.

■ **جهان اکپیروتیک**

در این نظریه جهان از برخورد غشاها به وجود آمده است. ماده و تابش جهان ناشی از انرژی جنبشی آزاد شده در جریان برخورد دو غشاست.

در این نظریه بر خلاف نظر قبل ابعاد اضافه نظریهٔ ریسمان ممکن است حتی در اندازه‌هایی بی‌نهایت باز شده باشند. حال فرض کنید که در درون این ابعاد، دو تا ۳ غشای بی‌نهایت داشته باشیم.

برخی از فرآیندها مثل گرانش این غشاها را در جهت ابعاد اضافی بی‌نهایت به سمت یکدیگر می‌کشد و آن‌ها با هم برخورد می‌کنند. در این حالت انرژی آزاد شده، ماده لازم برای جهان ما را ایجاد کرده و دو غشا را از هم می‌راند. سرانجام، انرژی ناشی از برخورد مصرف شده و غشاها دوباره به سمت هم کشیده می‌شوند تا بار

---

۱. نظریه ریسمان جینز

دیگر برخوردی روی دهد مدل اکپیرونیک، بسته به این که چه اثری غالب بوده است به دوره‌های مختلفی تقسیم می‌شود:

۱ـ مه بانگ

۲ـ دوره تابش ـ غالبی

۳ـ دورهٔ ماده ـ غالبی

۴ـ دورهٔ غلبه انرژی تاریک

۵ـ دورهٔ انقباض

۶ـ انهدام بزرگ

اساساً تا دورهٔ انقبال، داستان همان است که کیهان شناسی متداول مه بانگ می‌گوید.

تابشی که به علت برخورد غشا پخش می‌شود، یعنی دورهٔ تابش ـ غالبی تقریباً یکنواخت است بعد از ۷۵ هزار سال عالم در دورهٔ ماده ـ غالبی به سویی از ذرات بدل می‌شود. الان و برای سال‌های بسیار در دورهٔ غلبهٔ انرژی تاریک قرار داریم تا زمانی که انرژی تاریک فرو افتد و عالم بار دیگر شروع به انقباض کند.

مردم تصور می‌کنند مدل جهان اکپیرونیک مزایایی بسیار دارد مشکلات تخت بودن افق را مانند تورم حل می‌کند و بسیاری دیگر اما هنوز اثباتی برای آن وجود ندارد[۱].

البته در این مدل سعی شده که از مدل‌های چرخه‌ای قدیم که در آنتروپی بود اجتناب شود که به هر حال هیچ کدام از آن‌ها به اثبات نرسیده است. چرا که در مدل چرخه‌ای قدیم با بی‌نهایت بار انقباض و انبساط مقدار آنتروپی به بی‌نهایت می‌رسد و سرانجام در این بی‌نهایت و ماکزیمم بیشینه امکان افزوده شدن وجود ندارد، اما در این حالت چون هر عالم در هر چرخه از عالم قبل از آن بزرگ‌تر است پس حجم عالم افزوده می‌شود آنتروپی کل در هر چرخه می‌تواند اضافه شود، این در حالی است که مفهوم زیاد شدن، اضافه شدن و... هنوز معلوم نیست پس همان اشکالات بلکه بیش‌تر را شاید به همراه داشته باشد.

بعضی از مردم بدین عقیده هستند در اثر انفجار بیگ بنگ و پدید آمدن جهان‌ها از ریسمان‌ها ممکن است بعضی از ریسمان‌ها با انبساط عالم انبساط پیدا کرده و در ابعاد کیهانی قرار گرفته باشند، و لاجرم یکی از راه‌های اثبات نظریهٔ ریسمان را پیدا کردن این ریسمان‌ها در ابعاد کیهانی می‌دانند و حتی بعضی از این ابر ریسمان‌های کیهانی را در دل و عمق کهکشان‌ها تصور می‌کنند، که در حال خلق و تولید ماده و انرژی هستند به هر حال مسئلهٔ مادهٔ تاریک و انرژی تاریک در کیهان‌شناسی از جمله ایده‌هایی هستند که انتظار می‌رود که بشود از راه نظریهٔ ریسمان و M برای آن توضیح پیدا کرد.

---

۱. نظریه ریسمان جینز

■ کیهان شناسی از دیدگاه نظریهٔ M[۱]

همان طور که گفته شد، در نظریهٔ ریسمان و غشاها، جهان تشکیل شده از پاریتون‌ها، و این پاراتون‌ها خود لمعاتی از ابعاد دیگر هستند که در دروس قبل بدان اشاره کردیم، پس جهان پارتونی ما، تشکیل شده است از ریسمان‌ها و غشاها، این غشاها و ریسمان‌ها خودشان از انرژی تشکیل شده‌اند که بین پارتون‌ها یا به عبارت درست‌تر D.ها در جریان هستند و امواج سالیتونی خاصی را تشکیل می‌دهند.

اگر چنانچه دو غشاء با یکدیگر برخورد کنند، چه اتفاقی می‌افتد، غشاها، گسترگی و پراش انرژی در ابعاد مختلف هستند، که این انرژی به صورت امواج سالیتونی گسترده شده است اگر چنانچه دو پوسته به یکدیگر برخورد کنند یعنی، گویی دو تودهٔ انرژی به هم برخورد کرده‌اند، در اثر این برخورد، امواجی حاصل می‌شود.

فرض کنید که درون این ابعاد، دو تا ۳- غشای بی‌نهایت داشته باشید، برخی از فرایندها مثل گرانش این غشاها را در جهت ابعاد اضافه به سمت یکدیگر می‌کشد و آن‌ها را به هم برخورد می‌دهد در این حالت انرژی آزاد شده و مادهٔ لازم برای جهان ما ایجاد شده است و دو غشاء را از هم می‌راند انرژی مصرف شده و غشاها دوباره به سمت هم کشیده می‌شود تا بار دیگر برخورد روی دهد. برخی تصور می‌کنند این مدل مزایای بسیاری دارد، اما ابداع کنندگان آن هنوز نتوانسته‌اند اثباتش کنند.

از جمله سؤالاتی دیگری که دانشمندان امیدوارند نظریهٔ ریسمان به آن پاسخ دهد، روش تغییر عالم در طول زمان است.

در مدل بیگ بنگ اگر آن را از حالت نظریهٔ M نگاه کنیم، در حقیقت نقطهٔ بیگ بنگ، یک پارتون یا یک نقطهٔ D. محسوب می‌شود، اما چرا این نقطه ناگهان منفجر شده یا به عبارت دیگر چگونه از این نقطه ابعاد ساخته شده‌اند. به عبارت دیگر چگونه یک D. یا پارتون به چندین بعد می‌تواند تبدیل شود و جرم هم به وجود آورند.

همان طور که گفته شده، ریسمان‌ها و غشاها از تبادل انرژی بین دو D. به وجود می‌آیند یعنی بین دو D. حداقل می‌بایست، تقیدی وجود داشته باشد، و این تقیدات در یک بعد ریسمان و در ابعاد دیگر غشاها را به وجود می‌آورند.

اگر چنانچه بخواهیم این قید دو D. را برداریم و تک D. را جایگزین کنیم لاجرم مبحث مثل تک قطبی‌های مغناطیسی می‌شود، همان طور که می‌دانیم میدان مغناطیسی هم همیشه باید در دو قطب باشد یکی قطب S و N و تک قطبی مغناطیسی در عالم پیدا نشده است.

همان طور که در کیهان شناسی کوانتومی بدان اشاره کردیم متأثر از زمانی بود که میدان هیگز یکنواختی خود را از دست می‌داد و در این حالت تک قطبی‌های مغناطیسی شکل می‌گرفت یعنی، یک، شکستن تقارن در آن همراه بود، که تک قطبی‌های مغناطیسی از آن شکل می‌گرفت.

---

۱. مقدمه‌ای بر نظریه ریسمان اسکات کابسر

و این مستلزم فازی بود که میدان هیگز از آن به وجود آمده بود، اما ما دربارهٔ قبل از به وجود آمدن فازها صحبت می‌کنیم وقتی ما دربارهٔ بیگ بنگ صحبت می‌کنیم البته دربارهٔ فازی صحبت می‌کنیم که جهان قابل مشاهده و اندازه‌گیری در آمده است.

یعنی ممکن است که قبل از بیگ بنگ، جهانی، غیر قابل مشاهده و اندازه‌گیری موجود بوده باشد، که در زمانی، از فاز غیر قابل مشاهده به فاز قابل مشاهده در آمده باشد.

یا به عبارتی، پارتون‌ها شکل گرفته باشند، ما موجوداتی هستیم چسبیده به یک غشای سه بعدی، که غیر از این غشاء، سه بعدی هیچ چیز دیگر را ادراک نمی‌کنیم، این غشاء سه بعدی هم خود، حاصل رد و بدل شدن انرژی بین دو D. به وجود آمده است.

تنها راهی که از روی نظریهٔ M بتوان مدل استاندارد کیهان‌شناسی را تبیین کرد، این است که ما مسئلهٔ خلقت و آفرینش و بیگ بنگ را کمی از عقب‌تر، شروع کنیم و فقط بیگ بنگ که اتفاقی باشد که افتاده باشد، در طی یک فرآیندی که از قبل وجود داشته، یعنی $t=0$ را از بیگ بنگ فرض نکنیم، بلکه در این فرض می‌بایست خاطر نشان کنیم که D.ها و پوسته‌ها از قبل موجود بوده‌اند.

و در حالتی، دو غشاء به یکدیگر برخورد کرده‌اند، در اثر برخورد این غشاها، انرژی به گونه‌ای پراکنده شده که یک غشاء سه بعدی و ذرات را به وجود آورده است. حال یک فرض دیگری کنیم این‌که یک D. اولیه در جهان وجود داشته باشد، این D. از اجتماع بی‌نهایت D. در یک جا به وجود آمده باشند که یکدیگر را ادراک نمی‌کردند.

اگر در فاز اولیه عالم، که ابر تقارن در جهان حاکم است به جای فشار مثبت گرانشی، فشار منفی گرانشی بین D.های مختلف وجود داشته باشد، نظیر همان فشار منفی که در فاز هیگز قرار داشته است، در این حالت باز هم می‌توان حکم کرد که D.ها ناگهان از یکدیگر شروع به دور شدن کرده و یک تورم عظیم در عالم به وجود می‌آورند، و این D. ها، می‌توانند، غشاءها و ریسمان‌ها و ذرات را بسازند، یعنی در انفجار اولیهٔ D.ها بودند که خلق شدند و در آن‌ها، حالت تاکیونی وجود داشت و این حالت تاکیونی حالتی است که سرعت‌هایی بالای سرعت نور بودند و این روند یک تورمی را در عالم به وجود آورد و چون این تاکیون‌ها ناپایدار بودند، کم‌کم فازهای مختلف را به وجود آورده و به حالت هابلی وارد شدند، پس عالم اولیه و بیگ بنگ از D.ها به وجود آمده و تاکیون‌ها و تورم ایجاد شد و بعد از زمانی تاکیون‌های ناپایدار به فاز فوتونی وارد شدند و سایر فازها بعد از آن به وجود آمد.

D.ها خود از پاریون‌ها ساخته شده‌آند، و پاریون‌ها، موجوداتی هستند که حقیقت آن‌ها در ابعاد دیگر وجود دارد، پس در این تحلیل آیا می‌توان گفت که بیگ بنگ لحظه $t=0$ است، برای پدیده‌های مشاهده پذیر بلکه ولی برای پدیده‌های غیرقابل مشاهده پذیر نمی‌توان این گونه گفت متورم شد ادامه دارد:

در تورم دائمی به علت همان نوسانات کوانتومی انرژی خلاء جهان‌های جزیره مانند در عالم ظاهر و ناپدید می‌شوند، جهان ما از یک برآمدگی پتانسیل انرژی خلاء آغاز شده است و سپس شروع به غلطیدن سریع به پایین تپه کرده تا آنجا که در درهٔ انرژی خلاء آرام گرفته‌ایم. ذرات و نیروهای جهان ما، با مکان اولیه روی آن تپه و قوانین فیزیکی حاکم بر چگونگی تحول عالم در طول زمان تعیین می‌شوند.

در سال ۱۳۵٦ش مردم شرح دادند که چطور نوسانات کوانتومی در جهان در حال تورم باعث به وجود آمدن حباب‌های ابری دریافت فضا ـ زمان می‌شود، پس عده‌ای نتیجه گرفتند این گونه جهان‌ها در کنار نظریهٔ تورمی می‌تواند، تورمی دائمی را ایجاد کند، طبق این مدل تورمی دائمی از بین قوانین ممکن مطابق گستردگی نظریهٔ ریسمان از روشی هنوز ناشناخته، بعضی قوانین فیزیکی را کسب کرده سپس این جهان حبابی متورم می‌شود.

در همان حال فضای اطراف آن هم شروع به بزرگ شدن می‌کند و آن قدر سریع منبسط می‌شود که هیچ اطلاعاتی از جهان حبابی در حال تورم نمی‌تواند به جهان دیگری برسد یعنی به عبارتی حبابی از دل حباب‌ها به وجود آمده و ادامه پیدا می‌کند. بدین توضیح که تاکیون‌ها مدام در دل همان جهان در حال تورم ظاهر می‌شود و همان‌ها هم شروع به تورم می‌کنند و زمانی نیست که چنین مسئله‌ای متوقف شود.

حال مسئله را از اول توضیح می‌دهیم، جهان از یک D. به وجود آمده و این D.ها از پارتون‌ها D.های اولیه حالت تاکیون داشتند، حباب‌های اولیهٔ جهان را که در حال تورم است به وجود آوردند و به علت ناپایداری به حالت پایداری رسیده‌اند ولی به علت وجود عدم قطعیت یا کف‌های کوانتومی D.ها دیگری هم حاصل شده‌اند در دل همان ویژگی‌ها و تاکیون‌ها و همان تورم و این تا ابد ادامه خواهد داشت پس لاجرم تورم، تورمی دائمی خواهد بود، و همین ایده مسئلهٔ انرژی تاریک را هم رفع می‌کند که چرا عالم در حال گسترده شدن دائمی و با حالت شتاب‌دار است.

البته تفاوت مقدار انرژی خلاء با آنچه انتظار می‌رفت آن قدر زیاد است که از نظر بسیاری از فیزیکدانان نمی‌شود این را به حساب شانس یا اتفاق گذاشت، خیلی‌ها ترجیح می‌دهند برای توضیح آن به اصل وجود انسان رجوع کنند چرا که از لحاظ فیزیکدانان مقدار انرژی خلاء آنچه محاسبه نشان می‌دهد و آنچه وجود دارد از مرتبهٔ ۱۰ بار اختلاف دارد، و باید این مقدار باشد که بتواند انسانی به وجود بیاید.

یکی از موضوعات مهم کیهان‌شناسی در طی سالیان، خوش تنظیمی آشکار در جهان ما بوده است به نظر می‌رسد عالم بسیار استادانه برای اجازهٔ حیات خلق دشه است.

از توضیحات اصلی برای چنین چیزی، اصل وجود انسان می‌باشد که اخیراً بسیاری از نظریه پردازان ریسمان شروع به پذیرش آن کرده‌اند.[۱]

---

۱. نظریه ریسمان جینز

از نگاه یک فیزیکدان، گویی عالم اصلاً برای به وجود آمدن حیات ساخته شده است ستاره‌شناس بریتانیایی، رویال مارتین ریس، این وضعیت را خیلی شفاف در کتاب سال ۱۹۹۹ خود به نام *Justsicx Numtets: The Deepsorces That shape The Univers* توضیح داده است. ریس در این کتاب اشاره می‌کند که مقادیر بسیاری از قبیل شدت انرژی تاریک، گرانش، نیروی الکترومغناطیس، انرژی‌های بسیتگی اتمی وجود دارد که اگر حتی فقط به میزان بسیار کوچکی تغییر کنند منجر به جهانی می‌شوند که دیگر قابل زندگی کردن نیست.

هدف علم همواره این بوده که توضیح دهد چرا طبیعت باید چنین مقادیری داشته باشد. مردم سال‌ها در پی توضیح بودند برای روشی که عالم، بر مبنای اصول بنیادین که تشکل شدن آن را دیکته کرده، رفتار می‌کند. اما همین امر در نظریهٔ ریسمان و تورمی دائمی، به جواب‌هایی منجر شده است که بر وجود تعداد زیادی جهان و تعداد بی‌شماری قانون علمی حاکم بر آن جهان‌ها دلالت دارد. موفقیت مهم اصل وجود انسان، ارائهٔ یکی از معدود پیش‌بینی‌ها در مورد ثابت کیهان کوچک اما مثبت، قبل از انرژی تاریک است، این موضوع در کتاب «*Antropic cosmological prineiple*» نوشتهٔ جان دی، بارو و فرانک جی تیپلر در سال ۱۹۸٦ مطرح شده است:

استیون وانبرگ نامزد جایزهٔ نوبل، نقشی مهم در استدلال اصل وجود انسان را در سال ۱۹۸۷ ارائه داد، او با تحلیل جزئیات چگونگی تشکیل عالم به دو نکته پی برد:

۱ـ اگر ثابت کیهان‌شناسی اندکی از مقدار محتمل تجربی بزرگ‌تر باشد، ماده آن قدر سریع از هم جدا می‌شود که امکان تشکیل کهکشان‌ها وجود نخواهد داشت.

۲ـ اگر ثابت کیهان‌شناسی منفی باشد، جهان به سرعت فرو می‌پاشد.

به بیان دیگر، واینبرگ دریافت که اگر مردم اساس تحلیل خود را بر آنچه برای امکان حیات لازم است بگذارند، ثابت کیهان‌شناسی نمی‌تواند منفی باشد و باید مقداری خیلی کوچک داشته باشد در این تحلیل دلیلی وجود نداشت که مقدار آن دقیقاً صفر باشد. کمی بیش از یک دهه بعد ستاره شناسان انرژی تاریک را کشف کردند که کاملاً در بازه‌ای که وانبرگ برای ثابت کیهان‌شناسی تعیین کرده بود قرار داشت.

مارتین ریس، در توضیحاتش مجذوب چنین کشفیاتی شده بود مسئله اینجاست که فیزیکدانان نه فقط به دنبال تعیین ویژگی‌های عالم هستند بلکه می‌خواهند آن‌ها را توضیح دهند ولی یافتن اعداد خوش تنظیم که فیزیکدانان بدان متوجه شده‌اند، اتفاقی معجزه آسایی به نظر می‌رسد، گرچه نظریه جهان‌های موازی و امثال آن را بعضی مطرح می‌کنند.

ولی اکثر قریب به اتفاق فیزیکدانان آن را قبول ندارند و امری غیر قابل مشاهده و خیالات ریاضی می‌دانند در سال ۲۰۰۳، لئونارد ساسکیند در طی مقاله «گستردگی آنتروپی گونه نظریهٔ ریسمان» از این‌که نظریهٔ ریسمان

واحدی پیدا شود اظهار ناامیدی کرد، و گفت: برای رهایی از تعداد زیاد جهان ممکن و به لحاظ ریاضی سازگار و راهکار برای برون رفت از راه‌های غیر قابل درک نظریه‌های ریسمان، اصل وجود انسان را مطرح نمود این اصل بیان می‌کند دلیل وجود ویژگی‌های کنونی جهان این است که ما اینجاییم تا آن را مشاهده کنیم اگر عالم ویژگی‌های دیگری داشت ما هم وجود نداشتیم نقاط دیگر جهان ممکن است ویژگی‌های دیگری داشته باشند ولی غیر قابل مشاهده هستند پس بهتر است دربارهٔ آن فکری نکنیم.

اصل وجود انسان در سال ۱۹۷٤ توسط براندن کارتر از دانشگاه کمبریج مطرح شد این اصل دو نسخه دارد:[۱]

۱ـ اصل انسان‌نگری ضعیف: قوانین مکان ما به گونه‌ای است که ما باید به عنوان ناظر در آن باشیم.

۲ـ اصل انسان نگری قوی: عالم به گونه‌ای است که لزوماً باید ناظری مشاهده‌پذیر در آن وجود داشته باشد.

اصل انسان نگر به طراحی ماورای طبیعی برای عالم نیاز پیدا می‌کند پس برگ برندهٔ بدست خداباوران است.

برای این‌که اصل وجود انسان معنا داشته باشد باید مجموعه‌ای از جهان‌های ممکن را در نظر بگیرد. طبق نظریهٔ اصل وجود انسان ضعیف ما تنها بخش‌هایی از چند جهان را می‌توانیم مشاهده کنیم.

که شامل پارامترهایی باشد که به ما اجازه وجود داشتن می‌دهد چون ما اینجا هستیم می‌توانیم از این واقعیت برای توضیح ویژگی‌های جهان استفاده کنیم و همان طور که گفتم و اینبرگ به پیش‌بینی انرژی تاریک از این اصل به اعتبار این اصل افزود، ولی مسئلهٔ چندجهانی اگر مطرح شود چطور آیا اصل وجود انسان در این مورد اعتبار دارد، مثلاً می‌توانیم بگوییم، خوب چندین جواب برای سؤال وجود داشته که یکی از آن‌ها، جهان ما می‌باشد، پاسخ بدین مسئله از راه اصل وجود انسان قوی پاسخ داده می‌شود، لزوماً برای شناخت کل جهان‌ها و هر آنچه در آن است.

باید جهان را در قالب جهان مشاهده پذیر جستجو کنیم و این مشاهده پذیری و ادراک توسط انسان مطرح است، یعنی در معنای گسترده هم به خواهیم در نظر بگیریم اصل وجود انسان قوی وجود دارد.

آیا می‌توانید جهانی را تصور کنید که هیچ پارامتری از آن برای شما قابل درک نیستند، قوانینش قابل درک نیست، و اصلاً می‌توانید دربارهٔ وجود چنین جهانی اظهارنظر کنید به عبارتی همه آنچه که باعث $۱۰^{۵۰۰}$ جهان سازگار ریاضی و متفاوت با جهان ما هم اگر باشد، گرچه سازگار با حیات نیست ولی قابل مشاهده و اندازه‌گیری توسط انسان است، یعنی کل جهان و علم، اصل وجود انسان قوی را شامل می‌شود. حالا با این تفاسیر توضیح دهید؟

چرا باید کل جهان‌ها قابل مشاهده و اندازه‌گیری و محاسبه توسط انسان باشند؟ این یک اصل فیزیک و ریاضی است، و آنچه در این قلمرو نباشد علم نیست؟ آنچه مورد توضیح انسان قرار نگیرد موقت نیست؟ به هر حال انسان محور عالم است؟ خلیفهٔ خداست در جهان.

---

۱. نظریه ریسمان جینز

■ باز هم سیاهچاله

سیاهچاله‌ها از نظر نسبت عام به صورت موجوداتی هموار تعریف می‌شوند، اما در مقیاس‌های خیلی کوچک مانند وقتی که تبخیر می‌شوند تا به اندازهٔ طول پلانک برسند) لازم است اثرات کوانتومی به حساب آورده شوند) لازم است اثرات کوانتومی به حساب آورده شوند. برای رفع این ناسازگاری از نظریهٔ ریسمان استفاده می‌کنیم.

■ نظریهٔ ریسمان و ترمودینامیک سیاهچاله

تابش هاوکینگ وقتی است که تابشی از یک سیاهچاله ساطع شده و در نتیجه از جرم آن کاسته شده تا نهایتاً هیچ چیز از آن باقی نماند.

اما بحث هاوکینگ ناتمام و ناقص است چرا که تحلیل ترمودینامیک یک سیاهچاله شامل بررسی همهٔ حالت‌های کوانتومی ممکن برای آن است، اما سیاهچاله‌ها با نسبیت عام توصی می‌شوند که با آن‌ها مانند اجسام هموار ـ نه کوانتومی ـ رفتار می‌کند. بجز این تحلیل هم، تحلیلی دیگری وجود نداشت. هاوکینگ با پیشنهاد فرمول‌های ریاضی دقیقی به نام فاکتورهای جسم خاکستری که معلوم نیست از کجا آورده است ارتباطی را برقرار کرده بود، ولی مورد پذیرش مردم نبود، تا این‌که کامران وفا به کمک هاوکینگ می‌آید.[۱]

و نظریه‌ای را ارائه می‌دهد. وفا با مطالعهٔ مسئله‌ای که از لحاظ ریاضی معادل سیاهچاله‌هاست ـ مسئله دوگان ـ دقیقاً ویژگی‌های ترمودینامیکی سیاهچاله‌ها را مطالعه کردند به طوری که با تحلیل هاوکینگ همخوانی داشت.

وفامی‌گوید: به جای این‌که مسئله را مستقیماً ساده کنید می‌توانید مسئلهٔ دوگان آن را به کار ببرید که اساساً همانی است که سعی دارید حل کنید اما کار کردن با آن بسیار ساده‌تر است، وفا در سال ۱۹۹۶ برای محاسبهٔ آنتروپی سیاهچاله‌ها از این شگرد استفاده کرد.

وی متوجه شد که این مسئله سیاهچاله‌ها را مجموعه‌ای از ۱-غشا و ۵ غشاها توصیف می‌کند، این ساختارهای غشایی اجسامی هستند که می‌توانند بر حسب مکانیک کوانتومی تعریف شوند. به علاوه متوجه شد با نتایج هاوکینگ همخوانی دارد.[۲]

پژوهش‌های وفا فقط در مورد یکسری از سیاهچاله‌ها به نام، سیاهچاله‌های اکسترمال معتبر است این نوع سیاهچاله‌ها، بیش‌ترین مقدار بار الکتریکی را دارا می‌باشند، آنتروپی دارند ولی گرما و دما ندارند البته بعدها در حالت‌های کلی‌تر تعمیم داده شد.

---

۱. معمایی برای راز گشایی از عالم، پرفسور کامران وفا

۲. معماهایی بزرگ برای راز گشایی عالم(کامران وفا)

برای چنین تحلیلی، گرانش را باید تا حد صفر کم می‌کردند و این در سیاهچاله بی‌معنی است، خاموش کردن گرانش برای ساده کردن معادلات لازم است، وفا می‌گوید با برگرداندن دوبارهٔ گرانش، نهایتاً یک سیاهچاله خواهیم داشت. اما منتقدان می‌گویند شما از اول سیاهچاله‌ای نداشته‌ای که بخواهید دربارهٔ آن صحبت کنید.

■ اما مسئلهٔ پارادوکس اطلاعات سیاهچاله‌ها

هاوکینگ گفته بود که اگر جسمی به درون سیاهچاله سقوط کند تنها اطلاعاتی که از آن باقی خواهد ماند مشخصه‌های کوانتومی جرم، اسپین، وباراست، و همهٔ اطلاعات دیگر از بین می‌رود. ولی اشکال اینجاست که طبق مکانیک کوانتومی، اطلاعات نمی‌تواند گم شود. هاوکینگ به عنوان یک نسبت کار، بیش‌تر هوای نسبت را داشت تا کوانتوم را بنا بر این بر او گویی گم شدن اطلاعات اشکالی نداشت.[۱]

در مکانیک کوانتومی اطلاعات ترمودینامیکی «نظم» ارتباط دارد، اگر اطلاعات گم شود، پس نظم از بین می‌رود و بی‌نظمی افزایش یافته است، پس سیاهچاله باید تولید گرما را شروع کرده و دمایش تنها ظرف چند لحظه میلیاردها میلیارد درجه زیاد شود. که البته بعدها هاوکینگ نظر خود را تصحیح کرد او متوجه شد که اگر جسمی به درون سیاهچاله بیافتد ممکن است میدان تابش سیاهچاله را مختل کند. و اطلاعات می‌تواند از طریق نوسانات این میدان به بیرون نشت کند.

نظریه پردازان ریسمان، برای برخورد با مسئله گم شدن اطلاعات سیاهچاله، روش هولوگرافی را بیان کردند بر اساس نظر آن‌ها همهٔ اطلاعات درون سیاهچاله به شکلی روی سطح آن کد می‌شود.[۲]

۱.نظریه ریسمان جینز

۲.فلسفه فیزیک کوانتومی ژان پی یر فربد–سون ارتلی

فصل هفتم

نظریهٔ M و ریسمان در آزمایشگاه

■ چه چیز نظریهٔ ریسمان را تأیید می‌کند؟

نظریهٔ ریسمان هر چقدر هم که تأثیرگذار باشد، بدون تأیید تجربی، چیزی جز تصورات ریاضی نیست. علم تعاملی بین نظریه و آزمایش است، نظریهٔ ریسمان هم سعی دارد، شواهد تجربی را در قالب چهارچوب نظری جدیدی بنا کند.

البته اشکالاتی در کار است:

۱ـ عمده‌ترین اشکال رسیدن به انرژی لازم برای بدست آوردن نتایج از پیش‌بینی‌ها بسیار زیاد است البته سعی در آن است که با ساخت برخورد دهنده‌های بزرگ به این امر تا حدودی دست پیدا کنند.

۲ـ نظریهٔ ریسمان هنوز کامل نیست، تعداد زیادی جواب‌های متفاوت در نظریهٔ ریسمان وجود دارد، به معنای واقعی کلمه، بسته به پارامترهای وارده در نظریه، میلیاردها میلیارد میلیارد نظریه ریسمان مختلف، برای آزمودن نظریهٔ ریسمان، دانشمندان باید بفهمند نظریه واقعاً چه پیش‌بینی‌هایی انجام می‌دهد.

مردم باید قبل از پیش‌بینی باید جواب‌های ممکن توصیف‌گر این جهان را پیدا کنند.

مثلاً فرض کنید ما بخواهیم به دنبال حیات در جهان بگردیم از میلیاردها میلیارد ستاره که هر کدام ممکن است گونه‌ای حیات که ما نمی‌دانیم چگونه است آیا می‌توان حیات را جستجو کرد؟

فرض می‌کنیم ما به تحلیل منطقی نشستیم و میلیاردها گونه حیات ممکن را محاسبه کرده‌ایم که می‌تواند وجود داشته باشد، البته جز حیات خودمان هیچ حیات دیگری را پیدا نکرده‌ایم حالا برای به دنبال حیات گشتن با امکانات محدود و روش‌های سخت آیا باید به دنبال خیالات خود بگردیم یا آنچه واقعاً وجود دارد، ؟

یعنی حیات زمین گونه و شرایط به وجود آمدن آن، اختر فیزیکدانان گرچه آن حیات‌ها را از نظر دور ندارند ولی به دنبال حیات زمین گون می‌گردند.

حالا از میلیاردها میلیارد جواب ریسمان، بخواهیم نظریهٔ ریسمان را اثبات کنیم باید به دنبال مدلی باشیم که جهان ما را توصیف می‌کند و حالیست که هنوز پیدا نکرده‌اند، و با این همه ادعا وجود دارد که جهان‌های موازی وجود دارد و بر اساس آن ایدئولوژی هم درست می‌کنند!!!

دو ویژگی مشترک در همهٔ نسخه‌های نظریهٔ ریسمان وجود دارد و مردم به دنبال پیدا کردن آن‌ها هستند:

۱ـ ابرتقارن

۲ـ ابعاد اضافی

حال اگر ابر تقارن و ابعاد اضافی هم فرضاً با آزمایش وجودش اثبات شد دلیلی ندارد که نظریهٔ ریسمان درست باشد.

سایر ویژگی‌های ابر ریسمان ابهامات زیادی دارد یعنی خود مردم هم نمی‌دانند چیست و باید چه چیز را اثبات کنند مثل اصل هولوگرافی، اصل وجود انسان، نظریهٔ جهان غشائی،...

به هر حال برای اثبات این نظریه باید از دو راه پیش رفت:

۱ـ از راه پس بینی یعنی توضیح آنچه الان وجود دارد

۲ـ ار راه پیش‌بینی یعنی بدست آوردن اطلاعات جدید و مدل سازی‌های جدید برای پیش‌بینی اتفاقاتی که در آینده می‌افتد.

البته باید بگوییم که بطلمیوس هم از هر دو روش بالا پیروز بیرون‌آمد با آن‌که مدلش بالکل غلط بود و با واقعیت فرسنگ‌ها فاصله داشت!!!

■ به هر حال: چگونه ابر تقارن را بیازماییم؟

از بزرگ‌ترین پیش‌بینی‌های نظریهٔ ریسمان وجود تقارنی بنیادین بین یوزون‌ها و فرمیون‌ها به نام ابر تقارن است. به ازای هر یوزون، یک فرمیون و ازای هر فرمیون یک یوزون مرتبط آن وجود دارد.

■ یافتن این ذرات

بر طبق ابر تقارن هر ذره یک ابر شریک دارد. هر بوزون ابرشریکی فرمیونی دارد. وبالعکس اما این ذرات را در چه سطحی از انرژی می‌بایست جستجو کنند بدون وجود نسخه‌ای کامل از نظریهٔ ریسمان کجا به دنبال این ذرات بگردند.

مردم اول باید این ابر شریک‌ها را پیدا کنند و دوباره بازگردند و نظریه را درست کنند مثل مسئلهٔ رؤیت هلال، ما باید یک معیار معتبر داشته باشیم تا بر اساس آن بگردیم و هلال ماه نو را در آسمان پیدا کنیم، حالا اگر میلیاردها معیار داشته باشیم و نمی‌دانیم کدام درست است کدام غلط است، مجبوریم، اول همهٔ آسمان را بگردیم و هلال ماه را به هر حال پیدا کنیم بعد بگردیم و معیار معتبر را بیابیم یا بسازیم.

از سویی دلیلی برای نیافتن این ابر شریک‌ها وجود ندارد چرا که گمان نمی‌رود که در انرژی‌های موجود چنین ذراتی دیده نشوند یا وجود نداشته باشند البته جرم زیاد بعضی از آن‌ها که بعضاً ۱۰۰۰ برابر پروتون‌ها هم می‌شود آن‌ها اجزایی بسیار ناپایدار کرده، خوب این هم دلیلی نیست برای ندیدن و عده‌ای آن را جایگزین ماده

تاریک کرده‌اند، هر دو گم شده‌اند، می‌گویند برو ماده تاریک را پیدا کن، کردی بعد دربارهٔ این ذرات صحبت کنیم!!!

می‌گویند فردی می‌خواست دروغ بگوید گفت پدر من یک چوب دارد آن را بر می‌دارد و ابرها را حرکت می‌دهد، دیگری گفت پدر من زمینی دارد که سر و ته آن مشخص نیست، دیگری از اولی پرسید پدر شما چوبش را کجا می‌گذارد، گفت در زمین پدر دومی، یعنی دو مسئلهٔ کذب و غیر واقعی را طوری به هم ربط می‌دهند که منطقی به نظر می‌رسد!!!

■ آزمودن مفاهیم ابرتقارن

اگر ابر تقارن وجود داشته باشد آن‌گاه فرایندهای فیزیکی اتفاق می‌افتد که باعث می‌شود تقارن خود به خود شکسته شود و عالمی با انرژی زیاد به راحتی کم انرژی برسد.

یعنی ابر تقارن وجود داشته باشد آنگاه فرایندهای فیزیکی اتفاق می‌افتد که باعث می‌شود تقارن خود به خود شکسته شود و عالمی با انرژی زیاد به حالتی کم انرژی برسد.

یعنی ابر شریک‌ها به ذرات کنونی واپاشیده شوند خوب اگر چنین چیزی مدل سازی شود شاید بشد بعضی پیش‌بینی‌های قابل آزمایش انجام شود.

آنچه گفتنی است که در حال حاضر جهان ما تقارن ندارد بلکه تقارن شکسته شده دارد یعنی مثلاً در فیزیک ذرات بنیادین ذرات در طعم‌های مختلف نمی‌توانند به یکدیگر تبدیل و واپاشی کنند مثلاً یک الکترون نمی‌تواند به میون یا تاو تبدیل شود و بالعکس ولی در ابر تقارن معلوم نیست چنین حالت‌هایی وجود داشته باشد، آزمودن این مسائل بسیار دشوار است.

■ آزمایش گرانش با استفاده از ابعاد اضافی

آزمایش گرانش به طرق مختلف روشی برای آزمودن درستی یا نادرستی نظریهٔ ریسمان است مثلاً روشی حامد نیما ارکانی

به دنبال انحراف از قانون عکس مجذوری گرانش باشیم

در جستجوی نشانه‌های خاصی از امواج گرانشی در تابش ماکروویو باشیم ($CMBR$)

■ برای تحقیق روش نیما ارکانی

آزمایش عکس مجذوری اگر ابعاد اضافه آن طور که نوعاً نظریه پردازان ریسمان می‌گویند فشرده شده باشند پس باید انحرافاتی از قانون عکس مجذوری دیده شود..

تا به حال تا حد میلی‌متر آزمایش شده انحرافی دیده نشده پس ابعاد فشرده شده باید کوچک‌تر از این حد باشند، هنوز چیزی مشاهده نشده است البته تاکنون جستجو امواج گرانشی در ($CMBR$): امواج گرانشی،

امواجی هستند که توسط نظریهٔ نسبیت عام پیش‌بینی می‌شوند، که می‌بایست در عالم وجود داشته باشند، و بعضی از نظریات ریسمان وجود چنین امواجی را تأیید و بعضی رد می‌کنند، البته نشت گراویتون از سایر ابعاد به جهان ما، پیش‌بینی است که در نظریهٔ ریسمان مطرح می‌شود، به هر حال پیدا کردن این امواج می‌تواند زمینه‌ای برای تحقیق نظریهٔ ریسمان باشد.

آزمون‌های تجربی دیگری نیز برای سنجش صحت نظریهٔ ریسمان پیشنهاد شده است:

۱ـ ما هنوز نمی‌دانیم نوترینوها فوق العاده سبک هستند یا اصولاً بدون جرم هستند؟ مدل استاندارد آن‌ها را بدون جرم فرض کرده است ولی دلیل قاطعی برای چنین فرضی ندارد.

یکی از چالش‌های پیش روی نظریهٔ ریسمان می‌تواند توضیح جرم نوترینوها و پیش بینی ویژگی‌های دیگر این ذرات باشد. اگر آزمایش‌های تجربی آینده نشان دهند. نوترینوها در واقع بی‌جرم نبوده و جرم بسیار کوچکی دارند، نظریهٔ ریسمان یا پیش‌بینی این ویژگی و مقدار جرم آن‌ها به خوبی صحت خود را ثابت کرده است.

۲ـ در چهار چوب مدل استاندارد، تجزیه پروتون‌ها و واپاشی و تبدیل ترکیبات مختلف کوارک‌ها مجاز شمرده نمی‌شود. هر گونه نشانه تجربی مبنی بر وقوع یکی از این اتفاق‌ها، ما را مطمئن می‌سازد دیدگاه رایج «ذرات بنیادین نقطه‌ای» درست نیست. در چنین شرایطی نظریهٔ ریسمان این فرصت را دارد تا به ارائه توضیح قانع کننده‌ای، این گونه مشاهدات را توجیه کند.

۳ـ برخی از مدل‌های ریسمان نشان از وجود میدان‌های نیروهای تازه بسیار ضعیف و دور برد هستند. در صورتی که تأثیر چنین نیروهایی مشاهده شود، یکی از پیش‌بینی‌های نظریهٔ ریسمان به شکل تجربی تأیید می‌شود.

۴ـ نظریهٔ ریسمان نظراتی دربارهٔ ویژگی‌های ماده تاریک در کیهان دارد، که در صورت کشف ماده تاریک و مقایسه آن با نظریات ریسمان و پیش‌بینی‌های آن می‌توان گامی در جهت اثبات نظریهٔ ریسمان برداشت.

۵ـ شواهد تجربی دال بر آن است که مقدار «ثابت کیهانی» از مرتبهٔ 10^{120} بار کوچک‌تر از آن چیزی است که محاسبات بدان رسیده است، یعنی گویی وجود انرژی تاریک نه از نظریهٔ تورم نه از نظریهٔ کیهان‌شناسی کوانتومی و نه مدل استاندارد کیهان شناسی و نه توسط مدل استاندارد ذرات بنیادین قابل محاسبه نیست، محاسبات «ثابت کیهانی» را از مرتبهٔ 10^{120} بار بزرگ‌تر از حالت تجربی است و این یعنی فاجعه، و شاید مدل ریسمان بتواند این فاجعه را درست کند و فرصتی برای این مسئله وجود دارد.

فصل هشتم

نظریهٔ ریسمان، ابزاری در جهت تبیین جهان بینی توحیدی

■ **آیا نظریهٔ ریسمان می‌تواند ابزاری در جهت تبیین جهان بینی توحیدی باشد؟**

فیزیک معاصر، یک فیزیک متعالیه [1] است، یعنی فیزیکی که علی رغم چیزی که ماتریالیست‌ها یا آتئیست‌ها ادعا می‌کنند، به قول هایزنبرگ، [2] به خدا و الهیات منتهی می‌شود.

از فیزیک آماری، فیزیک کوانتومی، کیهان شناسی، نسبیتی و کوانتومی، نظریهٔ آشوب، ترمودینامیک، تا نظریهٔ ریسمان‌ها ما در این فصل می‌خواهیم به این مسئله بپردازیم.

همان طور که گفته شد فیزیک معاصر به عنوان یک ابزار مورد استفاده قرار می‌گیرد و این عبارت بدین معنی است که، چیزی مقدس تلقی نمی‌شود، و صرفاً، استفادهٔ ابزاری دارد اگر چنانچه، در روزگاری رد شد یا یک تئوری جدید جایگزین شد، از تئوری جدید برای این مسئله استفاده می‌کنیم و این‌که هست کنار می‌گذاریم.

در ادامه به طور خلاصه دربارهٔ متعالیه بودن فیزیک معاصر مطالبی را به عرض می‌رسانیم تا به مقولهٔ نظریهٔ ریسمان ورود پیدا کنیم.

این مسئله را از طرح‌های ایده‌های آتئیستی شروع می‌کنیم، آتئیست‌ها ادعا می‌کنند در نظامی که در جهان وجود دارد و فرآیندی که در آن اتفاق می‌افتد، طوری منظم است که جایی برای وجود خدا نمی‌گذارد، در این تعبیر، نگاه خدا آن‌ها به مسئلهٔ خدا چیزی است باید معجزه‌گر باشد و جایی که کاری از طبیعت بر نمی‌آید خدا آن را انجام دهد، خوب این عقیده، یک عقیدهٔ شرک آلود به خداست که یک نگاه توحیدی نیست.

چرا که در این نظریه، دو مؤثر در عالم هست یکی خدا و یکی طبیعت، در صورتی که نگاه توحیدی دیدن همهٔ این‌ها تحت لوای یک نیروی واحد و قدرت ازلی می‌باشد. مثل این‌که شخصی وارد کارخانه‌ای تمام مکانیزه شود که از یک طرف مواد اولیه به کارخانه وارد می‌شود و از طرف دیگر محصول به دست می‌آید. بگوید چون همهٔ دستگاه‌ها، منظم کار خود را انجام می‌دهند و انسانی در این کارخانه نیست پس لاجرم وجود انسان معنی ندارد، و این کارخانه خود ساخته است، در صورتی که این کارخانه نماد اندشه و تفکر انسان است، و شما با نگاه کردن به آن، به وجود یک ابر انسان اندیشمند و خلاق پی می‌بری، و صحبت از عدم وجود انسان در این کارخانه، اندیشه‌ای غلط محسوب می‌شود.

۱.کتابی از مولف در دست تنظیم است به نام فیزیک متعالیه

۲.جزء و کل

خوب به کسانی که چنین اندیشه‌ای دربارهٔ جهان و مکانیزم آن دارند، باید گفته شود، چگونه است در این جهان با این مکانیزم منظم و خوش تنظیم، شما نمودی از آگاهی و عقلانیت را در جهان نمی‌بینی در صورتی که بزرگان فیزیک معاصر از اندیشمندان کامپیوترهای کوانتومی[۱] تا ایده‌پردازان ابر ریسمان‌ها[۲] و کسانی که دربارهٔ ترمودینامیک عالم کتاب می‌نویسند بدین مسئله اشاره می‌کنند.

مثلاً در فیزیک آماری که اصل و اساس فیزیک کلاسیک است، اذعان به این مسئله که امکان (پاسیبلیتی)[۳] قبل از احتمال «پرابایلیتی»[۴] وجود داشته است که بسیاری از دانشمندان از جمله دکتر واعظ زاده[۵] این مسئله را حاکی از اندیشه‌مدار بودن قوانین حاکم بر جهان می‌دانند و یا در کوانتوم مکانیک، اصل این‌که می‌بایست در معادلات شوردینگر، برای خلاصه شدن بسته موج احتمال کوانتومی[۶] حتماً یک ناظر آگاه فرامادی آن را اندازه‌گیری کند تا موج خلاصه بشود، که این اساس فیزیک کوانتوم را تشکیل می‌دهد، و مکانیک کوانتومی را به سوی ایده‌ای، ایدئالیستی سوق داده است، یا مسئلهٔ به وجود آمدن انسان در ترمودینامیک، به قول گلدشتاین[۷] در کتاب ترمودینامیک عالم، برگ برنده را به دست خداشناسان داده است.

به هر حال ما در این مقاله می‌خواهیم به این نکته بپردازیم نظریهٔ ریسمان هم، یک ابزاری است در فیزیک معاصر در جهت تبیین جهان بینی توحیدی.

یکی از مسائلی که از دیرباز فیزیک را تحت تأثیر خود قرار داده، مسئلهٔ وحدت بزرگ می‌باشد، فیزیکانان همواره به دنبال این بودند که از کثرت به وحدت برسند و بتوانند با یک مکانیزم ساده و یک ایده، تمام مسائل فیزیک را حل کرده و توضیح دهند.[۸]

این ایده وحدت بزرگ پس از آن‌که فیزیکدانان به وجود نیروهای موجود در طبیعت، ذرات سازنده جهان و مسائل فضا ـ زمان وارد شدند، شدت و حدت بیش‌تری به خود گرفت،

از جمله پیشگامان این نظریه، آلبرت انیشتین بود که وی با ایجاد اتحاد بین فضا و زمان، و جرم و انرژی، اتحاد و تقارن بزرگی را در طبیعت نشان داد، و وی سال‌های پایان عمر خود را هم صرف این کرد که بین دو نیروی بزرگ طبیعت یعنی گرانش و الکترومغناطیس اتحادی را ایجاد نماید.

---

۱. کا میوترهای کوانتومی/ میثم تهرانی
۲. نظریه ریسمان /جینز
۳. ترمودینامیک عالم/ وینکنشتاین
۴. امکان
۵. پرفسور مجید واعظ زاده عضو هیات علمی دانشگاه خواجه نصیر الدین طوسی ودانشگاه تورنتو کانادا
۶. فلسفه فیزیک کوانتومی/ژان پیر فربد
۷. تر مودینامیک عالم/وینکنشتاین
۸. نظریه همه چیز وانبرگ

که البته راه به جایی نبرد، البته در زمان خود انیشتین جوان اندیشمندی به نام گالوا با احتساب بعد پنجم توانست اتحاد بین دو نیرو را حل کند ولی چون در آن دوران هنوز دو نیروی هسته‌ای قوی و ضعیف کشف نشده بود، این راه حل نتوانست بعضی از تناقضات و مسائلی را که پیش آمده بود حل کند لاجرم کنار گذاشته شد، بعد از انیشتین، حرکت در مسیر وحدت فیزیک به زمانی رسید که فیزیکدانان در زمینهٔ فیزیک ذرات بنیادین کارهایی را انجام می‌دادند، عبدالسلام[1] و واینبرگ توانستند با ایده‌های خود بین دو نیروی طبیعت یعنی هسته‌ای ضعیف و الکترومغناطیس وحدتی را اثبات کنند و آن را نیروی الکتروضعیف نامیدند و این مسئله منجر بدان شد که باز هم توجهات به سوی پیدا کردن تقارن در فیزیک و رسیدن به وحدت در تلاش‌های فیزیکدانان قوت بگیرد، و ایده‌هایی را در وحدت بخشیدن به نیروها ارائه دهند.

که یکی از این ایده‌ها در نظریه‌ای به نام نظریهٔ ریسمان مطرح شد، در واقع نظریهٔ ریسمان اصلاحیه‌ای بود به فیزیک ذرات بنیادین، که در آن به جای این‌که ذره را نقاطی بی‌بعد در نظر بگیرند، یک بعد به ذره می‌دادند که این ذره بسان یک تار مرتعش می‌توانست ارتعاشات خود را نه تنها در سه بعد بلکه در ابعاد مختلفی طنین‌انداز کند و از این طنین، خواصی برای ذرات به وجود آورد این نظریه بعدها اصلاح شد، و تمام ذرات اعم از فرمیون‌ها و یوزون‌ها را در بر گرفت می‌توانست، گرانش را علاوه بر نیروهای دیگر توضیح دهد علاوه بر آن توانست، اتحادی بین تمام ذرات را شامل شود.

یعنی در اصل نظریهٔ ریسمان نظریهٔ وحدت بزرگ است و از جمله اصولی که در آن لحاظ شده است این است که در جهان ابرتقارن‌هایی وجود دارد و همهٔ جهان و ذرات موجود در آن و نیروهای موجود در آن، در واقع از ارتعاش ریسمان‌ها و تارها در ابعاد مختلف به وجود آمده‌اند، نظریهٔ ریسمان، عنوان می‌دارد که تمام جهان در واقع یک سمفونی عظیم[2] است.

که این سمفونی عظیم، در جهت ساخته شدن انسان کوک شده است به سوی اصلی به نام «اصل وجود انسان»[3] که در این کتاب دربارهٔ آن صحبت کرده‌ایم، یعنی به عبارتی فیزیک ریسمان عنوان می‌کند که نه تنها یک اتحاد و نظمی در سیستم کل جهان وجود دارد بلکه ارتعاشات و خوش تنظیمی فوق العاده‌ای در جهان حاکم است و به اصطلاح، جهان طوری کوک شده است که منجر بدان شود که ما اینجا باشیم، این یعنی یک پاسیلیتی «امکان» قبل از تشکیل جهان وجود داشته است، و یک آهنگ خاصی برای جهان قبل از آفرینش نوشته شده است، پس لاجرم جهان بعد از آفرینش همان سمفونی را با رهبری فوق العاده منظم در حال اجرا می‌باشد و نتیجهٔ آن هم وجود انسان و حیات شده است و اگر در هر کی از اجزای این سمفونی اختلالی به

---

۱. برنده جایزه نوبل پاکستانی
۲. جهان زیبا /برایان گرین
۳. نظریه ریسمان جینز

اندازهٔ کم هم وجود می‌داشت، منجر به بوجود آمدن حیات نمی‌شد. این اصل دراکثر کتب[۱] نظریهٔ ریسمان آمده است.

و از سویی عده‌ای عنوان می‌دارند که شاید سمفونی‌های متفاوتی در جهان نواخته شده که یکی از آن‌ها، جهان ما بوده، یعنی جهان‌های موازی، باز هم در این مورد نظریهٔ اصل وجود انسان قوی[۲] را عنوان می‌کنند که در این که در این اصل عنوان می‌شود که تمام جهان‌های موازی می‌بایست طوری طراحی شده باشند که ساختار آن‌ها با مکانیزم منطقی مغز انسان جور باشد حالا چه منجر به وجود حیات بشود یا نشود، محور باز هم انسان است.

پس نظریهٔ ریسمان می‌تواند ابزاری نیرومند در جهت تبیین جهان بینی توحیدی باشد. چرا که اولاً نظریهٔ توحید و وحدت بین نیروها و تمام ذرات عالم در آن گنجانیده شده است و ثانیاً اصل وجود انسان ضعیف و قوی به عنوان یک اصل در آن پذیرفته می‌شود، یعنی نظریه کاملاً توحیدی است و در جهت تبیین جهان بینی توحیدی گام بر می‌دارد، و فلسفهٔ حاکم بر آن روح توحیدی داشته و برگرفته از ایده ادیان توحیدی می‌باشد.

---

۱. نظریه ریسمان جینز

۲. همان منبع

■ منابع

- مبانی کیهان‌شناسی تحلیلی نسبیتی-کوانتومی، مهدی دانشیار، انتشارات دانشیاران ایران، سال ۱۴۰۰
- نظریهٔ ریسمان، اندروزیمرمن جونز، دنیل رابینز، مترجم: مریم ذوقی، آوند دانش، ۱۳۹۴
- جهان زیبا، بریان گرین، مترجم: مازیار نوعی، چاپ پارسیک، سال ۱۳۹۹
- معماهایی برای رازگشایی از عالم، کامران وفا، ترجمهٔ حسام الدین ارفعی، نشر نو، ۱۴۰۰
- مقدمه‌ای بر نظریهٔ ریسمان، اسپیون اسگات گابسر، ترجمهٔ مهدی مرادی سیرچی، انتشارات ابجد، سال ۱۳۹۴
- فلسفه کوانتومی،رولنداومنس،ترجمه رسول رکنی، نشر دانشگاهی۱۳۹۴
- مقدمه ای بر ذرات بنیادی گیفیتس،ترجمه دکتر نادر قهرمانی، نو پردازان۱۳۹۳
- فلسفه فیزیک کوانتومی،ژان پی برفربد، سون ارتلی ترجمه دکتر مهران مصطفوی، نشر کلام ۱۳۷۲
- فیزیک هسته ای، یانگ کولیم، ترجمه :لیدا غلامکار
- جهان کوانتومی نوین ، تونی هی، پاتریک والترز،ترجمه محمد رضا محجوب، شرکت سهامی انتشار۱۳۹۶
- فیزیک هسته ای ، کرین، نشر دانشگاهی۱۳۷۸
- کاربردهای فیزیک هسته ای در ستاره شناسی، مهدی دانشیار، مینا شیری، انتشارات دانشیاران ایران۱۴۰۰
- امام صادق الهام گر کیمیا محمد یحیی الهاشمی، ترجمه مهدی دانشیار ، مرحومه دکتر شهلا زارعیان جهرمی،انتشارات دانشیاران ایران ۱۳۹۹
- محمدبن زکریای رازی دانشمندی که باید از نوشناخت، مهدی دانشیار انتشارات دانشیاران ایران ۱۴۰۰
- مکانیک سماوی- مهدی دانشیار، محمد روفچایی، انتشارات دانشیاران ایران،چاپ ۱۳۹۵
- مبادی تاثیر و تاثر ، جواد مشکوه الدینی، انجمن حکمت و فلسفه
- جزء وکل، ورنر هایزنبرگ ، نشر دانشگاهی۱۳۷۸
- ترمودینامیک عالم ، وینکنشتاین، انتشارات نشر دانشگاهی۱۳۹۵
- کامپیوترهای کوانتومی و برنامه ریزی عالم، میثم تهرانی۱۳۹۲
- فیزیک سیاه چاله، مهدی دانشیار، انتشارات دانشیاران ایران،۱۳۹۷
- *Antropic cosmological prineiple* » نوشتهٔ جان دی، بارو و فرانک جی تیپلر در سال ۱۹۸۶
- *Justsicx Numtets: The Deepsorces That shape The Univers* - مارتین ریس