

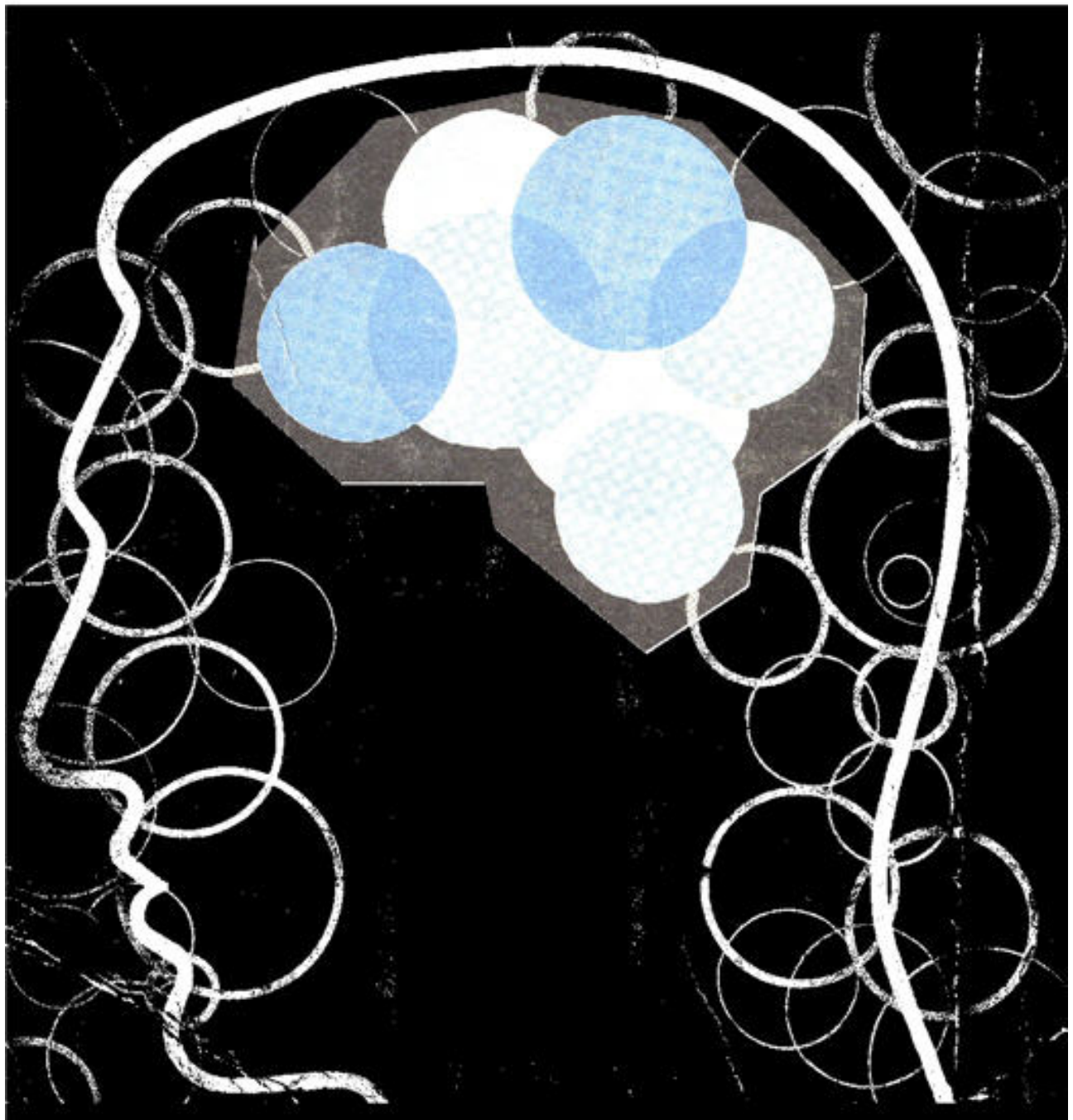
جهان هفت عنصري

م. واسيليف

ك. استانيوكويچ

ترجمة:

دكتور نورالدين فرهيخته



جهان هفت عنصری

تألیف

م. واسیلیف؛ لک. استانیو کوویچ

ترجمه : دکتر نورالدین فرهیخته

انتشارات نگاه



انتشارات نگاه

جهان هفت عصری

م. واسیلیف؛

ک. استانیو کوویچ

دکتر نورالدین فرهیخته

چاپ اول ۵۲

چاپ دوم ۵۹

حق چاپ محفوظ است

پیش گفتار

این کتاب به بحث دربارهٔ مهمترین رشته‌های فیزیک مدرن و قوانین
مکشوفه آن اختصاص دارد و درعین حال به طرح تئوریهای میپردازد که باید در
آینده اثبات شوند و راه آدمی را به سوی کیهان باز نمایند.

بعضی از رشته‌های دانش بشری مثل هیدرو دینامیک، دینامیک گازها و
«تئوریهای مختص به انواع انفجار» و نیز میدانهای نیرو مثل حوزه الکترو
مغناطیسی و جاذبه و هسته‌ای مسبب شده‌اند انسان در فن هوانوردی، موشک‌سازی و
هیدرو انرژی و بالاخره ساختن موتورهای حرارتی بدین حد رفیع دست
یابد. مطالعه کتاب حاضر درك صحیح و عمیق این علوم را میسر میسازد. مؤلفین
برای تفهیم بهتر مسائل علمی امثله مختلفی از آنچه روزانه با آنها سروکار
داریم برگزیده و بایانی شیرین و جذاب آنها را با مسائل فنی ثقیل و دشوار
تطبیق و نتیجه‌گیری کرده‌اند. فی الجمله نحوهٔ پرواز بین ستارگان در آینده
و موشکهای فوتونی و طرز شکستن دیوار صوت از مواردی هستند که در این اثر
با مثالهای ساده تشریح گردیده و قابل فهم شده‌اند.

در این مختصر کوشش بعمل آمده است تا به پرسشهایی از این قبیل پاسخ
داده شود:

— آیا سرعتی مافوق سرعت سیر نور وجود دارد؟

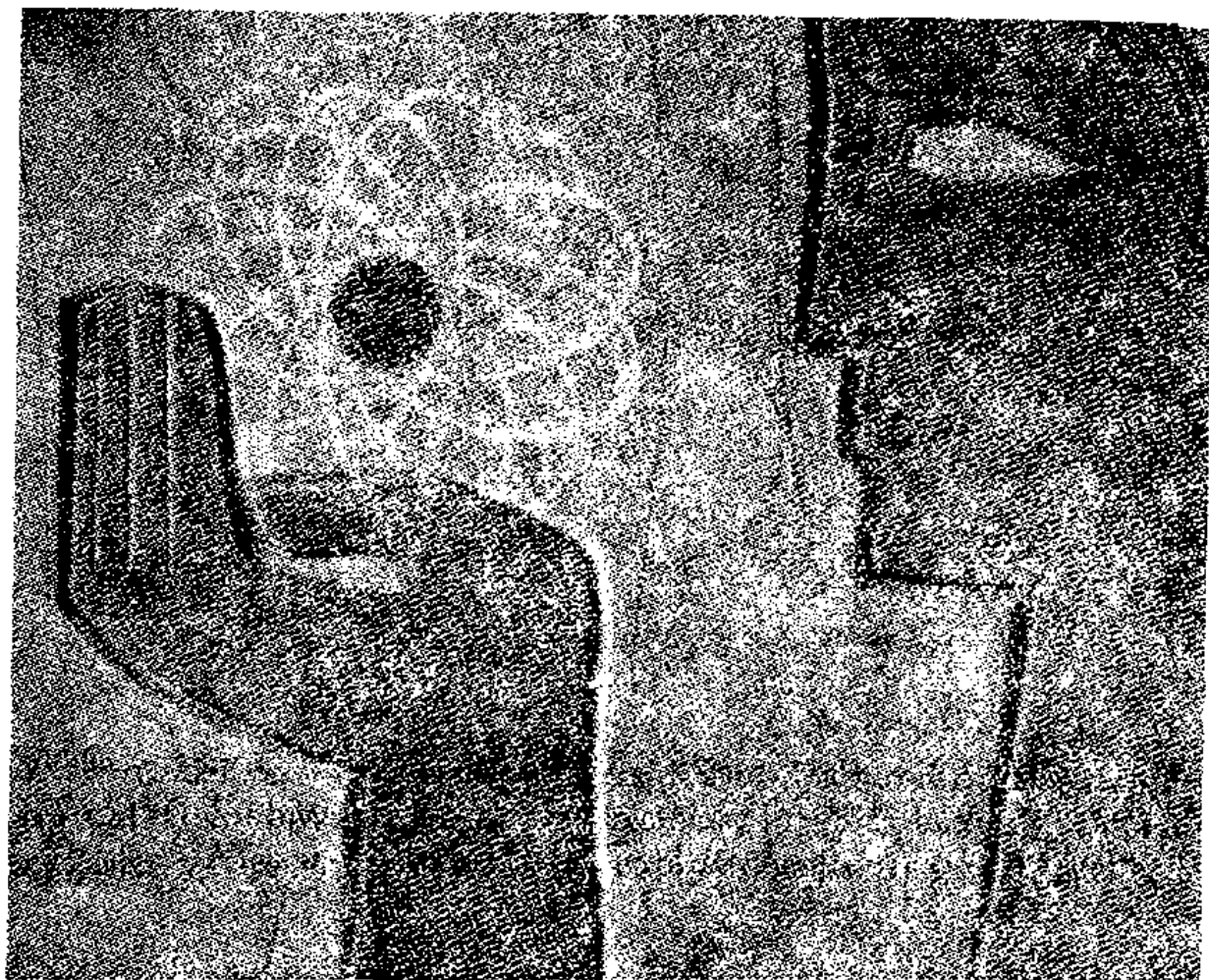
— آیا بعد چهارم بعدی است محقق

— سن اتمهای مادی موجود در عالم چقدر است

و بسیاری چرا و چگونه‌های دیگر که دانش انرژی و ماده در راه کشف و
برملا کردن آنهاست.

گاهی در این کتاب با فرضیات و تئوریهای روبرو خواهیم شد که هنوز
از طرف کلیه دانشمندان جهان مورد قبول قرار نگرفته‌اند ولی یکی از مؤلفین
اثر که خود فیزیکدان است امید دارد روزی دانش بشری صحت بسیاری از
آنها را مورد تأیید قرار دهد.

مترجم از روسی به فرانسه Marc Bodin
مترجم از فرانسه به فارسی دکتر نورالدین فرهیخته



تصویری گویا تر از مقدمه

عالم چیزی جز ماده در حال حرکت نیست..... V. L.

این است داستانی که تا کنون بر آدمی گذشته و منبذ خواهد گذشت: وقتی که در پیچه کوچکی از جدار خاکستری مایل به آبی موشک کیهانی باز شد و فضا نوردی ملبس به اسکافاندار به بیرون پرید فقط بارشته نایلوئی نازکی به سفینه متصل بود. این فضا نورد در عالم بی انتها و فضای نامتناهی غوطه خورد. او در اطراف خود چه میدید؟ برای نخستین بار چشمش بر روی عالمی باز شد که قبل از او هرگز کسی توفیق دیدنش را نیافته بود.

کمی دورتر از او پیکر غول آسای موشک کیهانی با شکل آئرو دینامیک آن دیده میشد. در انتهایش لوله های باریک خروج گاز قرار داشت و در اطرافش آنتن های رادیویی و رادار متعدد مثل شاخک های بلند بعضی ماهی ها راست ایستاده بودند. دو چشم درخشان این ماهی عظیم همان چراغ های جلوسفینه بودند

که در تاریکی مطلق فضا درخششی خیره کننده داشتند. پنجاه سال بعد این مرکب غریب در نظرمان همانقدر ابتدائی و ناقص خواهد بود که امروز نخستین طیاره های ساخته شده از چوب بامبو (Bam-bou) مضحك و ابتدائی می نماید. فضا نورد نگاهی به سوی زمین انداخت که هنوز از او خیلی دور نبود آنرا چون گوئی آبی رنگ با حدود نامشخص دید که زیبایی حیرت انگیزی داشت ولی هرگز دچار اعجاب نشد؛ فقط احساس غربتی دردناک قلب و روحش را فرا گرفت! بلی بهر حال همه جا انسان انسان است...

چشمان خود را به سوی خورشید گرداند، این عروس زیبای آسمان با خرمن زرین گیسویش لبخند میزد ولی خرمن گیسوانش پیوسته در کار کاهش و افزایش و تغییر جا بودند از روی زمین چنین منظره ای دیدنی نیست، این گوی زرین و گرم پدر زندگی و حیات در روی کره خاکی ماست.

تماشای ستارگان لذتی وافر داشت. آن لرزه ها و چشمکها دیده نمیشد. اختران چون گویهائی روشن و آرام بودند. بسیاری از صور فلکی قابل رویت از نیمکره شمالی و جنوبی دیده میشدند دب اکبر عظمتی تحسین آمیز داشت. صورت فلکی صلیب جنوب چنان میدرخشید که چشم فضا نورد خیره شد. البته دور تا دور او را ستارگانی آرام بر رنگهای مختلف احاطه کرده بودند.

اکنون در برابر آدمی فضائی بی انتها قرار داشت، فضائی که نه ابتدای زمانی و مکانی دارد و نه چنان انتهائی، هر گوشه از عالم نوع دیگری است، همه چیز در آن تغییر میکند ولی هیچوقت هیچ حالت تکرار نمیشود.

آیا آدمی تا دیروز چنین ملاقات رو یا روی را پیش بینی میکرد؟

مسکن انسان سیاره کوچکی از يك منظومه خورشیدی است که بسیار دور از مرکز کهکشان بگرد آن در گردش است، دور از مرکز! بلی دور از محلی که مکان خورشیدهای درخشان و عظیم الجثه همجوار است. کره ارض در گوشه ای نسبتاً آرام از عالم بدور خورشیدی با حجم و درخشش متوسط میگردد. دور تا دور زمین را غلافی نیمه شفاف از گاز فرا گرفته که حتی مانع رویت بسیاری از پدیدههاست. اکنون باید دید از چنین گوشه ای دور و از ورای پرده ای نیمه شفاف میتوان عالم را شناخت؟

از اینها گذشته هنوز خیلی وقت نیست که انسان خود را شناخته است،

حدود ده هزار سال درمقیاس زمان لایتناهی جزلمجهای به حساب نمی آید. هنوز بیش از پانصد سال نیست که کره زمین را دور زده ایم و مدت زمان بسیار کوتاهی است که، ابتدا مسائل مربوط به فضا، سرعت، زمان و روابط بین آنها را بطور نظری دریافته ایم و روزگار بسیار کوتاهی است که توفیق درك عالم و كشف ماده دست داده است. بدیهی است درچنین مدت کوتاهی معرفتی بیش از این حاصل نمی آید.

آدمی خیلی چیزها باید یاد بگیرد. هنوز او از دانش تهی است شعرا بایبانی دلپذیر ستارگان را چشمهای آسمان می نامند. هزاران سال است که آدمی آنها را تماشا میکند؛ ابتدا با چشم غیر مسلح و بعد با وسایل اندازه گیری و زاویه سنجی از فراز اهرام مصر مینگریست و امروزه از پشت عدسی تلسکوپهای غول پیکر، آدمی موفق شده است ثوابت را از سیارات تشخیص دهد و گرینز سحابی های دور را ملاحظه کند امواج صوتی حاصله در رقیق ترین گازهای بین ستارگان را گوش کند

ای فضای نا منتهای آدمی موفق شده تاکنون مصنوع خود را در آغوش توبه پرواز در آورد و بادستگاههای خود کار از خاک ماه نمونه بردارد و با خودروهایی که از دور هدایت می شوند روی ماه به تحقیقات علمی پردازد و مکرراً دانشمندان و فضانوردان خاکی را در ماه پیاده کند و بازگرداند (دوسه عبارت فوق توسط مترجم اضافه شده چون هنگام تالیف کتاب هنوز نمونه برداری مکانیکی از خاک ماه، پروانهای موفقیت آمیز آپولوها و گردش دراز مدت لوئنا خود صورت نگرفته بود).

آدمی تشنه دانش است، او میخواهد با كشف قوانین طبیعت نیروهای آن را هر روز بیشتر از پیش بخدمت خود درآورد. انسان راز آفرینش را دریافته و با انتقال آن به سیم پیچ درون لامپ روشنایی ایجاد کرده است؛ او قوانین حاکم بر رودخانه ها و دریاها را كشف کرده با احداث دریاچه های مصنوعی و کانال کشی های لازم صحاری لم یزرع را آبیاری کرده و شرایط اقلیمی را تغییر داده است. انسان نیروی شگرف تحلیل رفتن (Desagregation) اورانیوم رادیو اکتیو را تدریجاً بدست میگیرد و بزودی حرارتی تولید و مصرف خواهد کرد که برابر حرارت خود خورشید است. آدمی در آینده سیارات دیگری

جهان هفت عنصری

خواهد ساخت و ستارگان را جایجا خواهد کرد و شاید روزگاری نیازمند به
ایجاد تغییر در شدت تشعشع خورشیدها گردد و قابلیت القای آذر داشته باشد.
ای عالم بهوش باش آدمی بزودی سلطه کامل خود را بر تو استوار خواهد کرد
و کلیه عناصر موجود در تو چون عنصری که روی زمین است بخدمت او در
خواهد آمد.



مادهٔ موجود در عالم

- تحقیقی دربارهٔ خلاء
- عناصر موجود در طبیعت
- در چنگال ارباب نیرومند
- سه عنصر رام شده

تحقیقی دربارهٔ خلاء

از دیرباز میدانستند که اگر لوله پراز آبی را بگردانند و سر آنرا داخل طشتی پراز آب کنند و خود لوله را بطور عمودی نگهدارند همهٔ آب آن خالی نخواهد شد بلکه مقداری از آن به طشت خواهد ریخت و الباقی در لوله خواهد ماند. دانشمندان قرون وسطی این پدیده را تفسیری ساده میکردند که البته خیلی قابل قبول نبود، یعنی آنرا «خاصیت مکش خلاء» میدانستند.

اولین کسی که متوجه شد عامل صعود آب درون لوله فشار هوا میباشد دانشمند ایتالیائی توریکلی (Torricelli) بود و خود وی موفق شد فشار مذکور را اندازه گیری کند و نشان دهد فشار هوا معادل ستون آبی با ارتفاع ده متر یا ستون جیوه ای بطول ۷۶۰ میلیمتر است. فشار جو قادر به بالا بردن جیوه بیش از هفتصد و شصت میلیمتر نمی باشد.

توریچلی لوله‌ای بطول يك متر انتخاب كرد و آنرا از جیوه پر نمود، سر باز لوله را در طشت پر از جیوه فرو برد و آنرا بطور عمودی نگهداشت. مقداری از جیوه به طشت داخل شد و مقداری در لوله باقی ماند بنابر این در بالای ستون جیوه‌ای فضائی خالی ایجاد گردید.

- پس فضای یاد شده که توسط جدار شیشه‌ای از بالا و اطراف و ستون جیوه از زیر محاصره شده بود و هوا از هیچ طریق در آن وارد نمیشد خلأ مطلق بود . . .

از همان زمان یعنی از سال ۱۶۴۳ میلادی این فضای خالی را که در بارو متر جیوه‌ای (Barometre یعنی فشار سنج جیوه‌ای) ایجاد میشد خلأ توریچلی نام نهادند.

- امروزه اگر خلأ توریچلی را خلأ مطلق بنامیم هر فیزیکدانی بما خواهد خندید. اگر از این فیزیکدان پرسیم که اگر فضای خالی توریچلی خلأ مطلق نیست پس در آن چه هست؟ پاسخ خواهد داد در درجه اول بخار جیوه بعد مولکولهای ازت، اکسیژن و حتی گاز کربنیک. - اینهمه عنصر از کجا پیدا شدند؟ چگونه در خلأ نفوذ کردند؟

- از خود جیوه. بله، میدانیم که جیوه مثل هر سیالی مقدار قابل ملاحظه‌ای گازهای مختلف در خود حل میکند و وقتی غلظت گازهای مزبور در محیط اطراف آن کاهش یابد از جیوه متصاعد و پراکنده میشوند... بعلاوه فیزیکدان بما خواهد گفت ایجاد خلأ نسبتاً خالص (نه مطلق) چه دشواریها دارد و حتی برایمان شرح خواهد داد نمونه برداری از اقشار فوقانی جو زمین که در آنجا هوا رقیق است

با چه اشکالاتی مواجه میشود.

... موتورهای واکنشی موشک میگرد و پیکر عظیم آنرا ابتدا بکندی و آرام از زمین جدا میکند و تدریجاً در آسمان به سرعتش افزوده میگردد، در حالیکه گاز گداخته از لوله‌های خروجی آن به بیرون فوران مینماید از دیده پنهان میشود. وظیفه ایسن موشک نمونه برداری از هوای جو در ارتفاع سیصد کیلو متری و ارسال آن به زمین است.

- در نظر اول خیلی ساده است، ابتدا در آزمایشگاهها بالن‌های بزرگ شیردار میسازیم بطوریکه شیرها کاملاً غیر قابل نفوذ باشند بعد درون بالن‌ها را با ماشینهای مکنده تخلیه مینمائیم، در ارتفاعات مورد نظر يك دستگاه اتوماتيك شیر بالن‌ها را باز میکند و پس از نمونه برداری توسط چتر نجات بزمین باز گردانده میشوند (ارتفاع مورد نظر در این جا همان قشر یونسفر Ionosphere میباشد). باین ترتیب کار نمونه برداری خاتمه می‌یابد، اما حقیقت اینست که کار اینقدرها هم ساده نیست چه تا کنون در روی زمین ما قادر به ایجاد خلأی پیشرفته مثل آنچه در ارتفاع سیصد کیلومتری سلطه دارد نشده‌ایم؛ زیرا هر ماده‌ایکه تا امروز بدست بشر کشف یا ساخته شده مثل انواع آلیاژ فلزات، شیشه، چوب، پلاستیک و غیره همه مقدار قابل توجهی در خود گاز بصورت محلول دارند. در فضای کیهان در ارتفاعات یاد شده مواد مزبور شروع به از دست دادن گازهای محلول خود میکنند، این پدیده بی شباهت بیک بطری آب معدنی نیست که یکمرتبه در آنرا باز کرده باشیم. تا وقتی که در بطری بسته است تحت فشار زیاد

که بر روی مایع وارد میشود مقدار زیادی گاز در آن بصورت محلول وجود دارد و ما نمیتوانیم آنرا ملاحظه نمائیم؛ به محض اینکه در بطری باز شد و فشار اضافی حذف گردید حبابچه‌های گاز بسرعت شروع به خارج شدن مینمایند و چنان بنظر میرسد که آب در حال جوشیدن است. فلزی که بدنه موشك را میسازد نیز در ارتفاع دوست و پنجاه تا سیصد کیلو متری مثل آب معدنی شروع به جوشیدن میکند (از دست دادن حبابچه‌های گاز محلول در آلیاژ). البته شدت این پدیده زیاد نیست لذا اگر در آزمایشگاه حتی با روشهای بسیار دقیق فنی درون بالن شیشه‌ای خلأی نسبتاً پیشرفته و شدید ایجاد نمائیم، این خلأ لمحه‌ای بیش نخواهد پائید چه سریعاً از جدار بالنی که بنظرمان نفوذ ناپذیر میرسد گازهای محلول بدرون آن راه خواهند یافت. پس نمونه برداری در ارتفاعات زیاد کار آسانی نیست. تا کنون دانشمندان توفیق تهیه چنان خلأ بالنسبه کاملی را نیافته‌اند.

متخصصین علم فیزیک برایمان خواهند گفت که هر بخش از بدنه موشکی که برای تحقیقات افشار بالای جوبکار میرود از چه ماده استحفاظی پوشش مییابد و ملات لازم که قسمتهای متفاوت را بهم لحیم میکند چیست و چگونه در ارتفاع مورد نظر مخزنی استوانه‌ای شکل که حاوی وسایل اندازه گیری و نمونه برداری از هواست و دو متر طول و چهار سانتیمتر قطر دارد از محل اتصال شلیك می شود و این دستگاه چطور از میان توده ابری که موشك تولید می کند می گذرد. یقین است مخزن مزبور نیز از خود گازهای آزاد می کند ولی بسیار کمتر از آنست که از موشك ساطع می شود و چون هاله‌ای آن را دربر میگیرد.

اکنون به روشنی در یافته‌ایم که خلأ توریچلی خلائی است مشروط و قراردادی. پس در بالاتر از سیصد کیلومتر از سطح زمین چه خبر است؟ بالاتر از هوائی که موجود تولید کننده هفتصد و شصت میلیمتر فشار بر جیوه می‌باشد.

حالا باتفاق یکدیگر به تحقیق دربارهٔ حد فوقانی جو و امکان وجود خلأ مطلق میپردازیم وقتی با بالن تحقیقاتی به ارتفاع بیست تا سی کیلومتری از سطح زمین میرسیم باید دریچه‌ها و مدخل آن بسیار محکم بسته باشد و هیچ منفذ نداشته باشد چه از هشت - ده کیلومتر بیالا رقت هوا بحدی است که امکان اختناق وجود دارد.

البته بدیهی است که صحبت از خلأ در چنان ارتفاعی مضحك مینماید. صعود بالن تحقیقاتی تا ارتفاع یاد شده عمودی است مثل چوب پنبه ای که از قعر رودخانه به سوی سطح آب بالا بیاید، علت آنهم وزن مخصوص اندک چوب پنبه نسبت به آب است. وسایل تحقیق تا ارتفاع سی الی چهل کیلومتری جو عبارتند از بالن‌های دیگری بنام بالن سند (Ballon-Sonde) و رادیو سند (Radio-Sonde). مطالعه نشان میدهد که در چنان ارتفاعانی نیز هوا بحد کافی وجود دارد لذا جو غلیظ در آنجا حاکم است. بهمین دلیل در آن ارتفاعات است که ابر به وفور می‌توان دید. بلندترین ابرها در ۸۲ کیلومتری سطح زمین تشکیل می‌شوند، این ابرها را ابرهای نقره‌ای می‌نامیم. کمی بالاتر از آن یعنی صد تا صد و بیست کیلومتری حوزه حکومت شهاب‌هاست. هر شهاب منتهی فوق العاده مغلق اعمال اثرات متقابل جسمی با بار الکتریکی و جوی است که آن را محاصره می‌کند بشرطی که جسم مزبور با سرعت زیاد با جو تماس حاصل کند. بهر حال پیدایش شهابهای ثاقب

در ارتفاع یکصد و بیست کیلومتری ثابت می‌کند که در آنجا هم خلاء نیست.

شفق قطبی یا نور قطبی :

شفق قطبی پدیده‌ایست که در بالاترین اقشار جو واقع می‌شود محل حدوث آن گاهی یک هزار تا یک هزار و دویست کیلومتری سطح زمین است.

بدیهی است، قادر به دست یافتن به طبقات بسیار بالای جو یا فضای بین ستارگان نمی‌باشیم تا بدانیم یا تحقیق کنیم در آنجاها خلاء مطلق هست یا خیر. نه بالن و نه هواپیما یا رای چنان طی طریقی را ندارند تنها موشك کیهانی را توان چنان مسافرت‌های طولانی است.

بوسیله موشک‌های بلند پرواز و اقمار مصنوعی اطلاعات فوق العاده

جالبی بدست آورده‌ایم. ثابت شده است که جو حد و مرز مشخصی ندارد و گاهی در ارتفاع دوسه هزار کیلومتری سطح خاک نیز جای گازهای بین ستاره‌ای را می‌گیرد.

همراه مطالعه این کتاب بایستی به سفرهای کیهانی متعددی دست بزنیم. کسانی که برای درك علل پدیده‌ها کنج‌کاو نیستند یا از خطرات چنان سفرهایی می‌ترسند بهتر است همین حالا کتاب را بسته به گوشه‌ای بیندازند، اما برای دیگران سفینه‌ای افسانه‌ای تدارك دیده‌ایم که می‌تواند سر نشینان خود را در هر لحظه به نقطه از عالم برساند و باز گرداند. موتور این موشك موتوری است تصویری و بر پایه دانش امروز و فن پیشرفته عصر حاضر طرح ریزی گردیده. سوخت آنرا تئوریها و فرضیات دانشمندان تأمین کرده است.

شفق قطبی: در شبهای آرام و صاف قطب شمال نور بسیار زیبایی فضای آسمان را روشن می‌کند. این نور رنگارنگ از اکسیژن یونیزه نواحی بسیار بالای جو ایجاد می‌شود.

درون اطاقك فرماندهی سفینه جا می گیریم و حرکت می کنیم، لحظه ای می گذرد سه هزار کیلومتر از زمین دور شده ایم. مدتهاست که جو غلیظ زمین را پشت سر گذاشته ایم.

اما... دستگاه سنجش ذرات حاوی بار الکتریکی که در سفینه نصب شده نشان می دهد که در این محل از فضا مقدار متناهی ذرات حاوی بار الکتریکی مثبت یا پروتون (Proton) پراکنده است انرژی آنها از چند صد میلیون الکترون - ولت تجاوز می کند. بنابراین در نقطه مزبور هم خلاء واقعی نیست. ذرات ابتدائی حاوی بار الکتریکی بصورت سه کمر بند سیاره ما را احاطه کرده اند و خود اسیر چنگال نیرومند حوزه الکتر و مغناطیسی زمین اند. جهت حرکت آنها در امتداد خطوط نیروی الکتر و مغناطیسی است و چنانست که گوئی به خطوط نامرئی مزبور چسبیده اند. این صحنه ایست که در حلقه درونی یا زیرین ملاحظه می شود. کمر بند الکتر و نیک خارجی از ذرات با انرژی کمتر تشکیل شده و بار الکتریکی آنها در حدود دهها هزار الکترون - ولت است. چنین بنظر می رسد ذرات یاد شده از خورشید جدا گردیده یا از فضای بیکران به اطراف زمین هجوم آورده اند. اما طبق فرضیات دانشمندان در حلقه زیرین پرتوهای باردار که آنها را رادیوتون (Radioton) نیز می نامند به نحو دیگری ایجاد شده اند.

پیوسته بهمنی عظیم از اشعه کیهانی به فوقانی ترین طبقات جو برخورد می کند، تصادم ذرات موجود در اشعه کیهانی که با سرعتی بسیار در حرکت اند با اتم گازهای جو موجب جدا شدن هسته یعنی پروتون از الکترونهای اطرافش می گردد. حاصل چنین تصادمی غیر از پروتون

والکترن مقدار قابل توجهی نوترون (Neutron) است. نوترونها در پرواز آزاد خود در طبقات بسیار رقیق فوقانی جوئه با ذرات دیگر برخورد می کنند و نه بعلت بار الکتریکی در حوزه های الکترومغناطیسی اسیر می گردند،

نوترون از لحاظ بار الکتریکی خنثی است بهمین جهت حوزه الکتریکی بر آن کوچکترین اثر ندارد. اعمال اثر متقابل آن با حوزه مغناطیسی نیز فوق العاده ضعیف است، بهمین دلیل نوترون می تواند در سیر و پرواز خود آزادانه در فضای نا متناهی پرواز کند.

از سوی دیگر باید دانست نوترون ذره ناپایداری است و جاودانه نمی تواند به موجودیت خود ادامه دهد. در حد معینی از عمر خود که بطور متوسط ۱۱٫۷ دقیقه است يك نیمه از آنها تجزیه شده و دو ذره ابتدائی پروتون و نوترینو (Neutrino) ایجاد می نماید. اگر این تجزیه موقعی صورت بگیرد که نوترون در پرواز آزاد خود از حوزه مغناطیسی زمین خارج نگردیده است خود نوترینو نیز به دو جزء پروتون بدل میشود و چون پروتون حاوی بار الکتریکی است با حوزه الکترو مغناطیسی زمین وارد اعمال اثر متقابل شده حلقه زیرین رادیو تون رامی سازد. می توان با ایجاد انفجارات اتمی درون این کمر بند یا در نزدیک آن شدت آنرا زیاده تر کرد چه هنگام انفجار اتمی مقدار فوق العاده زیادی نوترون آزاد می شود که حتماً بخشی از آن به پروتون مبدل شده در کمر بند زیرین اسیر می گردد. البته در انفجارات اتمی خارج جو ذرات ابتدائی باردار دیگری نیز تولید می شوند که از چنگال حوزه الکترو مغناطیسی زمین خلاصی ندارند.

تا این اواخر یعنی قبل از اندازه گیری شدت واقعی اشعه کیهانی و میزان اثر کمر بندهای یاد شده دانشمندان نگران این بودند که مبادا مسافرت های کیهانی با اشکال مواجه شود. خوشبختانه امروز دیگر این نگرانی وجود ندارد البته فضا نوردان بایستی خیلی سریع از منطقه کمر بندهای حاوی ذرات باردار عبور نمایند.

سومین حلقه یا کمر بند بیرونی گرچه وجودش محقق است ولی در مورد چگونگی پیدایش و علل آن دانشمندان هماواز نیستند.

مدتهاست که دانشمندان کره زمین را به گردوی درشتی تشبیه کرده اند که پوسته نازکی هوا آنرا دربر گرفته است. اما امروز بخوبی می دانیم که چنین نیست چه ضخامت جو با صدها کیلومتر سنجیده نمی شود بلکه صحبت از هزاران کیلومتر است و دامنه آن آنقدر امتداد می یابد که با گازهای بین ستارگان مخلوط می شود. اما این همه

بیان ریاضی

برای خوانندگان صاحب ذوق در کلیه فصول يك سلسله پاورقی بزبان ریاضی جهت تکمیل اطلاعات عرضه خواهد شد. البته در این زمینه خواهیم کوشید با فرمولها و تناسبات ساده پاره ای از قوانین حاکم بر عالم را بیان نمائیم، جزئیات ریاضی و نحوه اثبات آنها ارائه نخواهد شد چه نتایج کلی و مفاهیم اساسی آنها در متن کتاب آمده است. اما از روی فرمولهای عرضه شده خواننده علاقمند خواهد توانست حساب کند که فی المثل درموشکهای فتونی (Fotonique) آینده چقدر جرم مصرف خواهد شد تا سرعت مورد نظر حاصل آید یا چگونه سرعت به نسبت تغییر فشار گاز هنگام جابجا شدن در فضا باعث انفجار تغییر می کند یا اجرام سماوی بچه نحو بر روی یکدیگر اثر میگذارند و چگونه همدیگر را جذب می نمایند و قس علیهذا.

آنچیزی نیست که باید گفته شود، می‌دانیم کره زمین در محاصره ابرهای عظیم تشعشی و ذرات ابتدائی مستقر روی خطوط نیروی الکترومغناطیسی است که چون نگینی زمین را دربر گرفته‌اند. بنا براین هاله اطراف زمین که واقعاً پنج‌هزار کیلومتر قطر دارد دیگر اجازه چنان تشبیه بلامشبه‌گردو و پوسته نازک را نمی‌دهد. در واقع توده عظیمی از گازهای یونیزه باید در نظر گرفت که فقط هسته کوچک جامدی دارند.

اخیراً یکی از دانشمندان شوروی بنام آستاپوویچ (I- Astapowitch) موفق به کشف توده‌گازهایی در اطراف زمین

تفسیرهای ریاضی این کتاب خواننده را یاری خواهد کرد تا عمیق‌تر و جهان هفت عنصری، را بشناسد و به او مدد خواهد داد مقالات و کتابهای علمی دیگر را بخواند و درک کند و مطالب خود کتاب را بهتر بفهمد.
اشعه کیهانی از کجا می‌آید؟

هنگام تخلیه الکتریکی در هر محیط فوراً ذرات باردار (حامل الکتریسته مثبت و منفی) بوجود می‌آیند و ملاء مادی مذکور مبدل به چیزی می‌گردد که اصطلاحاً پلاسما (plasma) خوانده می‌شود. بمحض پیدایش پلاسما فوراً حوزه الکترومغناطیسی برقرار می‌گردد.

اگر قابلیت هدایت پلاسما زیاد باشد در حال استراحت در محیط مادی یاد شده تنها حوزه مغناطیسی پدید می‌آید. اگر در همان ملاء حرکت هم اضافه شود حوزه الکتریکی هم بآن ضمیمه می‌گردد.

وقتی حوزه مغناطیسی پدیدار شد فوراً روی محیط خود فشاری القا می‌کند، میزان این فشار که آنرا فشار درونی هم می‌نامند با فرمول مقابل

شده است که در جهت مخالف حرکت خورشید بدور هسته کهکشان در گردش اند. این توده گاز که به قطاری طولانی شبیه است در اثر فشار اشعه نورانی از ذرات گرد و گاز طبقات فوقانی جو حاصل می گردد. پس اینهم سازمان و تشکیلات عظیم دیگری در طبقات بظاهر آرام گاز اطراف سیاره ما می باشد.

حالا چه باید کرد؟ موتورهای موشک خود را روشن می کنیم و از ابرهای تشعشی محیط بر کره زمین خارج می گردیم. در چند دقیقه صدها هزار کیلومتر از کره ارض دور می شویم؛ حتی کره ماه راپشت سر می گذاریم، این قمر طبیعی نه پوششی از گاز دارد نه حوزه الکترو-مغناطیسی، البته در فاصله یکصد هزار کیلومتری این کره مقداری ذرات یونیزه کشف شده است. علت آن چیست؟ شاید یونسفر (Ionosphere) مختص ماه باشد که ذرات موجود در آن دهها الکترون ولت انرژی دارند. بهر حال از این منطقه می گذریم چه برای یافتن خلاء مطلق هر چه از اجرام سماوی بزرگ دورتر بهتر. صدها هزار کیلومتر از زمین دور شده ایم اما اینجا هم بعکس

محاسبه می شود:

$$P = \frac{H^2}{8 \times \pi}$$

در این فرمول P میزان فشار درونی و H شدت حوزه مغناطیسی است. نتیجه فشار مزبور ایجاد انرژی است. در واحد حجم انرژی مزبور برابر است با

$$\varepsilon = \frac{H^2}{8 \times \pi}$$

تصور ذهنی خلاء مطلق نیست بلکه مثل خلاء توریچلی خلائی است نسبی.

ابزارهای علمی ثابت می کنند که فضای بین سیارات را گاز رقیقی انباشته است و در هر يك سانتیمتر مکعب آن بیش از یکصد مولکول مادی یافت می شود. بنابراین اگر آنجا را خلاء بدانیم خطاست.

اگر در فاصله یاد شده هیچ مولکول مادی یافت نمی شد می توانستیم آنجا را خلاء مطلق بنامیم؛ البته خیر؛ زیرا چگونه می توان از خلاء مطلق صحبت کرد در حالیکه در آن نقطه مفروض اشعه خورشید و ستارگان وجود دارند گرچه بعد مسافت از شدت اشعه مزبور میبکاهد، لذا فلوی اشعه مرئی (Flux) اشعه ایکس، اشعه مادون قرمز، اشعه مافوق بنفش و نیز فلوی مناطق مختلف طیف الکترومغناطیسی که همه مادی هستند در آن محل موجوداند. همه اینها مثل فتون نور که دسته دسته ساطع می گردد و هر ذره فتون سرعت و انرژی دارد، قابل ملاحظه و اندازه گیری می باشند (ملاحظه و سنجش توسط

اما در همین واحد حجم مادی انرژی حوزه الکترومغناطیسی از فرمول -
مقابل بدست می آید

$$\epsilon = \frac{E^2 + H^2}{8 \times \pi}$$

در این فرمول E عبارت است از شدت حوزه الکتریکی و سایر عناصر فرمول همانست که در بالا شرح داده شد.

ذرات ابتدائی چه در فضا و چه در محیط آزمایشگاهها سرعتی سرسام آور بدست می آورند گاهی حرکت آنها بحدی سریع است که نزدیک سرعت سیر نور می باشد.

دستگاههای علمی وفنی). باین ترتیب می توان گفت فضا لاینقطع و از جمیع جهات معبرپایان ناپذیر فلووی ذرات حاوی انرژی است درچنین اوضاع واحوالی چگونه می توان صحبت از خلأ کرد.

البته تنها این ذرات نیستند که فضا را انباشته اند، حوزه فوق العاده نیرومند جاذبه رشته های نامرئی بین اجرام سماوی برقرار می کنند. در فصول بعد این کتاب بسیار از این نیروی اسرار آمیز سخن خواهیم راند ولی فعلاً بهمین عبارات بسنده می کنیم که «حوزه جاذبه در همه جا وجود دارد. ازکوچکترین ذره مادی تا عظیم ترین خورشیدها اسیر چنگال آنست. عبارت دیگر هر جرم مادی این نیرو را بر جرم دیگر اعمال می کند و آن را بطرف خود می کشد.»

سفینه کیهانی، ظاهراً در فضا بی حرکت مانده، البته این ظاهر امر است چه روی مداری بیضی شکل بدور خورشید می گردد و چون خود ما با سرعت موشک حرکت می کنیم بنظر ساکن می رسد.

موتورهای موشک ابتدا چنان سرعتی به دستگاه داده اند که از زنجیر جاذبه زمین رهائی یافته است. هر آینه اعمال اثر متقابل نیروی جاذبه زمین و خورشید و سایر سیارات در میان نمی بود سفینه ما بخط مستقیم بطرف بی نهایت پرواز می کرد، اما نیروی جاذبه عظیم خورشید مسیر حرکت سفینه را از خط مستقیم منحرف کرده و آنرا روی مدار بسته ای بدور خورشید بگردش در آورده است. خوشبختانه سفینه کیهانی ما که زائیده خیال است ذخیره بی پایان مواد سوختنی دارد لذا قادر است در هر لحظه دلخواه زنجیر جاذبه خورشید را نیز بگسلد و
براه خود ادامه دهد!

سخن از نیروی جاذبه خورشید بمیان آمد. این را می‌دانیم که نیروی مذکور جز با اعمال اثر دو جرم مادی بر یکدیگر تحقق نمی‌یابد. خلاء بمفهوم مطلق قادر به ایفای نقش واسطه در انتقال هیچ نیروئی نیست، بنابراین محیط بین سیارات پراز عنصری مادی است که آنرا جاذبه می‌نامیم.

ابزارهای دقیق سفینه در فضای بین سیارات با ذرات مادی مواجه می‌شوند که در تمام جهات پراکنده‌اند. صحبت از عنصر مادی درباره آنها قدری دشوار است چه هر يك از آنها که به تنهایی مورد تدقیق قرار گیرند هسته‌اتم عنصری است که در جدول طبقه‌بندی عناصر مندلیف (Mendeleèv) جای مخصوصی بخود دارند. خاصه در آنجا هسته هیدروژن و هلیوم فراوانست گرچه هسته اتمهای فلزات سنگین مثل آهن و نیکل نیز نادر نیستند ذرات مزبور با سرعتی برابر سرعت نور در حرکت‌اند و این همان چیزی است که اشعه کیهانی نامیده می‌شود این ذرات نیز در پر کردن فضای بین سیارات سهم بسزائی دارند.

گازهای بین سیارات، فلوی قوتونها، فلوی اشعه کیهانی که با سرعتی شگرف در حرکت‌اند حوزه نیروی جاذبه و حوزه‌های الکترومغناطیسی در فضای بین سیارات ملغمه‌ای ساخته‌اند آیا چنین محیطی را خلاء توان نامید؟

خیلی دورتر از زمین و خورشید مدارات نپتون و پلوتون قرار دارند که نیروی آنها دو سیاره گردش خود را در سینه تاریک فضا ادامه می‌دهند

موتورهای موشك تصویری ما نعره می‌کشند! زنجیر جاذبه

خورشید گسسته است ، این طشت زرین سرعت در نظرمان کوچک می شود . خوب ! حالا دیگر گوئی طلائی نیست بلکه همسان یکی از ستارگان درخشان آسمانست .

حالا بدنبال خلاء بگردیم . ابزارهای بسیار حساس سفینه را بکار بیندازیم ، آنچه این دستگاهها بما اطلاع میدهند بی پرو برگرد صحیح است .

– در آن محل نیز مولکولهای انواع گاز وجود دارد، البته تعداد مولکولها در هر سانتیمتر مکعب کمتر از آنست که در فضای بین سیارات دیدیم ولی تعداد الکترونهاى آزاد بسیار است .

– امواج الکترو مغناطیسی با طول موجهای بسیار مختلف هم میتوان یافت .

– فتونهای نور با ذخایر انرژی متفاوت (راجع به علت اختلاف انرژی فتون نورانی بعد صحبت خواهد شد) در آنجا به تاخت و تاز مشغول اند .

– من در چنان جائی فشار نیروی جاذبه ستارگان دور و هسته متراکم کهکشانش را نیز احساس می کنم .

– تشعشع بسیار نیرومند اشعه کیهانی که آنقدرها شدتش از شدت اشعه بین سیارات کمتر نیست بسادگی قابل تشخیص می باشد .

تا این مرحله نیازی به تقویت دستگاههای گیرنده و سنجش و کنشورهای مختلف سفینه برای استنباط ملاء مادی احساس نمیشود.

باز به سرعت سفینه می افزائیم و آنرا به پیش میرانیم، پیش میرانیم تا از کهکشانش خودمان که محل استقرار منظومه شمسی تا حاشیه آن سی هزار سال

نوری است خارج گردیم بدیهی است برای اینکه شعاعی نورانی که از اجرام منظومه شمسی ساطع می گردد از کهکشان خارج شود سی هزار سال نوری وقت لازم است. تنها موشکهای خیالی قادر به چنان پروازهایی هستند.

ما با چنان سفینه‌ای پرواز می‌کنیم و اکنون از خود کهکشان خارج گردیده و در فضای بین کهکشانها سرگردانیم. ابری نورانی باد و بازوی تاب‌خورده تصویر دور کهکشان ماست. بهر نقطه دیگر فضا که نگریسته شود همانند این ابر درخشان را میتوان دید. این ابرها خورشید نیستند بلکه هر کدام کهکشانی هستند که بعزت بعد مسافت درخششی ستاره مانند دارند.

ستاره تنها در فضای بیکران قادر است قاعدتاً ستارگان در کهکشانها متمرکز میگردند و ما از استفاضه از نور و گرمای مطبوع آنها در فضای بین کهکشانها محرومیم.

دستگاههای آزمایش را بکار انداخته روی حساسیت میزان می‌کنیم. گرچه حرکت عقربه‌ها مختصر و نزدیک به صفر است ولی در هر حال حرکتی در آنها هست و با همین ابزارها میتوان دریافت که در فضای یادشده عناصر زیر وجود دارند.

- اتم و یون عناصر و مواد مختلف.

- امواج الکترو مغناطیسی که از کهکشانهای دور می‌رسند.

- امواج کیهانی که از کهکشانهای دور ساطع میگردند.

- نیروی جاذبه اندک کهکشانها که بعزت دوری سنجش آنها دشوار

است ولی بهر حال وجود آن محقق است.

ممکن است ابزارهای آزمایش نیروهای دیگری را کشف کنند. جدیدترین مطالعات روی شکل کهکشانشان ثابت کرده است تنها نیروی جاذبه نمیتواند بیان کننده و مفسر شکل سازمانی آنها باشد. ستاره شناسان باروش فتوگرافی اثبات کرده اند که اکثر کهکشانشان بایک رشته خورشید که چون دانه های زنجیر دنبال هم قرار دارند بهم متصل اند. حتی گاهی با چشمان غیر مسلح میتوان بعضی از خورشیدهای مزبور را دید. در کهکشانهای نزدیک بهم ملاحظه می شود که هر یک دمی دارد که در جهت مخالف دم دیگری پیچ خورده مثلا اگر دم یکی در جهت عقربه های ساعت باشد دم دیگری خلاف جهت عقربه های ساعت است. در اینجا دیگر صحبت از جاذبه در میان نیست بهتر است آنرا نیروی دافعه بنامیم.

دانشمندان حین مطالعه ذرات ابتدائی و هسته اتم در یافته اند که نیروی مسلطه نیروی هسته ای است. در زمینه ذرات درشت نری یعنی مولکولها و کریستالها نیروی حوزه الکترو مغناطیسی مهمترین عامل بشمار میرود. باز در مقیاس اجسام بزرگتر نیروی جاذبه نقش اساسی بازی میکند و تحت اثر آنست که اقمار بدور سیارات و سیارات بدور ثوابت در گردش اند. کمیت جدید همیشه کیفیت جدید می آفریند. چرا نمی توانیم چنین اندیشه کنیم که در مقیاس و میزان اجرامی بعظمت کهکشانشان جهش کیفی صورت گرفته است. چرا نباید گمان کرد که در فضای بین کهکشانهای عناصر و عوامل و حوزه نیروهای دیگری وجود دارد که با ابزارهای اندازه گیری ماقابل سنجش نیستند.

از طرف دیگر چگونه میتوان کیفیت وجودی کهکشانهای دم دار را تفسیر کرد چه در آنها تقارن کروی مثل آنچه در حوزه نیروی ثقل و

جاذبه مطرح است وجود ندارد بلکه باید سخن از تقارن استوانه‌ای گفت (می‌دانیم که عقربه قطب نما همیشه دو قطب دارد) .

بهر حال ما در فضای بین کهکشانها نیز به خلأ مطلق دست نیافته‌ایم .

سفینه، این توسن بی آرام مارا به کجا میبرد؟ آیا آنچه را که می‌خواهیم یعنی خلأ مطلق را بالاخره در جایی خواهیم یافت؟
فی الحال نمی‌دانیم در کدام گوشهٔ عالم لایتناهی مکانی میتوان یافت که آنجا اثری از کهکشان نباشد. ساختمان عالم ناهمسان (Heterogène) است . اگر بطور قرار دادی يك جهت کیهان را این سوی عالم بنامیم خود بخود عالم سوی دیگری نیز خواهد داشت .

در این سوی عالم تعداد کهکشانها خیلی بیشتر از سوی دیگر آنست، اما هیچ نقطه از عالم نیست که در آن وجود ماده محقق نباشد . این امر دلیل دیگری هم دارد و آن اینست که نفس فضا شکل غیر متعینی از ماده است .

فضا نیست مگر وقتی با ماده رابطه دارد ، بدون ماده فضا کلمه‌ای خالی از مفهوم است .

با وجود این ماده اشکال گوناگونی دارد ، جامد ، مایع ، گاز و پلاسما که از آن جداگانه سخن خواهیم گفت و نیز حوزه‌های الکترو مغناطیسی ، جاذبه ، هسته‌ای و نیز اشعهٔ کیهانی که آمیزه‌ای از ماده و حوزه‌های نیرو می‌باشند. پس تنها این باقی میماند که اسرار ماده و نحوهٔ مبدل شدن صور آن و اشکال گوناگونش را دریابیم . البته تا اینجا بسیار دانستنی‌ها می‌دانیم .

درسیر و سفر با سفینه خیالی هرگز خلالتی نیافتیم پس باید باین سؤال پاسخ دهیم که عالم از چه چیز ساخته شده است؟ محتوای این فضای نامتناهی چیست؟

عناصر طبیعت

اگر از کوه نشینی سؤال شود که بنظر شما علامت مشخصه زمین چیست؟ خواهد گفت:

- کوهها؛ قلل پوشیده از ابر، رنگهای زنده و زیبای چمنزارهای کوهستانی، رطوبت دلپذیری که از سیلابهای خروشان در تاریکی شبهای مه گرفته برمیخیزد و چهره را نوازش میدهد.

- کوه نشین خواهد گفت: زمین صحرای بیکرانی است که با خط افق محدود می شود. ساقه های خشك گیاهانی که با باد می لرزند و نهرهای آرامی که با جریان آرام به رودخانه ها می ریزند.

برای کیهان نوردی که اهل کره زمین نباشد، هنگامیکه به زمین نزدیک می شود و گوی مدور مه گرفته را برای اولین بار ملاحظه می کند هیچکدام از سخنان کوه نشین مفهوم نمی باشد.

- این کیهان نورد به مرکز کنترل خود چنین خواهد گفت رویه سیاره ای که بآن نزدیک میشود قسمت اعظمش پوشیده از آبست. این ماده سیال تقریباً ۷۱٪ سطح کره را پوشانده و بزرگمت ۲۹٪ بقیه خشکی است. فضا نورد یاد شده بزرگمت متوجه کوه و صحرا خواهد شد.

خوب! حالا باید بگوئیم عالم از چه ساخته شده؟
 چونکه کوه نشین و بادیه گرد دنیا را از دریچه محدود دیدگاه
 خود مینگرند ما باید دچار خطای آنان نگردیم، لذا ضرورت وسعت
 نظر را هر چه بیشتر بگیریم و موضوع را بسیط تر بررسی کنیم.
 باید نخست بدانیم که آیا سایر سیارات منظومه شمسی،
 خود خورشید، ستارگان دور دست و حتی توده گردو گازهای کیهانی نیز
 از همین عناصر موجود در زمین ترکیب شده اند یا خیر؟! از دیرباز
 دانستن جواب این سؤال برای دانشمندان جاذبه خاصی داشته است.
 فی الحال که دانشمندان زمینی در هیچیک از کرات آسمانی
 «جز قمر زمین» پیاده نشده اند از دو طریق بدنبال پاسخ آن سؤال
 باید گشت. اولاً از طریق تجزیه شیمیائی سنگهای آسمانی که به زمین
 سقوط کرده اند، ثانیاً تجزیه طیفی ضعیف ترین اشعه نورانی که از دور
 دست بزمین میرسند توسط اسپکترسکپ (منظار الطیف).
 مطالعه از هر دو طریق بیک نتیجه میرسد: عالم مرکب از همان
 عناصری است که در زمین می بینیم فقط نسبت بین آنها در اطراف و
 اکناف عالم متفاوت است.

بخش اعظم اجرام ستارگان (خورشیدها) و همچنین توده های
 گردو گاز کیهانی هلیوم و هیدروژن است. در عالم وجوداتم این دو عنصر
 هزاران بار بیش از اتم سایر مواد است؛ باوجود این روی زمین مقدار
 هیدروژن قابل توجه نیست و هرچه هست بصورت ترکیب، خاصه بصورت
 آب دیده میشود. هلیوم در زمین از هیدروژن هم کمیاب تر است. این
 عنصر برای نخستین بار توسط اسپکترسکپ در خورشید کشف شد،

بعدها دانشمندان در زمین نیز وجود آنرا اثبات کردند. از این دو عنصر رکنی که بگذریم نسبت سایر عناصر تقریباً در زمین و ستارگان و سنگهای آسمانی یکی است. راست است که بعضی ستارگان از لحاظ ترکیب عنصری از عناصر نایاب ساخته شده‌اند مثلاً در طیف عده‌ای مقدار زیادی لیتیوم در دیگری باریوم و در گروهی مقادیر متناهی تیتان یا زیرکونیوم (Zirconium) ملاحظه مینمائیم ولی من حیث المجموع این ستارگان از نوادر اجرام سماوی هستند و حتی نسبت آنها به کلیه ستارگان موجود در عالم از يك درصد نیز کمتر است، لذا روی چنین نسبت اندکی نمیتوان قانون عمومی وضع کرد.

دو دانشمند امریکائی با اسم Suess و Urey منحنی نمایشی از فراوانی عناصر عالم (دیاگرام انتشار عناصر) ترسیم کرده‌اند که بسیار جالب است. نامبردگان روی محور افقی (محور طولها) کلیه عناصر شناخته شده عالم را بر حسب وزن اتمی به ترتیب مشخص کرده‌اند روی محور عمودی (محور عرضها) مقدار عنصر مورد نظر موجود در عالم منعکس است. منحنی بدست آمده جالب است. همانطور که توقع داریم هیدروژن و هلیوم ردیف اول را احراز کرده‌اند. دانشمندان مذکور برای اینکه شاخصی جهت مقایسه بدست دهند اتم سیلیسیوم را برگزیده‌اند باین ترتیب در طبیعت در برابر يك اتم سیلیسیوم چهل هزار اتم هیدروژن و قدری کمتر اتم هلیوم موجود است. بعد از هلیوم منحنی تقریباً بطور عمودی نزول میکند و بشدت پائین می‌آید. اتم سایر عناصر سبک مثل بریلیوم و بور و لیتیوم در طبیعت بسیار نادرند بطوریکه در برابر هر یکصد میلیون اتم هیدروژن فقط يك اتم

از هریک از عناصر ذکر شده میتوان یافت.

وفور عناصری مثل کربن، اکسیژن، نئون، منیزیوم و کالسیم در حدود وفور سیلیسیوم است لذا شاخه منحنی در حدود این عناصر سیر صعودی می‌پیماید ولی هرگز بحد هیدروژن نمی‌رسد یعنی از یک چهل هزارم وفور هیدروژن فراتر نمی‌رود.

در مورد عناصر سنگین تر مثل سکاندیوم (Scandium) تیتان و کرم و وانادیوم شاخه منحنی باز شدت نزول میکند یعنی مقدار مواد مزبور در طبیعت بسیار کم است.

در نقطه وزن اتمی آهن شاخه منحنی تا حد سیلیسیوم بالا میرود یعنی مقدار آهن در طبیعت تقریباً برابر با سیلیسیوم است. هر چه از وزن اتمی آهن دورتر شویم وفور عناصر کاهش مییابد یعنی عناصر بسیار سنگین در عالم فوق العاده کمیاب میباشند. در اواخر منحنی موادی قرار دارند که وفور آنها صدها هزار بار کمتر از آهن است.

این عناصر در کیهان بچه شکل وجود دارند؟ عبارت دیگر کیفیت وجودی این عناصر شیمیائی چگونه است و کیهان از چه چیز ساخته شده؟

.... در روی زمین ما، عناصر موجود در جدول مندلیف بصورت ترکیبات گوناگون ملاحظه میشوند. اجسام جامد همه بصورت ملغمه یا ترکیباند، خانه، میز، صندلی و حتی خود سیاره ما.

اجسام مایع ترکیبی یا ملغمه نیز روی کره خاکی ما فراوانست، آب رودخانه‌ها و دریاچه‌ها ترکیبات نفتی و اسانس‌ها و الکل و حتی خود

جیوه نمونه‌هایی از ماده سیال به حساب می‌آیند، لذا در امکان وجودی ماده بصورت مایع جای هیچ بحث و گفتگو نیست. وقتی حرارت از صد درجه سانتیگراد می‌گذرد آب می‌جوشد و بصورت بخار در می‌آید. هنگامیکه از صفر درجه تزلزل می‌کند منجمد می‌شود. حتی در حرارتهای بسیار زیر صفر خود جیوه در لوله میزان الحراره منعقد می‌شود و به صلابت و سختی آهن و طلا در می‌آید.

مواد جامد موجود در زمین از قبیل طلا، آهن، سنگ بازالیت (سنگ خارا) و سنگ گرانیت (سنگ سیاه) که قشر جامد زمین از آنها ساخته شده صور پایداری نیستند فی‌المثل وقتی حرارت در کوره ذوب آهن (کوره مارتین) اندکی از یک هزار و هفتصد درجه می‌گذرد آهن جامد چون مایعی جریان می‌یابد، هر آینه حرارت کوره را بیفزائیم پولاد چون آب به غلیان در آمده مبدل به گاز خواهد شد.

در نظر عموم حرارت پنجهزار درجه بالای صفر حرارتی خارق‌العاده است. در چنین درجه حرارتی هیچ يك از عناصری که می‌شناسم نه بصورت جامد خواهند ماند نه بصورت مایع بلکه همه چیز بخار خواهد شد. با وجود این در فضای بی انتها تقریباً در هر گوشه نقطه‌ای می‌توان یافت که حرارتش خیلی خیلی از پنجهزار درجه بیشتر باشد. از جمله حرارت سطح خورشید خودمان شش هزار درجه است. برای سنجش حرارت درون این گوی آتشین باید از میلیونها درجه بالای صفر صحبت کرد. حرارت سطحی بعضی ستارگان از دهها و صدها هزار درجه بیشتر است در چنان گرمائی دیگر عناصر شیمیائی بصورت جامد و مایع نخواهند داشت.

پس ماده بصورت گاز هم هست. بلی، هوایی که چون غلافی زمین را در بر گرفته مخلوطی از چندین نوع گاز است. دانشمندان علم شیمی بما آموخته اند هوایی که تنفس می کنیم آمیزه ای از مولکولهای گاز ازن، اکسیژن، هیدروژن و غیره است. هنگامی که حرارت افزوده گردد مولکولهای یاد شده بسادگی به اتم تجزیه می شوند.

در طبقات فوقانی جو نیز ترکیب شیمیائی هوا همانست که در سطح زمین دیدیم. البته رقیق تر است و درجه حرارتش نیز تفاوت دارد. مهمترین صفت هوا در ارتفاعات بالای جو اینست که عناصر در آنجا بصورت مولکول نبوده بلکه به یونهای مجزا تقسیم گردیده اند و هریون که حاصل تجزیه مولکول است حاوی مقداری بار الکتریکی است.

چند دقیقه پیش با سفینه رؤیائی خود در میان ستارگان سرگردان بودیم و ترکیب گازها را در آنجا بررسی می نمودیم و دیدیم که بر اطلاق در آنجا مولکول سالمی وجود ندارد بلکه هر چه هست یون، اتم یا ذرات ابتدائی باردار است و اکثراً ذرات مزبور بار الکتریکی مثبت دارند. باز در آنجا الکترونهای آزادی دیدیم که بمحض برخورد با یونها در آنها غرق می شوند.

اما در فضای بین کهکشانهاست که عناصر طبیعت را بصورت اتم و مولکول مشاهده می نمائیم

در مسافت دور و دراز خود دنبال خلاء مطلق می گشتیم بهمین دلیل حتی المقدور از توده های گرد و گاز کیهانی و ستارگان فروزان کنار کشیدیم. البته دانشمندان زمینی در کهکشان خودمان بیش از یکصد میلیارد خورشید بر شمرده اند و تازه جرم انبوه گرد و گاز بعلت غلظت و تراکم رادع نور

است لذا کثیری از ستارگان قابل رؤیت نیستند این توده عظیم مادی چقدر جرم دارد؟ دانشمندان بر حسب گرم رقیمی به توان چهل و پنج عرضه کرده اند؛ البته این بنفسه بر آوردی تقریبی است نه تحقیقی.

گازهای بین ستارگان بحدی رقیق است که خاصیت الاستیسیته گازها که روی زمین از صفات فوق العاده مهم آنهاست در محل مزبور در حدود صفر است. گاز بسیار رقیق بین ستارگان که یونیزه است محل تاخت و تاز انواع اشعه و حوزه هاست. شدت تشعشعات فوق العاده متغیر اند. تردید نداریم که گاز مزبور از قوانینی که می شناسیم تبعیت نمی کند بلکه مطیع قوانینی است که درك آنها بر ایمان فعلا آسان نیست.

در اندرون هر ستاره، ماده در اثر فشار عظیمی که از طبقات بالا بآن وارد میشود حرارتش بوضع سرسام آوری بالا می رود، باید صحبت از میلیونها درجه کرد ما فقط در سالهای اخیر توانسته ایم در آزمایشگاههای اتمی درامحات کوتاهی چنان حرارتی ایجاد نمائیم. لذا در ستارگان ماده نه بصورت جامد است نه مایع و نه گاز (صوری از ماده که قاعدتاً در زمین دیده میشود) بلکه صورت دیگری دارد که خیلی از آن با خبر نیستیم

اما طبق شواهد تجربی و اسپکتروسکوپیک ماده فضای بین ستارگان و ماده موجود در خود ستارگان صفات مشترکی دارند. این صفات مختص بصورت پلاسمائی ماده است که تازه به کشف آن نائل آمده ایم. مقداری از ماده موجود در زمین نیز هر گاه تحت تأثیر حرارتهای فوق العاده بالا قرار گیرد بصورت یونیزه در می آید که یونهای مزبور

حاوی بار مثبت و منفی اند. این ماده یونیزه را پلاسما می نامیم. در حرارت های بسیار زیاد فعل و انفعالات شیمیائی قطع می شود لذا مولکول اجسام مرکب وجود نخواهند داشت. در پلاسما نیز چنین است مضافاً که اتمها پوشش الکترونیك خود را از دست داده انخت می شوند.

توده های متراکم پلاسما خورشیدها را میسازند (توده های پلاسما را باید در مقیاس کیهانی در نظر آورد) و پلاسمای بسیار رقیق فضای کیهان را انباشته است. گازین سیارات و ستارگان نیز چیزی جز پلاسما نیست. این بجای خود ولی ماده بصورت جامد و مایع و گاز یعنی بحالاتی که در زمین می بینیم چه قدر است. جواب این سؤال فقط این عبارت است: «خیلی کم». ممکن است بعضی توده های گرد و گاز کیهانی در بطن کهکشان ما از ذرات جامد تشکیل شده باشند و نیز امکان دارد مقداری ماده باین صور مأنوس، بگرد خورشیدها منظومه های سیاره ای و اقمارى تشکیل دهند. البته این را به تحقیق می دانیم که سیاره های مهم منظومه شمسی خود توده گازی بیش نیستند. شاید بگرد خورشیدهای دور سیاره های می گردند که پوشش مایع و هسته ای جامد دارند بهر حال این از حدود امکان علمى و منطقى خارج نیست.

جرم سیارات نسبت به ثوابت و ثوابت و توده های گرد و گاز کیهانی نسبت به پلاسمائی که عالم را انباشته است عددی نزدیک صفر میباشد لهذا فضای نامتناهی بدون بحث و جدل از پلاسما پر شده و صورت مألوف ماده مثل آنچه در زمین هست جز بمقدار بسیار کم و پراکنده یافت نمى شود.

بعلاوه در عالم وجود ماده غیر از صورت پلازما صوری شناخته شده چون حوزه الکترو مغناطیسی و جاذبه بخود می گیرد از همه اینها گذشته در دنیای انمها نیروی هسته‌ای هم از اشکال دیگر ماده است . فضای بیکران برای حوزه‌های جاذبه و الکترو مغناطیس شفاف است اما شفافیت عالم برای نیروی مغناطیسی از نیروی الکتریکی بیشتر است لذا نفوذ نیروی مغناطیسی از نفوذ نیروی الکتریسیته افزونتر می باشد .

حوزه‌های یادشده اشکالی از ماده اند که حتی از پلازما کمتر مطالعه شده اند. حوزه‌ها را نه می توان دید نه صدایشان راشنید مثلاً اندامهای حواس ما قادر به دریافت بخش عظیمی از طیف الکترو مغناطیسی نمی باشند اشعه مرئی فقط گوشه بسیار کوچکی از این دریاست ، معذالک این دریا وجود دارد و اثرات وجودی آن بخوبی توسط وسایلی درک می شوند .

مثلاً کفیست يك عقربه آهن ربا را روی شیئی نوک تیزی قرار دهیم تا فوراً بگردد در آید و در امتداد خطوط نیروی حوزه قرار گیرد . حوزه جاذبه هم برای العین مشهود است چه هر جرم مادی جرم دیگر را بسوی خود میکشد ، برای درك نیروی هسته‌ای نیز کفیست بایك ضربه فیزیکی به اتم مشتئی ذرات ابتدائی تولید گردد. این ذرات را نیروی هسته‌ای بگردهم آورده و سازمان بخشیده است ، وقتی این نیرو را برداریم ذرات ابتدائی در فضا سرگردان خواهند شد .

بیان آنچه گفته ایم اینست :

در هر گوشه از عالم لایتنه‌ای که زیر پا گذاریم بین سیارات ، بین ستارگان و بین کهکشانشان را عناصر موجود در طبیعت که طبق

جدول مندلیف پیش بینی شده است آکنده اند ، اما بصورت ذرات ابتدائی آن عناصر هستند اتم و مولکول سالم کمتر دیده میشود . این عناصر به اشکال پروتون، نوترون، الکترون و غیره اند . . . مخلوط همین ذرات است که شکل نامانوسی از ماده پدید میآورد که آنرا پلاسما می نامیم . گاه گاه اینجا و آنجا در فضا توده های مادی بصوری که میشناسیم یعنی جامدومایع و گازی پیدا می شود اما این شکل ناپایداری از ماده است ، جز در شرایط بسیار خاص و بمدت کوتاهی نمی پاید.

فیلسوفان کهن مواد اساسی دنیائی را که آنها را در بر می گرفت عنصر و عناصر می نامیدند و چهار عنصر آب و باد و خاک و آتش را مطالعه میکردند و هر فیلسوف بزعم خود اساس عالم را یکی از این چهار میدانست و فلسفه خود را بر اساس آن پی ریزی می کرد.

اما امروز می توانیم بگوئیم که ماده در عالم به دو صورت اصلی وجود دارد یکی جوهر (Substance) دیگری حوزه (Champs) جوهر بنفسه چهار شکل شناخته شده دارد : جامد ، مایع ، گاز و پلاسما . حوزه سه نوع ملموس بخود می گیرد: الکترو مغناطیسی ، جاذبه و حوزه هسته ای.

چهار شکل جوهر و سه شکل حوزه جمعاً هفت شکل شناخته شده ماده: اینست هفت عنصری که بخش اعظم عالمی را که میشناسیم تشکیل می دهند و نام کتاب هم بهمین مناسبت جهان هفت عنصری است .

در چنگال ارباب نیرومند

اکنون می‌خواهیم با وسیله نقلیه خود سفری جسورانه آغاز کنیم و با سرعت از زمان درگذریم. البته قبل از همه چیز میدانیم که ساختن چنین وسیله‌ای غیر مقدور است. اما سفینه خیالی ما مثل سفاین فضا - پیماست تنها چیزی که اضافه دارد خیال است و بس.

اگر چنین چیزی مقدور شود سفینه ما را میلیارد ها سال به عقب خواهد برد، به زمان هیولا باز خواهد گرداند (به مفهوم فلسفی کلمه هیولا توجه شود) روزگار تکوین منظومه شمسی را پشت سر خواهیم گذارد. اگر باز به پیش برویم به عهد سرد شدن خورشید و توقف آهسته سیارات روی مداراتشان خواهیم رسید.

اما امروز ما از همه امکانات ماشین زمان نورد خود استفاده نخواهیم کرد و تمام ظرفیت آنرا بکار نخواهیم گرفت. فقط با سرعت بسیار کم به چندین هزار سال پیش خواهیم رفت، یعنی به زمان آغاز تمدنهای بشری. چه نیروهائی از طبیعت را برای نخستین بار آدمی به خدمت خود درآورد؟

.... خورشید در مسقط الرأس می درخشد. رودخانه عظیمی با آرامی در جریانست. در امتداد شاخه‌های فرعی رود مزارع وسیعی وجود دارد که بدقت کشت و آبیاری شده‌اند. دروای مزارع تا آنجا که چشم کار می‌کند صحرای سوزانست و ریگ روان. اینجا یکی از گهواره‌های انسانیت است. اینجا سرزمین مصر باستان است.

اکنون ناظر ساخته شدن بزرگترین هرم مصر یعنی هرم خنوپس

(Chèops) می‌باشیم. بیش از صد هزار آدمی دهها سال صرف بروی هم چیدن، دو میلیون و سیصد هزار قطعه سنگ عظیم کرده‌اند. هر يك از این سنگها از دو تن و نیم سنگینتر است. این سنگها را چنان برهم انباشته‌اند که حتی نازکترین تیغه چاقو به درز آنها فرو نمی‌رود. این بنای سترک مقبره سلطانی است که آرام در آن غنوده و قرون را بر آن اثری نیست.

چه ماشین‌های با نیروی شیطانی شگرف می‌بایست بکار رود تا چنان بنای عظیمی ساخته شود. اما سازندگان این بنا هیچ ماشین در اختیار نداشته‌اند فقط ابزارهای ابتدائی چون قیچی‌های مفرغی و آلات سنگتراشی و سنگبری قطعات عظیم سنگهای آهکی را به شکل مکعب بریده و با اسبابهای حکاکی شکل منظم هندسی به آنها بخشیده‌اند و آنگاه غلطک‌های چوبی و دهها رشته ریسمان محکم پشمی با نیروی بازوی صدها کارگر این تکه سنگهای وزین را تا ارتفاع بیش از یکصد متر بالا برده است.

فقط ماده بصورت جامد چنین مطیع و منقاد آدمی است. ماشین زمان نورد، پیش می‌رود عقب به زمان سنج دوهزار و پانصد سال پیش را نشان می‌دهد. این زمان تقریباً سر آغاز روزگار ماست. زیر چشم خود تولد و رشد بندر اسکندریه را ملاحظه می‌نمائیم. شهر متفکران عالیقدر، شهر کتابخانه‌های بزرگ، شهر دانشمندان شهیر

این که اکنون جلوه دیدگان ماست کتاب پنوماتیک (Pneumatique) مهندس مشهور اسکندریه یعنی هرون (Heron) است. در این کتاب شرح دستگاههای خودکار بسیار نبوغ آمیزی مندرج است. جای هیچ تردید نیست که هرون در تدوین کتاب پنوماتیک تجربیات دانشمندان

متقدم بر خود را وسیعاً مورد استفاده قرار داده است. احتمالاً در معابد مصری درهای جادویی احداث شده بوده است که هنگام برافروختن آتش در محراب خود بخود گشوده گردند یا دستگاه‌هایی در معابد تعبیه گردیده بوده که با انداختن سکه‌ای مشتی آب مقدس به خارج بریزند. تقریباً هزار سال قبل از هرون در چین چرخهای هیدرولیک از جنس خیزران اختراع کرده بودند که با نیروی آب جاری بگردش در می‌آمده است.

اما کتاب پنوماتیک هرون نخستین اثر مدونی است که از ماشین‌هایی صحبت می‌کند که با ماده غیر جامد کار می‌کنند یعنی مایع، بخار، گاز خلاصه ماده بصورت سیال. باین ترتیب از زمان هرون و حتی قبل از او ماده گازی شکل و مایع شکل را آدمی بخدمت گرفته است و به انقیاد درآورده.

باید اذعان کرد که مکانیسم‌های ظریف و محیلا نه هرون هرگز مورد مصرف بسیار نیافت چه بیشتر جنبه سرگرمی و بازی داشتند تا وسایلی که زندگی روزمره آدمی را آسان کنند به همین دلیل در بوته فراموشی قرار گرفتند از میان همه آنها فقط چرخ هیدرولیک مصرف عام یافت. در چرخ هیدرولیک چه مثل چرخ آسیاهای آبی با آب کار کند یا مثل آسیاهای بادی با نیروی باد، انرژی لازم جهت حرکت چرخ در اختیار آدمی نیستند بلکه نیروهای خارجی هستند که گاه گاه و بنا به مقتضیات چرخ را می‌گردانند جزو دستگاه به حساب نمی‌آیند بعد از سال ۱۶۵۰ که پاسکال موفق به کشف این راز شد که مایعات فشار را منتقل می‌کنند ماده سیال جزو ساختمان ماشین وارد

شد و براساس آن انواع ماشینهای اعمال فشار (پرس) و ابزارهای بالا-برنده بارهای سنگین پرداخته شد اما مصرف گاز و بخار در ماشینها پس از مکاشفه آهنگر انگلیسی بنام نیو کامن (Newcomen) پیش کسوت جیمزوات) متداول گردید.

... از اطاقك سفینه زمان پیما خارج می شویم و در خیابانهای یکی از شهرهای بزرگ عالم قدم می زنیم. در خیابان اتومبیلها و ترامواها در حرکت اند. مدخل متروی شهر با تابلوی نئون روشن است. در آسمان غرش هواپیمائی بگوش می رسد.

در کنار خیابان يك ردیف اتومبیل پارک کرده اند. این وسیله نقلیه تیپیک روزگار ماست. اکنون ملاحظه می شود که کدامیک از هفت عنصر عالم در اتومبیل به خدمت درآمده اند.

فلزات، کائوچو، پلاستیک، شیشه مواد جامد آن هستند. بنزین، روغن و آب نقش اساسی در حرکت ماشین دارند. روغن بهتر از مایعات دیگر می تواند نرمی حرکات بخشهای ماشین را تأمین کند لذا نقش اساسی در کار موتور دارد.

امروزه هر بچه مکتبی می داند پیستون درون سیلندر به کمک گاز در درجه حرارت بالا که بشدت واتنش می یابد بالا و پائین می رود این آدمی است که گاز محترق مورد نیاز را تأمین می کند، بدون وقفه درون سیلندر ابرهای کوچک و متناوبی از گاز تولید می گردد که جزو اساسی موتور است. ابر یاد شده در يك لحظه تولید می شود و آنگاه با لوله هگنز به خارج هدایت می گردد. نحوه تولید و مصرف و کار و خروج گاز نیز طبق طرح و محاسبه و پیش بینی مهندسين عملی میشود.

آیا در موتور اتومبیل از پلاسما استفاده نمی‌شود؟ چرا استفاده می‌شود. هر جرقه كوچك كه باعث احتراق مواد سوختنی است از جنس پلاسماست.

ملاحظه می‌شود كه در هر اتومبیل از چهار صورت ماده بهره‌برداری شده. جامد، مایع، گاز و پلاسما.

اینها همه بجای خود پس حوزه‌ها در اینجا چه نقشی ایفا می‌کنند؟ این را می‌دانیم كه كلید یا سویچ روی استارت سوار است. هنگامی كه اتومبیل خاموش است نخستین حرکت موتور با زدن استارت ایجاد می‌شود كه موتوری است الكتريكی.

بدون تردید هرون اهل اسکندریه با اندكی آموزش می‌توانست نحوه عمل كلاج روغنی و ترمز روغنی را دریابد و حتی اصول حرکت و كار موتور را بفهمد. اما یقیناً مكانیسی‌های قدیم قادر به فهم این نبودند كه چه نیروئی يك موتور برق را بحرکت دورانی وا می‌دارد.

هیچيك از قطعات فلزی ماشین و هیچيك از سیالهایی كه در آن بكار رفته و هیچ نوع گاز قادر به ایجاد الكتریسته القائی و بحرکت در آوردن این سیم‌پیچ عجیب نیست كه آن را استارت می‌نامیم. هرون اهل اسکندریه بدون تردید می‌دانست در طبیعت غیر از مواد موجود و مرئی نیروهائی وجود دارد اما کیفیت آنها را نمی‌دانست. امروزه به خوبی از بسیاری امور باخبریم، می‌دانیم وقتی كلید را در سویچ اتومبیل می‌گردانیم در موتور الكتريكی تداخل پیچیده‌ای از نیروهای الكترومغناطیسی بوجود می‌آید و همین نیروهاست كه موجب گردش الكتریسته القائی می‌شود.

نوری که از چراغهای اتومبیل بیرون میاید نیز جزو طیف وسیع حوزه الکترومغناطیسی است. این همان امواجی است که صدای موسیقی را از راه دور به آنتن گیرنده رادیوئی اتومبیل ما می رساند و باز همین حوزه است که موجب می شود صدا از بلندگوی الکترو دینامیک ما پخش شود.

حوزه الکترو مغناطیسی یکی از خادمان وفادار بشر شده است. اما هنوز شصت سال واندی از نخستین کار برد عملی حوزه الکترو مغناطیسی توسط Paul schilling می گذرد یعنی از نخستین مخابره تلگرافی از قصر زمستانی به مقر وزیر راه. البته مصرف آتش و نوری که از آن حاصل میشود به حساب نیامده چه نتیجه سوختن هر ماده باشد که با شعله ایجاد پلاسماست و هر نور در حوزه الکترو مغناطیسی قرار دارد و انسانهای اولیه از يك میلیون سال پیش تقریباً با آتش آشنا شده اند. اما حوزه جاذبه یا نیروی جاذبه طبق اصطلاحی که معمولاً بکار می بریم هنوز به خدمت گمارده نشده است،

از سوی دیگر در بسیاری از ماشین آلات، نیروی هسته ای یا حوزه هسته ای که به انسان تسلیم شده است مورد مصرف قرار نگرفته برای استفاده عملی از آن باید چشم به آینده دوخت.

بله آدمی به کلیه مواد جامد سلطه یافته است. آدمی موادی ساخته که در طبیعت وجود ندارد. آیا در طبیعت کریستال جامدی هست که مثل فنر ساعت خاصیت انقباض و انبساط داشته باشد؟ آیا کائوچوی آماده شده خاصیت الاستیسیته بیشتری نسبت به کائوچوی خام ندارد؟ آیا مواد پلاستیک یا سیلیکون خود بخود در طبیعت وجود دارند؟

ارباب نیرومند در طبیعت موفق شده رموز و اختصاصات عجیب ماده را بشناسد و آنها را به نفع خود بکار برد. دیرینیان ما حتی تصور وجود چنان خصائل را در ماده نمی کردند. به عنوان مثال کافیت به پرسیم آ یا پیشینیان می توانستند گمان کنند که امواج پیزوالکتریک (Piezo – Electrique) با تغییر ابعاد بار الکتریکی صحبت کنند یا آواز بخوانند؟

حتی از مخیله اجداد ما نمی گذشت که اگر لوله حاوی پودر سیلیسیوم خیلی خالص را در معرض تابش نور خورشید قرار دهند از آن اشعه نامرئی ساطع می شود.

آیا قدما از وجود رادیوم این فلز جادویی که از هیچ نور و حرارت می سازد و می پراکند مطلع بودند؟ الحق سلطه آدمی بر ماده جامد بحد خارق العاده رسیده است.

انسان توانسته از ماده سیال نیز سودها ببرد. پرس های هیدرولیک توربین های عظیم ترمز موتورها در اینجا نمی توان حتی فهرست وار کلیه ماشینها و مکانیسم هایی را بر شمرده که در آن نقش اساسی بعهده ماده سیال است.

آدمی موارد بسیاری جهت مصرف ماده گازی و بخاری شکل را نیز یافته است توربین های بخار ، ماشین تخلیه و کمپرس گازها، چکشها و پرسهای هوایی

در کلیه کارخانجات مدرن هر ماشین و مکانیسم کابل برق اختصاصی و لوله هوای فشرده مخصوص به خود دارد. هوایی که چون گردباد توسط پروانه به زیر بالهای هواپیما رانده می شود ، هوای فشرده در موتور-

های توربو جت و گازی که از لوله‌های خروجی موشکها به بیرون فوران می‌کند نیز از مواردی هستند که خدمت ماده گازی شکل را به انسان نشان می‌دهند .

نفس پلاسما در خدمت به بشریت چیست ؟

روشنائی سرد لامپهای لومینوسان (Luminoscent) جرقه - های موتورهای برقی، قوس الکتریک (Lampe à Arc) نیز از وسایلی هستند که با پلاسما تغذیه می‌شوند . البته انسان هنوز وسیعاً از این صورت ماده بهره برداری نکرده است چه هنوز اسرار پلاسما را بخوبی نشناخته‌ایم و کلیه قوانین حاکم بر آن را نمی‌دانیم. در آینده نزدیک انسان پلاسما را نیز در بست به اقیاد خود در خواهد آورد.

حوزه‌های نیرو (حوزه الکترو مغناطیسی و حوزه جاذبه) مشکل بزرگتری طرح می‌کنند چه درباره جاذبه که اصلاً چیز زیادی نمی‌دائیم و از مناطق بسیار وسیع طیف الکترومغناطیسی فقط قطعات محدودی بما خدمت می‌کنند.

حوزه هسته‌ای یا نیروی هسته‌ای هم هنوز آنقدرها رام نیست. البته پاره‌ای ابزارها مثل یخ شکن اتمی ، وسایلی که با میکرو دوز رادیوم به درخشش درمی‌آیند و سوزنهای کبالت رادیو آکتیو که در درمان تومور سرطانی مصرف می‌شوند از معدود ابزارهایی هستند که با نیروی هسته‌ای بکار افتاده‌اند. این خود سر آغاز خدمتگزاری حوزه هسته‌ای به بشریت است.

سه عنصر رام شده

جرم بصور جامد، مایع و گاز مطیع آدمی است و هرچه بیشتر درباره آنها مطالعه و غور نمائیم وجوه اشتراك بیشتری میان آنها پیدا می شود.

پس فرق اساسی بین این سه شکل ماده در چیست؟
ماده جامد شکل قطعی دارد و برای تغییر شکل دادن آن بایستی کوشش گران بکار برد. این نخستین نقطه افتراق جامد با مایع و گاز است.

ماده سیال حجم ثابت دارد ولی شکل پایدار ندارد لذا همیشه شکل ظرف را بخود می گیرد، در شرایط زمینی ما همیشه مایعات را به شکل ظرفشان ملاحظه می کنیم.

ماده گازی شکل نه شکل ثابت دارد نه حجم ثابت هر مقدار گاز در ظرفی ریخته شود شکل و حجم آنرا پر می کند.

بظاهر تفاوت هایی که برشمردیم بسیار است اما مواردی پیش می آید که اجسام یاد شده در شرایط خاص به شکلی که توقع داریم ملاحظه نمی شوند. مثلاً مرمر سنگ معدنی سر سخت و شکننده ایست اما هرگاه تحت چندین هزار اتمسفر فشار قرار گیرد مثل آب جاری خواهد شد. حتی آهن نیز در فشارهای زیاد بصورت سیال در می آید.

دانشمندان دلیل چنین کیفیت اسرار آمیز را یافته اند و ثابت کرده اند تحت فشارهای زیاد نیروئی که موجب نقل و انتقال اتمها می شوند از نیروئی که اتمها را در شبکه کریستال هر جسم جامد

نگهداری می‌کند تجاوز می‌نماید. ارتباطات داخل هر کریستال که جنبه الکترواستاتیکی دارند نابود می‌گردند آنگاه اتمها هر يك از دیگری مستقل شده و آزاد می‌گردند، این همان حالتی است که در اجسام گازی شکل نیز وجود دارد.

به‌عکس با ایجاد فشار زیاد در درجات حرارت نسبتاً پائین می‌توان بین اتمهای آزاد گاز نیروی اتصال الکترواستاتیکی القا کرد و گاز را بصورت نوده جامدی درآورد.

آیا هرگز جهش پرفشار آب را از لوله اتومبیل آتش‌نشانی دیده‌اید که چون ستونی نقره‌ای چند ده متر بالا می‌رود بدون اینکه به اطراف پخش شود. سعی کنید با نیروی هرچه تمامتر چوبدستی خود را به این ستون آب بکوبید. نه جهش آب قطع میشود و نه آب پراکنده می‌شود حاصل این ضربه اینست که چوبدستی خرد شود و فقط چند قطره آب از ستون جدا گردد انگار چوبدستی را بدستونی از فولاد کوبیده‌اید. با فشار همین ستون آب بی‌قابلیت است که رزمناوها صخره‌های سخت را خرد می‌کنند. نصب این دستگاه روی کشتی بسیار ساده است فقط يك پمپ الکتریکی لازم است که آب را با فشار داخل لوله قابل انعطافی کند و انتهای لوله مزبور مثل لوله‌های آتش‌نشانی با کلاهکی مخروطی که سوراخی دارد بسته شود. آنگاه پمپ آب را با فشار شش تا بیست اتمسفر به لوله داخل می‌کند. آب پرفشار از کلاهک مخروطی خارج می‌گردد و به سنگ می‌خورد درست مثل کاردی که به قالب پنیر فرو میرود دل سنگ خاره را می‌شکافد. قطر سوراخ مخروط یا قطر ستون آب پائزده الی بیست سانتیمتر است. این خاره

شکن هیدرولیک توسط کارگری ماهر صخره‌ها را خرد می‌کند ، اثر عمل این آب پرفشار که آنرا «آب سخت» هم می‌نامند تنها سنگ شکستن نیست بلکه کربن و مواد آهکی نیز تولید می‌کند .

البته نباید گمان برد که در يك اسباب ایجاد آب سخت مولکولهای مایع در سازمان جدیدی وارد می‌شوند و ارتباطات آنها به فرم ارتباط کسریستالهای اجسام جامد در می‌آید. آب در اینجا باز هم آب است و صورت سیال دارد تنها سرعت زیاد است که به آن چنان خصوصیاتی عجیب می‌بخشد. اگر در شرایط مخصوص مواد جامد و گاز وجوه اشتراکی دارند باز وجوه اشتراك مایع و گاز بیشتر است.

بنابراین مایعات و گازها اکثراً از قوانین واحدی تبعیت می‌کنند و بهمین دلیل است که مکانیسم‌پایی که مایع یا گاز مصرف می‌کنند ساختمانی بسیار شبیه بهم دارند. در بادی امر و نظر نخست هیچ وجه اشتراك بین زیر دریائی که به آب فرو می‌رود و بالن که به هوا بر می‌خیزد وجود ندارد ولی تعمق بیشتر نشان می‌دهد حرکت هر دو متکی به اصل ارشمیدس است: «هر جسمی که در ملاء سیالی فرو رود از زیر بطور عمودی بآن فشاری وارد می‌گردد که مقدارش برابر وزن سیالی است که هنگام فرو رفتن جابجا کرده است.» از این قانون بسادگی میتوان دریافت که اگر جسمی سبکتر از مایعی باشد که جابجا کرده به سطح مایع بر می‌گردد.

به این ترتیب است که زیر دریائیه‌ها به روی آب می‌آیند. یعنی انبارهای مصنوعی را که از آب انباشته‌اند تخلیه مینمایند و از هوا پر می‌سازند. بهمین سیاق بالن‌ها به سوی آسمان می‌روند و فرود می‌ایند .

وبالاخره زیر دریائیهای مخصوص تحقیقات علمی در زیر دریا که باتیسکاف (Bathyscaphe) نامیده می شوند از همین راه بالا وپائین میروند.

زیر دریائیهایی که تخصیص به تحقیقات علمی دارند بشکل اطاقك كروی پولادین ساخته شده اند که پنجره های از جنس کوارتز دارند. این پنجره ها در برابر فشارهای بسیار عظیم آب مقاومت دارند. اطاقك كروی یساده در جلدی شبیه زیر دریائی قرار می گیرد و باین ترتیب يك باتیسکاف درست میشود درون زیر دریائی از بنزین زیاد پر شده و در زیر آن قطعات بزرگ آهن توسط مغناطیس الکتریکی نیرومند متصل گردیده که تعادل و فرو رفتن در آب را تأمین می کنند.

بیان ریاضی

معادله برنولی (Bernoulli) : این معادله مبین حرکت دائم و غیر وابسته به زمان هر ماده سیال است، اساس معادله برنولی بر این اصل استوار است که مقدار مجموع انرژی برای هر بخش از سیال یکی است. بشرطی که انرژی گم شده در اثر اصطکاک داخلی و تبادل حرارتی در بخشهای مختلف سیال در نظر گرفته نشود. انرژی از شکلی به شکل دیگر درمی آید اما حاصل جمع کلی آن یکی است.

هرگاه گازی در لوله ای جابجا شود انرژی به چه صورت درمی آید؟ در درجه اول بصورت انرژی حرکتی یا انرژی سینتیک که آنرا با حرف E_c برای واحد جرم مشخص می کنیم .

$$E_c = \frac{U^2}{2}$$

در فرمول U سرعت حرکت است.

در درجه دوم بصورت انرژی پتانسیل. اگر گاز تحت فشار باشد و یکمرتبه واکنش پیدا کند می تواند کار انجام دهد. این فرم انرژی را برای هر

وقتی این زیر دریائی داخل آب گردید به علت سنگینی وزنه‌های آهنی بسوی اعماق اقیانوس می‌رود. در جریلان يك رکوردگیری یکی از این نوع زیردریائیه‌ها تا اعماق ۱۰۹۱۹ متری فرو رفت. چه وجه اشتراکی میتوان بین يك کشتی تجارنی بزرگ و يك هواپیما یافت؟ پروانه هردو یکسان می‌چرخند سکان‌کشتی و فرمان‌طیاره هم‌طورز کار واحدی دارند. تفاوت ظاهری آنها در اینست که کشتی بال ندارد. با همه اینها به تازگی شاهد تولد کشتیهایی بالدار هم شده‌ایم. وقتی کشتی در لنگرگاه است با سایر کشتیه‌ها هیچ تفاوت ندارد موقع حرکت بدنه کشتی کم‌کم بالا می‌آید و دو بال کوچک در دو طرف آن ظاهر می‌گردد.

واحد جرم‌گاز با فرمول مقابل محاسبه می‌کنیم:

$$E_p = \frac{K}{K-1} \times \frac{P}{P'}$$

در فرمول مزبور P عبارت از فشار P' وزن مخصوص ماده و $K = \frac{C_p}{C_v}$ عبارت

است از حرارت اختصاصی ضرب در فشار، تقسیم به حرارت اختصاصی ضربدر

حجم ثابت. عدد K برای هوا $K = \frac{7}{5}$ است. در درجه سوم يك سیال همیشه

مقداری انرژی پتانسیل مربوط به نیروی ثقل دارد.

وقتی گاز در لوله جابجا می‌شود و بطرف بالا می‌رود در هر نقطه انرژی

پتانسیل مربوط به نیروی ثقل بیشتری خواهد داشت. انرژی پتانسیل گاز را

برای هر گرم با فرمول مقابل تعیین می‌کنیم.

$$E_r = gh$$

در اینجا h ارتفاع و g عدد ثابت 9.8 m/s^2 یعنی سرعت ثقل بر سطح زمین است.

در موقع جابجا شدن در آب بالهای کشتی همان نقش را ایفا می کنند که بالهای هواپیما هنگام صعود دارند. این نقش در کشتی عبارت می شود از کنده شدن بدنه کشتی از آب و کاهش نیروی اصطکاک کشتی و آب که بدون تردید هر چه سرعت کشتی زیاد شود نیروی مزبور نیز افزوده می گردد.

امروزه اساسی ترین ماشینهای مولد انرژی عبارتند از انواع توربین؛ توربینهای آبی، توربینهای بخاری و گازی. در نظر نخست بهیچوجه بهم شبیه نیستند چه اگر مقطع توربین آبی و بخاری را مقایسه نمائیم هیچ ترکیب مشابه دیده نمی شود. اما در حقیقت نحوه عمل در یچه توربین که بخش اصلی دریافت نیروی محرکه است در توربین آبی و بخاری یکی است فقط در یچه را در توربین گازی طوری درست کرده اند که با بخار کار کند یعنی با ماده ای که پیوسته در حال اتساع است.

معادله برنولی ثابت می کند که حاصل جمع این سه فرم انرژی ارزش ثابت برای فلوی معینی از گاز دارد. این مطلب را می توان باین شکل نوشت:

$$E_c + E_p + E_r = \text{مقداری ثابت}$$

برای هر واحد جرم این فرمول را می توان چنین نوشت:

$$\frac{U^2}{2} + \frac{K}{K-1} \times \frac{P}{P'} + gh = \text{مقداری ثابت}$$

از مطالعه این فرمول فوراً می توان چنین استنباط کرد:

اگر در لوله ای که در نقاط مختلف قطرش کم و زیاد می شود گازی در حرکت باشد چون جرم گاز مقدار ثابتی است $P'Uf$ نیز مقدار ثابتی خواهد بود (در اینجا f قطر مقطع داخلی لوله فرض شده) هرگاه حرکت گاز بدون

این را می‌دانیم که در اکثر محاسبات که توسط مهندسین و دانشمندان صورت می‌گیرد مسئله هوای فشرده که بصورت مایع خیلی سبکی در می‌آید بعلت ناچیز بودن وزن منظور نمیشود.

آیا مختصات پلاسماهم مثل ماده جامد و گاز است؟ درحقیقت با کدامیک شباهت دارد.

تغییرات حرارتی (نه افزایش نه کاهش حرارت گاز) صورت بگیرد نسبت زیر صادق است $\frac{P}{P_a} = \left(\frac{P'}{P_a} \right)^k$ دراین نسبت فقط فشار و وزن مخصوص وجود دارد. دراین فرمول مقدار ابتدائی فشار را با P_a و مقدار اولیه وزن مخصوص را با P'_a نشان میدهند باز یادآور می‌شویم وقتی روابط فوق صحیح است که درجه حرارت تغییر نکند. با داشتن معادلات فوق احتساب سرعت سیر صوت

(a) در هر محیط گازی شکل آسان است. یعنی:

$$a^2 = \frac{KP}{P'}$$

اگر حرکت سیال افقی صورت گیرد h مقدار ثابتی خواهد بود و معادله

$$U^2 = -\frac{2}{K-1}(\alpha_0^2 - a^2) \quad \text{بصورت بسیار ساده مقابل در می‌آید:}$$

دراین معادله a_0 عبارت است از سرعت سیر صوت در گازی که در حال بی-حرکتی است.

حالا در نظر آوریم که فلوی گازی مثل هوا بدور بال هواپیما در گردش است. مسلم است رشته‌های هوایی که بالاتر بدور بال می‌گردند سرعت بیشتری نسبت به طبقات زیرین خود دارند چه می‌بایست در زمان واحدی مسیر بیشتری طی کنند تا مثل طبقات زیر خود به نقطه حرکت برسند. درملاء سیالی که بسرعت در حرکت است فشار کاهش می‌یابد لذا در طبقات بالای بال هواپیما هوای کم فشارتری موجود است تا در طبقات در تماس با بال. بدیهی است همین اختلاف

فشار عامل اصلی صعود هواپیما خواهد بود.

فرمول برنولی اشکال گوناگون دارد. مثلاً برای سیالهای قابل فشردن و سیالهای غیرقابل فشردن بدو صورت جدا درمی آید. برای سیالهای غیرقابل

$$\text{فشردن چنین می شود: } E_p = \frac{P}{K} \text{ و } K \rightarrow \infty$$

می توان با مقادیر فیزیکی مختلف اجزاء آنرا محاسبه کرد.

۲

پلازما

- چهارمین شکل ماده

- تخلیه در اثر افزایش فشار درونی

- سوخت ستارگان

چهارمین شکل ماده

در شرایط کره زمین چگونه می توان پلاسما تهیه کرد؟ هیچ چیز ساده تر از این نیست. کبریتی بردارید و روشن کنید، زبانه شعله می تواند از جنس پلاسما باشد؟ بلی، چه همانطور که گفته شد پلاسما مخلوطی از اتمهای یونیزه و الکترون آزاد و اتمهای سالم و حتی مولکولهای سالم است.

اما اگر قضیه را باین صورت طرح کنیم هوایی که تنفس می نمائیم نیز پلاسما میباشد، چه در شبهای گرم و دم کرده تابستان و در شبهای سرد و یخبندان زمستان خلاصه چه در قطب و چه در استوا همیشه و همه جا هوا مقداری اتمهای یونیزه دارد.

به همین دلیل باید همیشه در مباحثات خود در مورد پلاسما مشخص گردانیم که منظورمان از پلاسما چیست.

هوا یقیناً پلازما نیست . مختصات پلازما اساساً با ماده گازی شکل فرق دارد.

در پلازما اتمها حالت تحريك شده دارند . در يك محيط انباشته از پلازما لاينقطع تبادل الكترون و اتصال و انفصال يونها صورت می گیرد . دائم بعضی يونها الكترون بخود می گیرند و اتمهای ديگر آنرا از دست می دهند . اين پديده موجب رهایی فتون می گردد و پلازما از خود نور ساطع می نماید در حالیکه ماده گازی شکل خود بخود هرگز نورانی نیست .

يك لایه هوا عایق بسیار خوبی جهت الكتریسیته است یعنی مانع عبور جریان برق می شود از اين خاصیت در ساختمان خازن الكتریکی بهره برداری می شود، خازنهای مزبور در گیرنده های رادیوئی مورد مصرف فراوان دارند . اما برعکس پلازما هادی بسیار بسیار خوبی جهت الكتریسیته می باشد.

نباید گمان کرد که پلازما اجباراً بایستی حرارت فوق العاده ای داشته باشد . «نور سرد» از خصایص پلازماست . اگر در يك لوله لومینوسانت (Luminescent) گاز موجود را رقیق کنیم عبور برق ایجاد پلازما خواهد کرد و لامپ با نوری سرد و درخشان روشن خواهد شد . اگر با دست لوله را لمس کنیم مختصر گرمائی خواهد داشت اما حرکت حرارتی ذرات سرسام آور است؛ الكترونها در داخل لوله با سرعتی برابر سرعت حرکت حرارتی بیش از چند هزار درجه دررفت و آمد هستند؛ البته يونها بعلت سنگینی وزن و درشتی نسبی حجم با سرعت کمتری می روند و می آیند با وجود اين سرعت آنها هم نسبت به يونهای ديگر آنقدر هست

که در چندین هزار درجه چنان سرعتی حاصل میشود: پس چرا شیشه لامپ لو مینوسافت گرم نمیشود در حالیکه محتوی آن از چنان حرارت بالائی برخوردار است. دلیل آن روشن است؛ تراکم الکترونها و یونها درون لوله آنقدر کم است که تصادم آنها با جدار شیشه‌ای تولید انرژی حرارتی بسیار نخواهد کرد.

میزان حرارت هوا در طبقات فوقانی جو چنانکه در سالهای اخیر نیز توسط موشکها و اقمار مصنوعی سنجیده شده است پانصد تا هشتصد درجه بالای صفر است. اکثراً این سؤال پیش می‌آید که چگونه سفاین و موشکها بدون صدمه از میان توده‌های گاز مشتعل مزبور می‌گذرند. آیا پوشش آلومینیومی و منیزیومی سفینه در برابر حرارت مزبور مقاومت دارد و مسافرین کیهانی در حین عبور از آن منطقه در اطاقی آهنین کباب نخواهند شد؟

جواب منفی است چه در طبقات بالای جو گاز مشتعل آنقدر رقیق است که قادر به گرم کردن اجسام نمی‌باشد. حرارتی که سفاین و موشکها دریافت میکنند در منطقه مزبور از طریق تابش نور خورشید و زمین و ستارگان تأمین می‌شود.

حرارت شعله کبریت زیاد نیست، حرارت چراغ گاز از آن بیشتر می‌باشد. باز انفجار مواد سوختنی درون سیلندر و گاز پرفشاری که از لوله هگزرز موتورهای واکنشی خارج می‌گردد و بالاخره حرارت انفجار دینامیت از همه آنها افزونتر است. هر چه پلاسما خالص‌تر باشد یعنی یونیزاسیون گاز هر چه پیشرفته‌تر باشد حرارت حاصله بیشتر است.

حداکثر حرارت حاصله در واکنش‌های شیمیائی بین شش تاهفت هزار درجه است در این حالت ماده به پلاسمای خالص و واقعی مبدل می‌شود. در حرارتهای بیش از آن فصل جدیدی گشوده میشود که هنوز نمی‌دانیم ماده چه تغییر کیفی خواهد کرد. در آزمایشگاه فقط در لمحهای کوتاه از لحظه‌ای زود گذر قادر به ایجاد حرارتهای چنان بالائی می‌باشیم.

یکی از طرقی که می‌توان بوسیله آن حرارت زیاد تولید کرد روش زیر است: اگر از یک سیم راست و محکم کشیده شده که به دو قطب مثبت و منفی برق متصل است موج برقی با ولتاژ بسیار زیاد عبور دهیم سیم ناگهان بخار می‌شود و در همان لحظه اول که سیم بخار شده واکنش نیافته است چنانکه قبلاً نیز گفتیم هادی بسیار خوبی برای الکتریسته حساب می‌شود و عبور جریان و ولتاژ قوی حرارت را در برابر کوچک پلازما تاهشت هزار درجه بالا می‌برد که دو هزار درجه از حرارت سطح خورشید بیشتر است البته این حرارت فقط مدت کوتاهی پایدار است و جز بخشی از تائیه عمر نمی‌کند.

یکی دیگر از روشهای ایجاد حرارتهای بالا ایجاد تصادم بین امواج شوک است (Onde de choc - راجع به موج شوک در فصل انفجار به تفصیل صحبت خواهد شد) یعنی در لوله‌های مخصوص که حاوی گاز رقیق است تصادمی بین امواج شوک بوجود می‌آورند. موج شوکی که با سرعتی ده برابر سرعت صوت حرکت می‌کند می‌تواند گازی را که سه هزار درجه حرارت دارد جابجا نماید. هر چه سرعت بیشتر باشد حرارت حاصله بیشتر است. خلاصه دانشمندان از این طریق در لحظات

کوتاه توفیق یافته‌اند حرارتی بیش از بیست هزار درجه ایجاد نمایند. امکانات فنی و تکنیکی در تهیه پلاسمای گرمتر از چند ده هزار درجه بهمین محدود می‌شود که گفته شد. اما وضع پلازما در حرارت‌های چند صد هزار درجه روشن نیست و به مرحله تجربه نرسیده است. اخیراً دانشمندان شوروی برای زمانی بسیار بسیار کوتاه موفق به تولید حرارت چند میلیون درجه هم شده‌اند که در صفحات بعد مفصل‌تر از آن صحبت خواهد شد در اینجا بهمین قناعت می‌کنیم که بگوئیم حصول چنین پیروزی در دانش برپایه اندیشه دعو عضو فرهنگستان علوم اتحاد شوروی بنام‌های A. Sakharov و I. Tamm پی ریزی گردیده اما در ورای این حرارت دنیای ناشناخته‌ای قرار دارد.

حرارت‌های مطالعه نشده در طبیعت بسیار است. سطح ستارگان بین شش هزار تا بیست هزار درجه حرارت دارند (گاهی گرمای سطح خورشیدها از آنهم بیشتر است). انفجار هسته‌ای چند میلیون درجه حرارت تولید می‌کند، حرارت اقشار زیرین خورشید از چند میلیون هم می‌گذرد گاهی به ده میلیون بالغ می‌گردد. در ستارگان گرم که از دور با نور آبی می‌درخشند از چندین میلیارد فراتر می‌رود، تصور چنین درجات حرارت برای ما دشوار است. در چنین حرارت‌هاست که طبق محاسبه دانشمندان هسته‌عنصری چون آهن، نیکل و کبالب و روی و منیزیم و مس متولد می‌گردند. اما حدت و شدت حرارت در اعماق ستارگان بما امکان این را نمی‌دهد که وضع ماده را در آنجا بدانیم و مطالعه کنیم.

اکنون توجه بسیاری از دانشمندان به پلازما و خواص آن معطوف

است یعنی وضع ماده را در حرارت‌های دهها هزار تا دهها میلیون بررسی می‌کنند.

اکنون ببینیم چگونه دستگاهی برای گرفتن فورانی از پلازما می‌سازند یعنی بچه‌وسيله پلازما را صید و نگهداری می‌نمایند.

ابزار مزبور عبارت است از استوانه‌ای میان تهی با ابعاد کوچک. در يك سر استوانه ذغالی قرار دارد که در وسط آن سوراخ گردی تعبیه کرده‌اند. در انتهای دیگر استوانه يك الكترود ذغالی نصب شده، قطب مثبت برق را به الكترود ذغالی وصل می‌نمایند قطب منفی به انتهای سوراخ دار استوانه وصل می‌گردد. هنگامیکه برق از دستگاه عبور می‌کند درون لوله يك قوس الكتریکی ساخته می‌شود و از سوراخ ته استوانه ماده بصورت پلازما تا نیم متری فوران می‌کند. این اساس دستگاه مولد پلازما می‌باشد.

هنگامیکه در دو قطب دستگاه اختلاف پتانسیلی بوجود می‌آوریم، بین دو قطب حوزه الكتریکی بوجود می‌آید. الكترودهای آزادی که تصادفاً در لوله وجود دارند به سمت قطب مثبت هجوم می‌آورند، بدیهی است در حین هجوم الكترودها به سوی قطب مثبت تصادمهایی بین آنها و اتمها و مولکولها ایجاد می‌شود. ضربه الكترون به يك مولکول هوا موجب تجزیه آن به دو یون می‌شود، بعلاوه در اثر شدت ضربه چند الكترون دیگر نیز از مولکول رها می‌گردد؛ آنها هم به سهم خود به سوی قطب مثبت حمله می‌برند و بنوبه خود با اتمها و مولکولهای دیگر تصادم می‌نمایند.

هوای آرام قبل از حادثه درون لوله که از مولکولهای در حال

آرامش تشکیل شده است آهسته آهسته جابجا می شود و به پلاسما مبدل می گردد. جنبال و آشوب جهنمی الکترونیاست، سر بدرون مولکولها و یونها برده آنها را تجزیه می نماید. اما این آشوب و جنبال فقط ظاهری است چه می توان به سادگی متوجه شد که فلوی الکترون به سوی قطب مثبت و فلوی یونها با سرعت کمتر به سوی قطب منفی در حرکت اند.

تصادمات لحظه به لحظه افزایش می یابد. هر لحظه تعداد ذراتی که بهم تنه می زنند افزوده می گردد تدریجاً حرارت بالا می رود و پلاسما نور افشانی آغاز می کند. هنگامیکه درجه حرارت پلاسما نسبتاً زیاد است، چون سطح قطب مثبت ذرات باردار مثبت آزاد می کند آنوقت است که قوس الکتریک ظاهر می شود و حرارت شعله آن به چهار هزار درجه سانتیگراد می رسد.

بدون تردید جدار استوانه قادر به ایستادگی در برابر چنین حرارتی نیست لذا برای حراست جدار ظرف بدرون آن هوای سرد تزریق می کنند در این حال پلاسما چون رشته باریکی از میان هوای سرد می گذرد و یقیناً جریان برق از میان این رشته باریک بشدت عبور می کند و خود شدت جریان الکترونیسته موجب بالا رفتن حرارت پلاسما می گردد.

تنها عامل جمع و جور شدن رشته پلاسما هوای سرد نیست بلکه حوزه مغناطیسی مخصوصی نیز در آن مدخلیت دارد. این حوزه فاصله بفاصله مثل حلقه های لاستیک فامرئی بدور رشته پلاسما وجود دارد و منظره ظاهری آن را بند بند کرده است.

در چنین احوالی گازیونیزه مشتعل از سوراخ نه‌استوانه فوران می‌کند. نگریستن به این تیغه سفید و خیره کننده که چون شمشیر لمعان دارد دیدگان را آزرده می‌سازد. این تیغه يك مشت پلاسمای خالص است که در آن تقریباً هیچ اتم و مولکول غیر یونیزه موجود نیست و ساختمان آن تا حد زیادی به حوزه الکتریکی مولدش بستگی دارد.

آیا پلازما مورد مصرف عملی هم دارد یا تولید آن فقط يك فائز علمی است؟ بله موارد مصرف بسیار دارد. لبه تیز این شمشیر فوق‌العاده گرم و درخشان می‌تواند در استخراج فلزات، ساختمانهای فلزی و صنایع معدن و بسیاری امور بما خدمت کند. ورقه ضخیم فولاد را چنان می‌برد که گوئی کاردی را از آب جوش خارج کرده میان قالب کره فرو می‌بریم. سر سخت‌ترین صخره‌ها را سریعتر از هراالماس با آن می‌توان سفت و بیاری آن دیر گدازترین فلزات یعنی تنگستن را که تاکنون کسی بحال مایع ندیده می‌توان در يك آن بصورت مذاب در آورد. مورد مصرف وسیع تیغه پلازما در دستورالعمل آینده دور قرار ندارد، هم‌اکنون کوره‌های ذوب فلز که باکمک پلازما گرم می‌شوند در مؤسسه بایکوف (A. Baikov) بکار مشغول‌اند. این کوره‌ها بر اساس همان تشکیلات ساده که ذکر کردیم بنا شده‌اند و نیازمند به هیچ سازمان مکمل اختصاصی نیستند؛ باکمک تیغه‌های پلازما بخوبی کار می‌کنند و بازدهی عالی دارند.

يك فلوی مجزا از پلازما یعنی يك لحظه تابش این تیغه آتشین کافیهست تا ورقه فولاد آب دیده‌ای را که پانزده میلیمتر قطر دارد و با

جوش اکسیژن بزحمت بریده می شود براحتی بدو پاره کند . ضخامت محل برش از سه میلیمتر متجاوز نیست و لبه های برش فوق العاده نرم می باشند .

از سوی دیگر پلاسما قادر است ورقه های بسیار ظریف و نازک فولاد را بهم جوش دهد و کیفیت مکانیکی محل التصاق را خیلی بدشواری می توان از خود فلز تمیز داد.

این شعله قادر است فلزات را رنده کند. سطح مورد نظر را صاف نماید یا بر آن خطوطی ظریف حک کند که در همه جا لبه موازی و یکنواخت دارند.

از پلاسما می توان جهت ایجاد يك پوشش مادی به اجسام مختلف كمك گرفت. برای حصول این مقصود هم میتوان ماده پوشش دهنده را بصورت پودر پاشی با فوران گاز انجام داد هم می توان ماده پوشش دهنده را بصورت شمش در معرض پلاسما قرار داد تا آنرا بخار کرده با خود بروی جسم مورد نظر ببرد .

تیغه مافوق سوزان پلاسما هم اکنون دوشادوش سایر ابزارها مثل وسیله برش، مته، و حتی دستگاه های الکتروارزیون (Electro-erosion) بکار می رود. هر روز که می گذرد توجه دانشمندان به این چهارمین عنصر یا چهارمین صورت ماده افزایش می یابد.

در اواخر جنگ جهانی دوم يك دانشمند روسی به نام بابات (G.Babat) دست به تجربیاتی جهت ایجاد فوران حلقوی پلاسما زد. بعقیده این دانشمند بین يك فوران حلقوی پلاسما و آذرخش گلوله ای

شکل ارتباط وجود دارد^۱ تجربیات نامبرده با موفقیت همراه بود نامبرده بعد از جنگ تحقیقات خود را با اتفاق دانشمندان آمریکائی دنبال کرد.

امروزه دانشمندان موفق شده اند بیاری دستگاهی به بزرگی يك انگشتانه توده ای پلاسمای حلقوی تولید و رها سازند. دو قطب برق که به دوسوی این انگشتانه متصل است از جنس تیتان اشباع شده از هیدروژن ساخته شده.

هنگام عبور جریان برق يك قوس بین دو قطب پدید می آید و يك توده پلاسمای نیمه حلقوی از دستگاه خارج می گردد، بلافاصله شکل حلقه کامل بخود می گیرد و با سرعتی برابر دویست هزار کیلومتر در ثانیه حرکت می کند.

این حلقه پلازما که چنان سرعت حیرت انگیز دارد خواص عجیبی نیز از خود ظاهر می سازد. از جمله بسهولت تام از میان حوزه مغناطیسی می گذرد، انگار حوزه را بر آن اثری نیست.

کمتر اتفاق می افتد که دو گلوله پلاسمائی مزبور در یکدیگر ادغام شوند بلکه اکثراً هریک جدا از دیگری مثل توپهای لاستیکی جست و خیز می نمایند. اما هرگاه حلقه یا گلوله پلاسمائی خرد شود، ذرات

۱- آذرخش که در اثر تخلیه الکتریکی دو قطعه ابر با بار الکتریکی مختلف و پتانسیل زیاد در جو حاصل می شود می تواند صور گوناگون داشته باشد. شایع ترین اشکال آن همان نوع شاخه شکسته یا درخت واژگون است وی انواع نادر دیگری مثل لوله ای، حلقوی و گلوله شکل هم دارد: مترجم.

حاصله نابود نمی گردند بلکه بموجودیت خود ادامه داده میکوشند تا باز بهم متصل گردند.

اعمال اثر متقابل چندین حلقه پلازما اشکال جالبی دارد. مثل اعمال اثر متقابل کهکشانهای مارپیچ و کهکشانهای بشکل S. اما این حلقه های پلازما ثابت و ابدی نیستند، وقتی تجزیه شدند دوباره موجودیت بخشیدن به آنها از لحاظ تجربی امری دشوار است.

آنچه باید بطور قطع و یقین بدانیم اینست که پلاسمائی که در آزمایشگاه تولید و بررسی می شود و در ذهن به تجسم درمیاید خیلی با پلاسمای حاصله در چند میلیون درجه حرارت فرق دارد؛ همچون آذرخش که پلاسمائی است با حرارت در حدود يك میلیون درجه حرارت.

تخلیه در اثر افزایش فشار درونی:

- نخستین کلام در باره دانش، شکافتن جنبه مجهولات است ... با وسعت بخشیدن به این شکاف می توان به نتایج عالی رسید. این کلامی است که از دهان دانشمندان خارج می شود، دانشمندی که خود جنبه مجهول را میشکافند. جنبه مجهول چیزی خیالی نیست بلکه واقعی است عینی. اولین رشته های علوم جدیدالاکتشاف از آزمایشگاهها و مراکز تحقیق می گذرند و در مؤسسات تجربی مستقر می گردند.

هر دانشمند باید روح فداکاری و شجاعت مواجهه با مشکلات

سرباز را داشته باشد.

.... نواحی مرکزی قطبین زمین را در نظر آورید . سرمای توانفرسای نود درجه زیر صفر در آنجا حکومت می کند. باد سوزناکی می وزد ، درست در همین نقطه تسخیر ناپذیر اطاقك های پلاستیکی ایستگاه تحقیقات قطبی مستقر اند . سربازان روشنگر چهره دانش در حالیکه میان لباسهای مخصوص خود فرو رفته اند و این لباسها با جریان برق گرم می شود و ماسکی بصورت دارند برای بازدید دستگاههای علمی که در نقاط مختلف نصب کرده اند و همچنین برای جمع آوری اطلاعات لازم اطاقكهای پلاستیکی را ترك می کنند. اهمیت اخباری که برای بولتن های خبری درمورد يك تکه سنگ آسمانی مخابره می شود هرگز کمتر از اهمیت خبر عقب نشینی دشمن در جبهه جنگ نیست . در گوشه دیگر عالم گروهی محقق بگرد میزی جمع شده اند . نظافت حیرت انگیز لابراتوار مزبور آدمی را خیره می کند. روی میز گیلاسهای بلورین چیده شده که سر آنها را با چوب پنبه بسته اند درون این گیلاسها چیست؟ سرم ضد يك بیماری که تا آنروز غیر قابل درمان بود . سرم کلیه مراحل آزمایش را بطور قطعی با موفقیت پشت سر گذارده . اما آخرین آزمایش که پایان این مرحله تحقیق و جستجو و زحمت است باقی است! آزمایش روی انسان!

چه کسی اولین بیماری خواهد بود که با این سرم مداوا شود ؟ این يك قمار خطرناك است . احتمال مرگ آن شخص کم نیست . درست باین می ماند که گروهی سرباز در محاصره دشمن باشند و آتش نوبخانه خود را بروی خود باز کنند.

در علم نیز همه چیز ممکن است پیش آید. در برابر قلاع مستحکم دشمن بایستی از توپهای کالیبر بزرگ استفاده کرد. در برابر درّهای غیر قابل عبور طبیعت نیز مجبوریم گاهی از تلسکوپهای بزرگ یا میکروسکپهای مافوق حساس سود بجوئیم.

بسیار اتفاق می افتد که يك كشف علمی در رشته معینی بخدمت کلیه رشته های علمی درمی آید و طبیعت را با ضربه ای محکم پس می زند مثلاً کشف اتمهای مارکدار (مواد رادیو آکتیو) که توسط فیزیسین ها صورت گرفت، در زمین شناسی، معدن شناسی، گیاه شناسی، پزشکی و بسیاری موارد دیگر بکار رفت. درست همین وضع هنگامی که دانشمندان از پشت سريك درّ محکم طبیعت را محاصره می کنند پدید می آید.

این همان مانوری است که دانشمندان شوروی هنگام مطالعه پلاسما در حرارت های مافوق زیاد اعمال می نمایند.

دست یافتن به حرارت های زیاد همانقدر تدریجی صورت می گیرد که درجه به درجه بسوی صفر مطلق نزول می کنیم. تا تولید چند هزار درجه حرارت اشکالی در پیش نیست. چند ده هزار و بعد صد هزار درجه و آنگاه نوبت تولید چند میلیون درجه حرارت است. قبلاً اشاره شد اندیشه و راه تولید حرارت چند میلیون درجه توسط ساخارف و تام پیشنهاد شد و نامبردگان موفق شدند طرحی نیز برای ظرف نگهداری پلاسمای با چند میلیون درجه حرارت ارائه دهند.

آب را می توان در يك بطری، در يك چلیك چوبی یا يك سطل حلبی نگهداشت اما نگهداری کردن آب در ظرفی از کریستال نمک (نمک ترکی) به ذهن متواتر نخواهد شد چه آب تدریجاً دیواره های

ظرف را در خود حل کرده از آن به بیرون راه خواهد یافت.

برای نگهداری مایعات از ظروف ساخته شده از جنس های مختلف استفاده می کنند مثلاً اسید فلورئیدر یک بایستی در بشکه ای از طلای سفید ذخیره شود چه اسید مزبور شیشه و آهن و سایر فلزات را رامی خورد، برعکس هیدروژن مایع را نمی توان در پلاتین نگهداری کرد چه به فلز نفوذ کرده و در حرارت مختصری بالاتر از معمول از آن فرار می کند لذا پلاتین برای هیدروژن مایع مثل پنجره سیمی است. چدن مذاب را درون بشکه هایی می ریزند که درونش آجر پخته را با طرز خاص چیده اند تا حرارت را منعکس نماید.

اما پلاسمای با حرارت چندین هزار و چند میلیون درجه را در چه ظرفی باید ریخت؟ ابر پلاسمائی کوچکی که از تبخیر سیم فلزی بعلت عبور ناگهانی برق با ولتاژ زیاد حاصل می شود در یک چشم بهم زدن ناپدید می گردد، هیچ ظرفی قادر به نگهداری آن نیست. دشواری کار برای پلاسمای چند میلیون درجه ای باز بیشتر از آنست، هیچ عنصر شیمیائی و آلیاژی نداریم که در برابر چنان حرارت استقامت داشته باشد. مشکل دیگر اینست که نمی توان چنان پلاسمای گرمی را با ماده سردتری مواجه کرد بعبارت دیگر آنرا به ماده سردتر تزریق نمود چه فی الفور پلاسما سرد می شود و دیگر پلاسما نیست، خاصیت هدایت حرارت در پلاسما چندین میلیون برابر بهترین هادی های حرارتی است.

برای مثال سیمی مجسم کنید که بفاصله صد کیلومتر دستگاه تلفن دو دوست را بهم متصل کرده است. فرض کنیم قابلیت هدایت

حرارت در این سیم با اندازه پلاسماست اگر یکسر سیم آتش بگیرد بلافاصله خانه‌ای که صد کیلومتر دورتر قرار دارد دستخوش حریق خواهد شد چه فوری این سر سیم نیز همان حرارت اتمهای مشتعل را خواهد داشت البته شعله نیم ساعت بعد از طریق سیم به محل حریق خواهد رسید اما حرارتش آنی رسیده است. بدیهی است در این مثال تخیلی ما حرارت از دست رفته در محیط اطراف سیم را حساب نکرده‌ایم.

بنابر این جدارهای ظرف پلاسما با چنان قابلیت هدایت حرارتی نمی‌تواند عنصر شیمیایی باشد. بهمین جهت دانشمندان شوروی بفکر ساختن ظرفی از «حوزه نیرو» افتادند. عبارت ساده تر ظرفی با دیوارهای حوزه مغناطیسی. در اواخر سال ۱۹۵۰ چنین تسوفیقی دست داد.

درون لوله‌ای با جدارهای بسیار ضخیم اندکی گاز دوتریوم (Deuterium) که رادیو ایزوتوپ هیدروژن است وارد می‌کنند. حتماً گاز بایستی بسیار رقیق باشد. هسته هیدروژن فقط از یک پروتون ساخته شده اما هسته دوتریوم مرکب از یک نوترون و یک پروتون است.

دو سر لوله فوق‌الذکر را به قطبین مثبت و منفی متصل می‌نمایند. در باطریهای خازنی مخصوص قبلاً مقادیر معتدله‌ای الکتریسیته القائی ذخیره شده است. در یک لحظه کلید زده می‌شود و در لوله تخلیه شدید الکتریکی ایجاد می‌گردد. جریانی بشدت چند میلیون آمپر از داخل لوله می‌گذرد در واقع آبشار نیاگارا الکتریکی در لوله سرانیز شده. توانائی و نیرومندی این جریان فقط در اولین لحظه استقرار بیش از

نیروی بزرگترین مرکز برق آبی جهان یعنی مرکز برق آبی لنین بر روی رودخانه ولگا است.

در این حال در دو تریوم چه می گذرد؟ حوزه شدید الکترومغناطیسی سلطه خود را بر لوله و محتویات آن گسترده است. دو تریوم با مکانیسمی که قبلاً شرح دادیم مبدل به پلازما می گردد. ذرات باردار پلازما تحت تأثیر حوزه الکترومغناطیسی به وسط لوله رانده می شوند و یک طناب باریک می سازند. این همان چیزی است که دانشمندان انتظار آن را می کشند.

ذرات باردار قادر به استخلاص از حوزه الکترومغناطیسی نمی باشند، بر عکس در اثر شدت حوزه سرعت هجوم ذرات به سمت مرکز لوله افزوده می گردد و فشار داخل پلازما چند میلیون بار بالا می رود.

این را می دانیم که با افزایش فشار بر گازها حرارت آنها بالا می رود. اگر بخواهیم گازی بشدت گرم شود کافیهست آنرا در لوله ای ریخته سر لوله را با پیستونی مسدود کنیم. هرگاه پیستون بحرکت درآید گاز فشرده بشدت گرم خواهد شد. در اینجا گرمی حاصل از اصطکاک سیلندر و پیستون نیست بلکه حاصل فشار بر گاز است.

پلازما هم از این قانون تبعیت می کند. با افزایش فشار در طناب پلازما می توان حرارت آنرا چند میلیون درجه بالا برد.

بدبختانه این پدیده دوامی اندک دارد و جز بخشی از ثانیه نمی پاید. چه طناب پلازما در اثر فشار داخلی شروع به اتساع می نماید. در اثر اینرسی این اتساع از نقطه تعادل بین فشار درونی پلازما و نیروی فشار

جدار مغناطیسی درمی‌گذرد. آنگاه ابرمتسع پلاسما که هنگام وائش سرد شده بازفشرده می‌شود و بصورت طناب باریک اولی درمی‌آید، این نبضان پیوسته تکرار می‌شود.

پلاسمای مذکور با پلاسمای سرد تفاوت بسیار دارد. البته یادآور می‌شویم منظور از پلاسمای سرد پلاسمائی است که چند ده هزار درجه بیشتر گرم نیست، این پلاسما بی‌رنگ و شفاف می‌باشد درخشش خیره کننده ندارد. اما پلاسمای گرم روشنائی کورکننده دارد و هنگامیکه طناب پلاسمائی بعد اکثر فشردگی می‌رسد دسته‌های ابر نوترون و امواج اشعه ایکس از آن ساطع می‌گردد در حالی که پلاسمای سرد چنین خاصیتی ندارد.

محققین هنگام مطالعه روی طناب پلاسمائی پدیده جالب دیگری نیز کشف کرده‌اند که در پلاسمای سرد ملاحظه نمی‌شود. این پدیده عبارت است از عریض شدن فاق‌های طیفی دو تریوم در اسپکترسکپ. این گسترش فاق در طیف جذبی بعدی است که فوراً نظر بیننده را بخود جلب می‌کند.

آیا با روش فوق می‌توان حرارتهای باز هم بیشتری در پلاسما تولید کرد؟ یعنی با افزایش شدت تخلیه الکتریکی حرارت پلاسما را بالاتر برد. . . بلی اما باید دانست تفرقه و فقدان انرژی بصورت تشعشع چنان زیاد خواهد شد که از افزایش حرارت درخواهد گذشت، دیواره‌های ظرف مغناطیسی که تا این لحظه برای نوترون‌ها غیر قابل عبور بود شفاف می‌شود از سوی دیگر نفوذ پذیری این جدار مغناطیسی برای اشعه مرئی، اشعه ایکس و اشعه رادیو الکتریک افزوده می‌گردد،

بنا بر این فرار نو ترو نهائی که تا آن وقت در زندان بودند و گریزانرزی بصورت شعشی حرارت پلاسما را پائین می آورد.

حد اکثر حرارتی که تاکنون دانشمندان شوروی بدان دست یافته اند عبارت دیگر گرمترین پلاسمائی که تا امروز تهیه گردیده چهل میلیون درجه سانتیگراد حرارت داشته است.

سوخت ستارگان

از دهها سال پیش دانشمندان ذخیره احتمالی نفت و روغن مدفون در بطن زمین را تخمین زده اند و از آن روز تاکنون منحنی استخراج این مواد مرتباً سیر صعودی دارد.

نخستین چاههای نفت که حفر شدند چند سال بیشتر محصول نمی دادند، اما امروزه با بکار بستن روشهای نوین یعنی تزریق بخار آب بسیار گرم در چاه یا با گرم کردن آبهای زیرزمینی توسط جریان برق تا آخرین قطره های نفت موجود در هر معدن استخراج می گردد، اما آدمی چنین توفیقی را آسان بدست نیاورده است. اگر سوخت ذخیره در لکوموتیوها، کشتی ها و هواپیماها تمام شود از حرکت باز خواهند ماند.

یقین است که مخازن مواد نفتی روزی پایان خواهند رسید. انسان که امروزه موادی را استخراج و مصرف می کند که آسان تر از معدن بیرون کشیده می شوند و ارزش انرژی بخشی آنها بیشتر است روزی مجبور خواهد شد از موادی استفاده نماید که استخراج آنها

دشوارتر و ارزش سوختی آنها کمتر است. اما اینها هم سرانجام تمام خواهند شد. بكمك آب معادن نفت پاك تخليه خواهند گردید. روزگاری فرا خواهد رسید که مقادیر اندك مواد نفتی در ردیف فسیل‌های ماموت و ماستودونت بعنوان شواهد و مدارك تاریخی در موزه‌های علوم طبیعی قرار خواهند گرفت. در این روز ماشین‌های بخار و ژنراتور توربین‌های بخاری از حرکت باز می‌مانند؟ هنوز خیر چه مواد سوختی کم ارزش‌تر و نامرغوب‌تر مثل شیسست (Schiste) و ذغال تورب در زمین باقی است در آن عهد هر چه ارزش سوختی دارد در کوره‌ها سرازیر خواهد شد. اما سرانجام اینها هم خاتمه می‌یابند پس زمین بصورت يك کارخانه انرژیك عظیم و متروك و سرد درمی‌آید؟ زندگی و تمدنی که بر پایه انرژیك مواد سوختنی معدنی بنا شده خاموش خواهد شد؟

از روزگاری که برای نخستین بار آدمی با بینش محدود خود چنین پیش‌آگهی بدی را احساس کرد سالیان دراز می‌گذرد؛ بدلیل همین پیش‌آگهی قاعدتاً می‌بایست نبردی آشکار و پنهان برای تصاحب منابع نفت برآه بیفتد، چنین نیز شد. اما از آن ایام تا این ساعت هنوز هواپیماها در آسمان می‌غردند و ردیف روزافزون اتومبیلها در خیابانها در حرکت‌اند، کشتی‌های بارکش عظیم بارنگ سفید خود سینه نیلگون اقیانوسها را می‌شکافند.

مسئله هیجان انگیزتر اینست که گرچه مصرف مواد سوختنی قوی صعودی سریع دارد اما استخراج این مواد آنقدرها زیاد نشده است و وسعت اکتشاف خیلی خیلی سریع‌تر از میزان استخراج رشد می‌کند. پایان این دریای گوهر روز به روز نزدیک‌تر می‌شود و از هزاران

سال پیش بینی شده قبلی به چند صدسال نزول کرده. با وجود این باید گفت ذخیره مواد انرژی زای زمین بی پایان است. صحبت از اتمام معادن نفت فقط داستانی است که کودکان ساده دل را می ترساند. با آنچه در بالا گفته شد دوشوال پیش می آید که باید به هر کدام جداگانه پاسخ داده شود.

نخست آنکه باید اذعان کرد ذخایر مسود سوختنی در زمین بی نهایت نیستند و بر طبق تمام شواهد و موازین علمی اقیانوس نفت و گاز موجود در زمین در حال رشد نیست و برعکس انبار عظیم انرژی موجود در خورشید نفت و گاز زمین دیر یا زود به پایان خواهد رسید. دیگر آنکه قحطی مواد انرژی زا آدمی را تهدید نمی کند. مواد معدنی سوختنی جز در يك مرحله از تکامل جوامع بشری نقش اساسی بعنوان منبع اصلی انرژی بازی نکرده است. طی قرون و اعصار بسیار انسان بدون کشف و مصرف نفت به موجودیت خود ادامه داده و پیشرفت کرده است. در این تردید نداریم که در آئیه نزدیک نه نفت و نه ذغال هیچکدام مولد اصلی انرژی نخواهند بود و در آئیه قابل پیش بینی جای آنها را انرژی هسته ای خواهد گرفت.

چرا صحبت از انرژی هسته ای بسیار آوردیم و سخن از انرژی باد نگفتیم؛ نیروی حاصله از جزر و مد دریاها را از یاد بردیم، در طبقات زمین و در آبشار بی قرار اشعه خورشید و بسیاری از این قبیل منابع بسیار نیرومند انرژی وجود دارد که هنوز آدمی از آنها استفاده نکرده است، در آینده متخصصین انرژیك آنها را بر خواهند شمرد.

يك متر مربع از يك چرخ موتور بادی (Eolienne) اگر سرعت

باد بیش از دوازده متر در ثانیه باشد توانی برابر ۷/۶ کیلووات تولید می‌کند. یک موتور برق نیز که با انرژی خورشید کار می‌کند حداکثر حرارتی برابر یک کیلووات برای هر مترمربع ایجاد خواهد کرد. هر کیلو گرم روغن هنگام سوختن بین هفت تا هشت هزار کالری بزرگ تولید می‌نماید. کالری حاصله از همین قدر نفت یازده هزار کالری است.

اما یک کیلو اورانیوم یعنی سوخت هسته‌ای بیست و دو میلیون و سیصد هزار کیلووات ساعت انرژی ایجاد می‌نماید. هیدروژن سوخت اتمی نیرومندتری است چه یک کیلو گرم از آن یکصد و هفتاد و هفت میلیون و پانصد هزار کیلووات ساعت انرژی تولید می‌کند.

طبق گزارش یکی از مؤلفین کتاب حاضر یکی از اعضای فرهنگستان علوم اتحاد شوروی بنام آرتمی موویچ (L. Artsimovitch) در یادداشت‌های خود رئوس مقدماتی و نقشه ابتدائی یک مرکز ترموالکتریک را برقم کشیده، طراحی و محاسبه کرده است. این مرکز که یک میلیون کیلووات برق تولید می‌کند فقط دوازده متر مربع سطح زیر بنا دارد و ساختمانی یک طبقه است، هر متر مکعب مفید این ساختمان دوست هزار کیلو وات برق تولید می‌کند. حال این طرح را با توربین‌های عظیم مراکز هیدرو الکتریک (مراکز برق آبی) مقایسه نمائید که گاهی طول سد آنها به یک کیلو متر می‌رسد و ساختمانی نه طبقه دارند.

نخستین مرکز برق اتمی جهان در سال ۱۹۵۴ بقدرت تولید ششصد هزار کیلووات در اتحاد شوروی بکار افتاد، امروزه چنین مراکزی

به تعداد بسیار در شوروی ساخته شده و می شود و در سایر کشور های پیشرفته نیز نظایر آنها موجود است.

گرچه این مراکز از لحاظ بیلان کلی انرژی مولده ردیف ممتازی اشغال کرده اند ولی آینده تنها در دست این مراکز نیست ؛ فی الواقع در قرن بیست و یکم انرژی اصلی مورد نیاز بشر از طریق مخازن عظیم انرژی ترمونوکلتر (حرارتی هسته ای) تأمین خواهد شد.

ذخایر اورانیوم و توریم (**Thorium**) یعنی سوخت اصلی مراکز برق اتمی عملاً در جهان پایان ناپذیر نیست و سرانجام خاتمه خواهند یافت در حالیکه موجودی هیدروژن عملاً در عالم بی نهایت است ؛ مثلاً فقط در هر مولکول آب که هفتاد درصد سطح زمین را پوشانیده دو اتم هیدروژن موجود است.

رشته پلاسمائی که قبلاً از تولید و نگهداری آن صحبت شد در گاز دوتریوم تولید می شود نه هیدروژن ، بنا بر این دوتریوم سوخت مراکز ترمونوکلتر آینده خواهد بود . در کره ارض مقدار معتنا بهی از این ایزوتوپ هیدروژن وجود دارد یعنی در برابر هر شش هزار اتم هیدروژن عادی يك اتم هیدروژن رادیو آکتیو موجود است نسبت هیدروژن موجود در مولکولهای آب نیز همین است یعنی در برابر هر شش هزار مولکول آب یعنی ترکیب هیدروژن و اکسیژن يك مولکول آب سنگین یعنی ترکیب دوتریوم و اکسیژن وجود دارد . انرژی قابل استخراج از يك لیتر آب برابر انرژی حاصله از سوختن چهار صد لیتر نفت است.

البته امروزه آب سنگین (آبی که در ترکیبش بجای هیدروژن

دوتریوم داخل شود) ماده بسیار گرانبهائی است، آنرا در مراکز اتمی و مراکز حرارتی هسته‌ای و موارد دیگر بکار می‌برند. اما اگر دوتریوم را بعنوان سوخت مصرف نمائیم انرژی حاصله از هر جهت رام‌تر و مفیدتر از انرژی مراکز انرژی آبی (هیدرولیک) است. در آینده بهای هر کیلو وات ساعت انرژی ترمونوکلئر صدبار کمتر از يك کیلو وات ساعت انرژی حرارتی خواهد بود.

اصول تولید انرژی ترمونوکلئر بسیار ساده است. می‌دانیم هیدروژن سه ایزوتوپ دارد. یکی هیدروژن معمولی که در هسته يك پروتون دارد، دومی دوتریوم که در هسته يك پروتون و يك نوترون دارد، سوم تری تیوم (Tritium) که در هسته يك پروتون و دو نوترون دارد. اختلاط و ترکیب دو هسته دوتریوم یا يك هسته هیدروژن و يك هسته تری تیوم یا يك هسته دوتریوم و يك هسته تری تیوم امکان پذیر است در هر حال حاصل ترکیب‌های یادشده ایجاد يك هسته هلیوم و مقدار معتنا بهی انرژی آزاد است.

اما باید دید اختلاط و ترکیب یا ادغام دو هسته دوتریوم چگونه صورت می‌گیرد؟ تصور کنید در میکروسکپی خیالی که قادر به نشان دادن ذرات ابتدائی ماده است. می‌نگریم. زیر چشم، مقداری مولکول گاز دیده می‌شود، این مولکولها دائماً مثل توپهای پلاستیکی كوچك در جست و خیز و برخورد به یکدیگرند. درشت نمائی میکروسکپ خیالی را افزوده و حرارت گاز را بالا می‌بریم یعنی مولکولهای گاز را با شعله باریکی که قادر به تنظیم حرارتش بین چندصد تا چند میلیارد درجه می‌باشیم مواجه می‌نمائیم.

در این حال ملاحظه میشود که الکترونهای آزاد با سرعتی بسیار زیاد در میان مولکولهایی که سرعت کمی دارند در حرکت می باشند . در این گیر و دار یکی از الکترونها تصادفاً مثل گلوله توپ ناگهان به مولکول برخورد می کند؛ در نتیجه مولکول دوپاره می شود مثل اینکه کلوخی در اثر فرود آمدن بیل دوپاره گردد. غیر از دوپاره اصلی یا یون مقدار زیادی نیز الکترون جدید آزاد می شود.

حرارت شعله را افزایش می دهیم . ادغام ذرات بیش از پیش افزایش می یابند هر لحظه مقدار مولکولهایی که از نظر بار الکتریکی خنثی باشند کاهش می یابد و هر دم به سرعت حرکت یونها و الکترونها افزوده می گردد، سرانجام حتی يك مولکول دست نخورده باقی نمی ماند. نکته بسیار جالب و تماشائی اینست که سرعت هسته های هیدروژن، دو تریوم و تری تیوم هر قدر زیاد باشد در یکدیگر ادغام نمی شوند و در هر آن که روبروی هم می رسند تغییر مسیر می دهند مثل اینکه هر کدام سعی می کند راهی برای دیگری باز کند. فهمیدن دلیل چنین واقعه ای دشوار نیست چه هسته های یاد شده مرکب از پروتون با بار الکتریکی مثبت و نوترون می باشند که نوترونها فاقد بار الکتریکی می باشند لذا پروتونهای باردار با یکدیگر مواجه می شوند که بار متناظر دارند و دو قطب متناظر یکدیگر را می رانند و همین نیروی رماننده مانع ادغام ذرات مزبور در یکدیگر است . لذا ذرات راهاله ای نامرئی در برگرفته که دیده نمی شود ولی احساس می گردد . این هاله همان چیزی است که حوزه الکتریکی نامیده می شود. دو هاله الکتریکی با هم برخورد می کنند و مثل توپهای پلاستیکی هر ذره با هاله مخصوصش به سوی دیگر می جهد.

اگر حرارت را باز هم بالاتر ببریم ذرات با سرعت بیشتر جابجا می‌شوند. در اینجا از خود سؤال می‌کنیم که در عالم سرعت‌هایی که به کابوس شبیه‌اند تصادم و ادغام هسته امکان وقوع دارد؟

برای یافتن پاسخ کافیت باز حرارت را بالا ببریم. باین ترتیب سرعت ذرات بحدی می‌رسد که اینرسی حرکتی ذرات در مواجهه با یکدیگر حوزه الکتریکی را خرد می‌کند و دو هسته با بار الکتریکی واحد در یکدیگر ادغام می‌شوند. در چنین حال در يك لمحۀ بسیار کوتاه از لحظه دو هسته اتمی در برابر یکدیگر از حرکت باز می‌مانند و خطوط نیروی الکترو مغناطیسی آنها مثل فنری که کشیده شده باشد سعی می‌کند آنها را از یکدیگر دور کند ولی سرعت فزاینده هسته‌ها به نیروی الکترو مغناطیسی غالب می‌آید و دو هسته نیز چون دو قطره جیوه که روی میزی سرگردان هستند و یکدیگر را می‌یابند و مخلوط می‌شوند درهم فرو رفته هسته جدیدی می‌سازند.

لحظه ادغام دو هسته اتم همانند انفجار اتمی است. کوانتاهای (Quanta) با طول موج‌های مختلف در همه جهات منتشر می‌شوند. اما هسته جدید الولاده دیگر نه دوتریوم است نه تری‌تیوم بلکه هسته عنصر دیگری است که هلیوم نام دارد و بنفسه با سرعت سرسام‌آوری حرکت می‌کند، ما حاصل این ادغام غیر از تولید عنصر جدید رهائی مقدار معنایی انرژی است.

هر چه درجه حرارت را بالاتر ببریم تصادم و ادغام هسته‌های اتمی را افزایش می‌دهیم و بیش از پیش انرژی ترمونوکلئر آزاد می‌شود. بالاخره بجائی می‌رسد که خود انرژی آزاد شده شروع به افزودن درجه

حرارت پلازما می‌کند و تصادم و ادغام هسته‌ها را می‌آفرینند.
 آیا محتاطانه‌تر نخواهد بود که از میکروسکپ‌های خود دور
 شویم؟ آیا احتمال يك انفجار اتمی در بین نیست؟ بلی این احتمال
 وجود دارد. کفایت حرارت دو تریوم بحد معینی برسد تا مقادیر
 فوق‌العاده زیاد انرژی رها شود، این همان اساس بمب‌های هیدروژنی
 است.

امروزه دیگر دانشمندان مراکز برق ترمونوکلتر را بشکل
 لوله مستقیمی که دو سرش به دو قطب برق وصل باشد طرح ریزی
 نمی‌کنند بلکه برای این منظور لوله‌ای بطول ده متر و قطر يك متر
 خمیده بشکل تاج را ترجیح می‌دهند. بهر حال دوسر لوله مسدود است
 و این شکل را تور (Tore) می‌نامند. در کنار تور ضمائی چون پمپ
 مخصوص تخلیه و ابزارهای کنترل جریان برق و غیره وجود دارد.

ماده سوخت درون تور یعنی مولد انرژی ترمونوکلتر مخلوطی از
 دو تریوم و تری تیوم است که با کمک حوزه الکترومغناطیسی فشرده
 شده. لوله تور از بیرون با چندین ورقه پوشش مخصوص پوشیده شده،
 بعضی از این لایه‌ها برای ایجاد بطری‌های مغناطیسی تعبیه گردیده‌اند
 و نقش بعضی دیگر کنترل طناب پلاسمای حاصله و بالاخره وظیفه پاره‌ای
 دیگر ایجاد جریان برق است.

معنای آنچه گفته شد اینست که يك مرکز برق ترمونوکلتر
 به تنهایی هم ديك بخار است هم توربین است، هم خازن است، هم
 مخزن سوخت است هم التراناتور (متناوب کننده جریان برق).

در نتیجه رشته پلاسمائی بنفسه ناقل الکتریسیته است که حوزه

الکترو مغناطیسی بوجود می آورد. تغییرات رشته پلاسمائی موجب القای تغییر در جریان الکتریسته و لذا منجر به تغییر حوزه الکترو مغناطیسی می شود. اگر جسم هادی برق در حوزه متغیر الکترومغناطیسی قرار گیرد در آن الکتریسته القائی تولید می شود. این همان جریان برقی است که از مرکز برق اتمی به شبکه شهرها و کارخانجات توزیع می گردد. لذا برای تولید چنین برق نیرومندی نه نیاز به توربین های جسیم است نه خازنهای بزرگ.

از طرفی در میان ضنائم این مرکز برق ترمونوکلتر (حرارتی هسته ای) می توان توربین، خازن و آلترناتور معمولی مشاهده کرد. از طرفی در بالا گفته شد که از رشته پلازما انرژی عظیمی بصورت تشعشعات مختلف ساطع می شود. این اشعه موجب گرم شدن شدید جدار تور (Tore) می گردد برای سرد کردن جدار در این دیواره آب سرد در جریانست. آب مزبور مبدل به بخار گرم می شود و از همین بخار می توان برای برآه انداختن تشکیلات ضمیمه مرکز برق اتمی سود جست.

این پروژه ایست که آقای آرتسی موویچ عضو فرهنگستان علوم در یادداشتهای خود طرح ریزی کرده است. نامبرده در همین یادداشتها دشواریهایی را که احتمالاً محققین با آنها روبرو خواهند شد نیز برشمرده است.

اولین مشکل و بزرگترین آنها در ساختن بطری خاص نگهداری پلازما نهفته است بطوریکه مدت نسبتاً طولانی حرارتش محفوظ باشد و سریعاً سرد نگردد.

طرف یا بطری مخصوص را که جهت نگهداری پلازما بکار می برند اصطلاحاً « تله پلازما » می نامند . امروزه دو فرم تله جهت پلازما رایج است .

نوع اول همانست که در بالا ذکرش بمیان آمد و لوله ایست تاجی شکل میان تپی (Tore) درون آن گاز دو تریوم وجود دارد . در اثر اختلاف سطح الکتریکی در داخل لوله رشته ای پلازما بشکل تاج یا توروئیدال (Toroidal) ایجاد می گردد . حرارت پلازما در اثر عبور جریان برق از آن تدریجاً بالا می رود ، در عین حال عبور جریان در اطراف لوله حوزه مغناطیسی ایجاد می کند که پلازما را بصورت رشته در آورده مانع تماس آن با جدار شیشه ای می شود . برای اینکه رشته پلازما پایدارتر گردد دور لوله با نصب سیم پیچ هائی (Bobine) حوزه مغناطیسی مکمل ایجاد می نمایند ، البته هنوز خیلی زود است که ادعا کنیم با مکانیسم های فوق الذکر استحکام و بقای قطعی به پلازما بخشیده ایم .

نوع دوم توسط بودکر (G. Boudker) پیشنهاد شده و آنرا « تله عایق » می نامند . در این فرم لازم نیست لوله Sakharo-Tamm را بشکل تاج همانطور که آرنتسی موویچ عنوان می کند خم نمائیم بلکه کافیت با ایجاد دو حوزه مغناطیسی فوق العاده نیرومند در دو دهانه لوله آنرا برای پلازما مسدود نمائیم درست مثل اینکه دو چوب پنبه به دو سر لوله فرو کرده ایم . محاسباتی که بودکر انجام داده ثابت می کند که پلازما در چنین لوله ای پیوسته در حرکت رفت و آمدی است ؛ مثل ساچمه های فولادی که روی سنگ گرانیت می افتند الکتردها و یونهای دائماً

بین دو چوب پنبه مغناطیسی این طرف و آن طرف می روند.

با وجود این تله عایق نیز بر اطلاق و بطور قطع قادر به نگهداری پلاسما نیست ذرات یونیزه قادرند از درون لوله بگریزند و مقداری از انرژی پلاسما را همراه ببرند.

در اتحاد شوروی مولد برق اتمی اوگرا (Ogra) به همین سیستم پیشنهادی بودکر بنا شده است.

دانشمندان منحنی نمایش انرژی معدوم شده از طریق چوب - پنبه های الکترو مغناطیسی را در تله عایق ترسیم و مقدار آنرا محاسبه کرده اند. البته می دانیم هر چه حرارت بالاتر برود تصادم و ادغام هسته های اتم بیشتر خواهد شد لذا انرژی آزاد شده افزایش خواهد یافت. ثابت شده است که هر چه حرارت بالاتر برود انرژی مفقود شده در تله عایق کاهش می یابد. روی منحنی نمایش نقطه تلاقی دو خط نمودار افزایش حرارت و کاهش انرژی مفقود شده را تعادل حرارتی می نامند. در این نقطه پلاسما همانقدر حرارت از دست می دهد که روند سنتز هسته هلیوم حرارت تولید می نماید.

اکنون از خود می پرسیم در چه درجه حرارتی این تعادل که تعادل حرارتی نام دارد برقرار می شود؟

ثابت شده است برای ادغام هسته های دو تریوم و تری تیوم در حدود یک میلیارد درجه حرارت لازم است. برای ادغام دو هسته دو تریوم در یکدیگر به ده میلیارد درجه حرارت نیازمندیم.

بنابراین ما هنوز از عمومی شدن مراکز ترمونوکلئر خیلی دور می باشیم. اما پیشرفت دانش هرگز سرعت امر و زی نبوده است. دانشمندان

باقدمهای آهسته و محکم برای افزایش حرارت در «لوله تور» و «تله عایق» اقدام می‌کنند ابتدا بسوی صدها میلیون درجه حرارت و سپس بسوی میلیاردها درجه پیش خواهند رفت. گرچه موانع و مشکلات عدیده‌ای درپیش است ولی امکانات ما هم محدود نیست. بسیار محتمل است يك اقدام علمی ناگهانی و غیر منتظره دانشمندان فی‌البداهه ما را در برابر حرارت‌های چند میلیاردی قرار دهد درحالی‌که مسئله حرارت‌های چند صد میلیونی هنوز حل نشده باشد.

متخصصین فیزیک نجومی معتقدند حرارت جادویی خورشید از منبع لایزال انرژی ترمونوکلئر (حرارتی هسته‌ای) تأمین می‌شود. قرین افتخار باد دانشمندان این پرومته‌هایی‌که آن آتش را از دل آسمان می‌ربایند و در اینجا در روی زمین برمی‌افروزند.

حوزه‌های نیرو

- ماده نامرئی
- نیروئی که در همه جا هست
- انقلابی که توسط پرفسورانشتین تحقق یافت
- عالم در حال انبساط
- ذرات نیروی جاذبه
- در قلب اتم
- .. کارخانه ماده سازی
- قاره‌هایی که در انتظار کریستف کلمب هستند

ماده نامرئی

هربرت ولز (Herbert Wells) کتابی بنام «کشور نابینایان» بر رشته تحریر در آورده است. قهرمان این کتاب در حین مسافرت خود به دره‌ای می‌رسد که کلیه ساکنین این دره نابینايند و کوری آنها مادر-زادی است، از اجداد خود خاطره‌ای جز این ندارند که آنها نیز همیشه کور بوده‌اند.

جنبه فلسفی داستان را کنار می‌گذاریم که طی آن نویسنده خواست است کوری معنوی عالم بشری را بیان کند و بظاهر قضیه نگاه می‌کنیم راستی اگر آدمی فقط شامه و لامسه و سامعه و ذائقه داشته باشد یعنی از نعمت چشم بی‌بهره باشد می‌تواند به شناخت عالم نایل گردد؟ مخصوصاً قادر خواهد بود بفهمد که در دنیا نور و رنگی هست؟

بلی بدون هیچ تردید جواب مثبت است. اما برای نيل به ادراك

عالم پیشرفتی بطنی خواهد داشت چه طبق محاسبه متخصصین فن ۸۵٪ اطلاعات مکتسبه یا از طریق بینائی است یا با بینائی ارتباط غیرمستقیم دارد. اگر آدمی چشم نداشت بالاخره این راه را طی می‌کرد و به مفهوم رنگ و روشنائی دست می‌یافت.

کور مادرزاد نور خورشید را در درجه نخست از حرارت آن حس خواهد کرد و سپس با وسایل بسیار ابتدائی وساده مثلاً حرارت سنجی که مرکب از دو نوار فلزی است و روی چهار چوبه‌ای نسبت به درجه حرارت جابجا می‌شود خواهد سنجید. همین شخص تدریجاً قوانین انکسار نور را در خواهد یافت، مفهوم طیف خورشید برای او معلوم خواهد شد ولی بدیهی است که بین دو دامنۀ نامرئی طیف (مافوق بنفش و مادون قرمز) شکافی حس نخواهد کرد چه برای هر طول موجی ناپیوسته است.

کمی دیرتر چنین آدمی به وجود ماه واقف خواهد شد، ستارگان را در خواهد یافت، ثوابت را با اثر جزر و مدی که القا می‌کنند توسط ترمومتر (زوج ترمو الکتریک) بسیار حساس خواهد شناخت. چنین موجودی هر تغییر مادی قابل تفکیک توسط ذائقه، سامعه، لامسه و شامه را سریعاً در خواهد یافت. يك چنین موجود خیالی هر آینه فیزیکدان عصر پیشرفته دانش باشد بما خواهد گفت رنگ قرمز یعنی ارتعاشات الکترو مغناطیسی با طول موج در حدود هفتصد و پنجاه میلی میکرون، طول موج ارتعاشات رنگ سبز پانصد و پنجاه میلی میکرون و از آن بنفش قریب چهارصد میلی میکرون. هر فیزیکدان چشم‌دار نیز چنین بیانی را تصدیق خواهد کرد.

می توان دامنه تصور را توسعه داد و بعکس بالا موجودی در نظر آورد که توانائی رویت انواع و اقسام امواج رادیو الكتریک مثل اشعه ایکس را داشته باشد. یا بتواند کلیه امواج طیف الكتر و مغناطیسی را برأی العین ملاحظه کند. بنظر چنین شخصی آنتن های رادیوئی با درخششی خیره کننده خواهند درخشید، کابل های قطار الكتریکی نوری چشم گیر خواهند داشت. سیم های برق راهاله ای لرزان در برخواهد گرفت. بدن گرم انسان و رادیاتورهای شوفاز سانترال اشعه مرئی خواهند داشت. برای چنین شخصی ماچون موش کور نایینائی به حساب خواهیم آمد.

اگر چنین موجودی را به چشم ببینیم باو خواهیم گفت که ما در عجبیم که شما چطور امواج رادیو الكتریک با طول سه سانتیمتر تا چند متر را مشاهده می کنید. بسیار خوب اگر ما قادر به درك هیچیک از آن طول موجها با اندامهای حواس خود نمی باشیم در عوض می توانیم با رادیو و تلویزیون و سایر وسایل دامنه وسیع امواج الكتر و مغناطیس را حس کنیم و مطالعه نمائیم.

يك منشور بلوری بردارید يك سويش اشعه سفیدی بتابانید از طرف دیگر ناظر رنگهای متعددی خواهید بود.

بخش آخر رنگ قرمز خیلی بدشواری قابل رویت است اما دیدنش آنقدرها برای تشخیص کیفیت وجودش اهمیت ندارد. دروای نور قرمز دریائی از طول موجهای نامرئی موجود است. بخش مرئی طیف از قرمز تا بنفش رنگهای مختلفی دارد که در همان هم فاق و شکاف و گسل بسیار است در آنسوی مرز بنفش دنیای امواج رادیو الكتریک

قرار دارند. این دنیا اوایل نه جذبه علمی داشت نه مصرف عملی اما تعرض آدمی به این عالم سرانجام تحقق یافت. روزی که کاملاً از آن بهره‌برداری شود رویای نویسندگانیکه داستان‌های علمی می‌نویسند صورت واقعی بخود خواهد گرفت و هرکس خواهد توانست فرستنده و گیرنده‌ای باطول موج مخصوص بخود داشته باشد. مورد مصرف امواج خیلی کوتاه بسیار زیاد است، تلویزیونها و فرستنده‌های اشعه مافوق کوتاه از آن جمله‌اند. امواج الکترو رادیوئی با طول موج کوتاه و متوسط و بلند بدقت مطالعه و ارزیابی شده‌اند، هر فیزیکدان مطلعی بسادگی بما خواهد گفت که برای استقرار تماس بایک سفینه کیهانی که به سمت مریخ می‌رود بهتر است باچه طول موج کارکنیم؛ برای برقراری رابطه بین ایستگاههای تحقیقاتی زمین کدام طول موج مناسبتر است. همین فیزیکدان قادر خواهد بود فرستنده‌ها و گیرنده‌های بسیار حساسی روی همان طول موجها بسازد.

نگاهی به سوی دیگر طیف مرئی بیندازیم. اشعه مافوق بنفش طول موجی کوتاه تر از بنفش دارد، در واقع بین دسته‌های امواج و گروههای اشعه الکترو مغناطیسی انفصالی نیست. اشعه ایکس همسایه اشعه مافوق بنفش است، کاربرد عملی آنرا بخوبی می‌دانیم و از قدرت نفوذ فوق العاده‌اش با خبریم.

پس از اشعه ایکس نوبت اشعه گاما است که قابلیت نفوذ بیشتری دارد. ورقه‌ای بقطر بیست سانتیمتر از آلومینیوم خالص فقط ۵۰٪ از فلوی اشعه گاما می‌کاهد. بعضی از فعل و انفعالات داخل هسته‌ای ممکن است منجر به ساطع شدن اشعه گاما گردد.

ماکلیه انواع امواج الکترو مغناطیسی را می‌شناسیم. هر بخشی از آن غیر از سایر بخشهاست لذا بهم شباهت ندارند. مثلاً اشعه مادون قرمز یا اشعه حرارتی قادر به نفوذ در نازکترین قشر فلز نمی‌باشد اگر از ملاتی به ملای دیگر وارد گردد بسهولت منکسر می‌شود، درحالی‌که اشعه گاما که آنرا اشعه سخت‌هم می‌نامند از اقشار ضخیم فلز می‌گذرد. تنها در خلاء است که تمام امواج الکترو مغناطیسی صرف‌نظر از طول موج و محل استقرار در طیفی که بآن تعلق دارند و گذشته از منبعی که آنها را ساطع می‌نماید کاملاً بهم شبیه بوده از قوانین واحدی پیروی می‌نمایند. جنس همه آنها یکی است یعنی همگی حاصل ارتعاش حوزه می‌باشند. اما اختلاف بین امواج متفاوت نتیجه منطقی اجتماع تغییرات کمیتی است. وقتی طیف گسترده امواج الکترو مغناطیسی را از نظر می‌گذرانیم براحتی دیده می‌شود که چگونه با جمع تغییرات کمیتی تغییرات کیفیتی ظاهر می‌گردد.

امواج الکترو مغناطیسی؛ حوزه الکترو مغناطیسی بین این دو رابطه‌ای وجود دارد. جریان برق موجود حوزه الکترو مغناطیسی است. هنگامی که جریان الکتروسیسته در هادی برقرار می‌شود در اطرافش حوزه الکترو مغناطیسی پدید می‌آید. قبلاً اشاره کردیم که حوزه الکترو - مغناطیسی با سرعتی بسیار ولی محدود بحد معینی پخش می‌شود. این سرعت در خلاء نزدیک سیصد هزار کیلو متر در ثانیه است. اگر شدت جریان تغییر نماید شدت حوزه الکترو مغناطیسی نیز تغییر خواهد کرد.

نوسانات الکتریکی در آنتن‌های فرستنده رادیوئی موجب

پیدایش يك حوزه الكترو مغناطیسی می‌گردد که در تمام جهات پخش می‌شوند. اگر این حوزه الكترو مغناطیسی در حوزه عمل یا حوزه برد خود به آنتن گیرنده‌ای برسد در این آنتن موجب استقرار جریان برقی می‌گردد که شدتش چند میلیون بار ضعیف‌تر است ولی ریتم نوسانات برق در آنتن فرستنده را دارد. بهمین ترتیب است که در استودیوی فرستنده موسیقی نواخته می‌شود و از بلندگوی گیرنده پخش می‌گردد.

در همان زمان که رادیو گوش می‌کنیم و زوز، خرخر، کرت کرت وقار و قور نیز شنیده می‌شود. اینها چه هستند؟ اینها را امواج پارازیت می‌نامند و حاصل اختلالی است که در اثر طبیعت در کارگیرنده حاصل می‌شود. سرمنشأ آنها در کدام گوشه عالم است؟ طبیعت در کجا صداها و هزاران آنتن و لامپ الكترونيك پنهان کرده است؟

طبیعت نه چنان آنتن‌هایی دارد و نه چنان دستگاه‌هایی. امواج هرتر (امواج رادیویی) در آغوش آذرخش‌های شدید، لرزش آرام شفق قطبی و ادغام الكترونها با هسته‌ها در میان گردو گاه‌های کیهانی بی‌نهایت دور زاده می‌شوند. تمام اینها حاصل تولید پلاسماست. چنین اثری را در طیف امواج رادیو الكتريك مشاهده کرده‌ایم.

هنوز گفتگوی بسیاری درباره حوزه الكترو مغناطیسی داریم اما قبل از همه باید با خاصیت دو وجهی آن آشنا شویم. برای درك بهتر این خاصیت ناگزیریم بدانیم نفس حوزه الكترو مغناطیسی چیست. بسیار خوب، برای فهم مطلب از نور مرئی شروع می‌کنیم.

نور چیست؟

- پاره‌ای از دانشمندان اظهار می‌دارند نور عبارت از فلوئ پاره‌ای ذرات باردار است.

- عده‌ای دیگر می‌گویند نور عبارت است از نوسان موجی شکل ائیر (Eher). از ائیر چیزی جز این نمی‌دانیم که محیطی است که نور را از خود عبور می‌دهد.

- اما نظر دوم غلط است چه نور مرکب از ذراتی است که فوج فوج پخش می‌شود و در میان هر دو فوج متوالی فاصله‌ای خالی وجود دارد. این را به چشم می‌توان دید. برای اثبات این نظریه کافیست شخصی را که دید خوبی دارد نیم ساعت در اطاقی کاملاً تاریک حبس نمائیم تا چشمش به تاریکی عادت کند و قادر به درک کمترین مقدار روشنی باشد. آنگاه از روزنه بسیار کوچکی که در برابر صفحه دواری قرار دارد و بر روی آن سوراخهای ریزی تعبیه شده رشته باریک نوری به چشم محبوس اتاق تاریک بتابانیم. چون صفحه در حال گردش است نور فقط در لحظاتی بداخل نفوذ می‌کند که سوراخ صفحه و روزنه دیوار با هم منطبق شوند. در مدت زمان معینی دفعات دخول نور در اتاق تاریک مشخص است ولی زندانی تیزبین، بدفعات انطباق سوراخ صفحه و روزنه دیوار روشنائی نخواهد دید بلکه رقم دیدن روشنائی کمتر است چون پاره‌ای لمحات که دو مدخل با هم منطبق می‌شوند همزمان عبور فوج نور نیست.

اگر فلوئ نور پیوسته بود نه منقطع چشم بیننده مزبور هر بار که دو سوراخ منطبق می‌شد روشنی می‌دید، اما نور متشکل از ذرات مجزائی است که اصطلاحاً فتون نامیده می‌شوند. چشم ابزار حساسی

است که تقریباً در برابر هر فتون عکس‌العملی نشان می‌دهد، حتی اگر مقدار فتون بسیار کم باشد. اگر از روزنه‌ی یاد شده در بالا دودسته فتون عبور کنند که تفاوت اندکی داشته باشد چشم قادر به درک تفاوت آنها خواهد بود. دلیل چنین حساسیت سلولهای عصبی چشم اینست که هر رشته نور از افواج فتونهای جدا تشکیل می‌شود که بدنبال هم در حرکت اند نه يك رشته پیوسته همانند.

- طرفداران فرضیه موجی نور با کمی اندیشه خواهند گفت حق باشماست. دلایل و براهین بسیاری بنفع نظریه ذره‌ای نور می‌توان عرضه کرد اما دست ما هم خالی نیست، کافیهست پلکهای چشم خود را نیم بسته کرده به فانوسی که دور از پنجره آویخته است نگاه کنید، اکنون ناظر يك نقطه نورانی هستید که اطراف آنرا دو ایرتاریك و روشن گرفته است یا روی يك مقوای سیاه با سنجاق سوراخ ریزی درست کنید و آن را در برابر نور شدید بگیرید. از پشت سوراخ فقط يك نقطه روشن نخواهید دید بلکه دور تا دور این نقطه حلقه‌های تاریك و روشن دیده خواهد شد. اگر نور از ذرات جدا جدا تشکیل می‌شد چنین پدیده‌ای اتفاق نمی‌افتاد فقط موج می‌تواند دیواره‌های سوراخ را دور بزند و موجب پیدایش این پدیده گردد که آن را انحراف نور می‌نامیم. بنابراین نور طبیعتی موجی دارد.

با ارائه انواع شواهد و دلایل این مباحثه را می‌توان تا بی نهایت ادامه داد. باید اذعان کرد که بدقت پدیده‌ها و شواهد بسیاری می‌توان یافت که نور تشعشع الکترومغناطیسی خاصی است که از ذرات جدا جدا تشکیل شده و نیز می‌توان شواهدی ارائه داد که این تشعشع الکترومغناطیسی

طبیعتی موجی دارد.

پس حقیقت چیست ؟ علیرغم عقیده والری بریوسوف (Valeri Briussov) که در این بیت شعرش منعکس است: «درعالم حقایق بسیاری هست که غالباً یکی برضد دیگری است.» در مورد نور «حقایق برله» یکدیگر ندهند بر علیه. نور عبارت از حوزه الکترومغناطیسی زوجین است. میتوان چنین انگاشت که فلوی فتونی است که ذرات بعلت انرژی موجود در بطن خود از یکدیگر فاصله دارند و نیز می توان نور را حوزه الکترومغناطیسی دانست که مرکب از فلوی امواج است که نسبت بطول موج یکی بادیگری فرق دارد.

هر چه طول امواج الکترومغناطیسی بیشتر باشد اکتشاف اختصا صات فلوی ذرات دشوار تر است بعکس هر چه این طول موج کوتاهتر شود کیفیت تموجی آنها درك نمی شود و کیفیت ذره ای بیشتر بروز می کند. بهمین دلیل است که اشعه گاما تقریباً هیچ خاصیت تموجی ندارد و باز بهمین علت گاهی آنها کوانتای گاما نیز می نامند و عده ای نیز فقط بابکار بردن ذرات گاما از آنها یاد می کنند.

یکبار دیگر تکرار می کنیم امواج هرترز (رادیو الکتریک) ، اشعه مرئی، اشعه ایکس و کوانتای گاما از یک قماش اند و فقط چهره های متفاوت حوزه الکترومغناطیسی به شمار می روند.

ذرات بسیار ریز نور مرئی را اصطلاحاً فتون می نامند که خود نوعی کوانتا است علیهذا نام کلی ذرات حوزه الکترومغناطیسی کوانتا (Quanta) است. يك کوانتوم (Quantum) ذره بسیار كوچك حوزه الکترومغناطیسی است و به تنهایی يك کوانتوم مثل الکترون و پروتون

و نوترون که ذره ابتدائی ماده به حساب می آیند ذره ابتدائی صورت دیگر ماده یعنی حوزه الکترومغناطیسی است. کیفیت و خواص حوزه الکترومغناطیسی از طریق تجربی نیز کشف شده است.

در کیفیت کوانتائی حوزه الکترومغناطیسی همانطور که در وجود الکترون تردید نیست جای شبهه نمی باشد.

حوزه الکترومغناطیس آیا از جنس ماده است؟ بله ماده ایست در حال فعل و انفعال متقابل؛ انرژی دارد و می تواند آنرا منتقل کند. جرم هم دارد. هر گاه ماده حوزه الکترومغناطیس ایجاد نماید مقداری از جرم و انرژی خود را از دست می دهد. مقدار فقدان جرم در جسمی که بدست ما برافروخته می شود و نور می دهد فی الواقع بسیار ناچیز است اما جرمی که خورشید در اثر تشعشع دائم از دست می دهد و در اثر آن نور و حرارت و کلیه امواج طیف الکترومغناطیس از امواج هرترز گرفته تا ذرات گاما تولید می گردد قابل چشم پوشی نیست. طبق برآورد دانشمندان خورشید روزانه میلیاردها تن ماده از دست می دهد. از چنین اسراف و تبذیری نباید هراسان شد، خورشید آنقدرها اندوخته دارد که میلیاردها سال چنین خرجی را تحمل کند. در پاره ای شرایط واکنش معکوس یعنی تبدیل حوزه الکترومغناطیسی به ماده ملموس مقدور است.

در علم و تکنیک امواج الکترومغناطیسی با طول موجهای مختلف مورد استفاده قرار می گیرد. اگر روی کاغذی طیف وسیع امواج الکترومغناطیسی ترسیم گردد می توان کار برد هر کدام را بدقت در برابرش نوشت و نشان داد که از میان آنها پاره ای بیشتر و پاره ای کمتر

بخدمت ما در آمده‌اند و نیز می‌توان خصوصیات دقیق هر طول موج را یادداشت کرد.

بدیهی است در دنیای طیف های الکترو مغناطیسی هنوز بسیار چیزهای اسرار آمیز وجود دارد و ما در انتظار کشف موارد مصرف جدید برای هر طول موج می‌باشیم. با وجود این دانش انسان بحدی رسیده است که ادعا کند که هر طول موج را بخوبی می‌شناسد. اضافه کنیم که حوزه مغناطیسی خالص نیز یکی از صور حوزه الکترو مغناطیسی است.

اما آیا قادریم منحنی نمایش حوزه‌های دیگر مثل حوزه ثقل را ترسیم نمائیم یا گرافیک حوزه هسته‌ای را به‌روی کاغذ آوریم؟
خیر، آدمی هنوز در برابر اینها به فتوحات بسیار دست نیافته است. اطلاعات ما در این موارد بسیار کمتر از حوزه الکترو مغناطیسی است. اینها سرزمینهای ناشناخته دانش‌اند و انتظار کریستف کلمب

بیان ریاضی : فشار يك حوزه :

در فضای بین ستارگان تراکم ماده بسیار اندك است و از ۱۰-۲۴ گرم در سانتیمتر مکعب تجاوز نمی‌کند و این رقم معادل يك اتم هیدروژن در هر يك سانتیمتر مکعب از فضا است.

فضا معبر حوزه‌های گوناگون است : حوزه الکترو مغناطیسی (خاصه حوزه نورانی) و حوزه ثقل، این حوزه‌ها فرضیه نسبیت انشتین را اثبات می‌کنند بعبارتی وزن دارند و به اعتباری جرم.

نور نیز مثل هر حوزه دیگر فشاری به اجسام وارد می‌کند که آنها را پیش می‌راند. این امر برای نخستین بار توسط فیزیکدان انگلیسی ماکسول

خود را می‌کشند.

با همه این باید دید فعلاً در این دو زمینه چه می‌دانیم؟ اکنون به نیروی جاذبه می‌پردازیم نیروئی که در همه جا هست.

نیروئی که در همه جا هست

این نیرو در همه جا با سرسختی لجوجانه‌ای حاضر است. در روی کره ارض نقطه‌ای نمی‌توان یافت که وجودش احساس نشود. در هر نقطه کیهان نیز جاذبه این قانون و نیروی ابدی ماده وجود دارد. هیچ رادع و حاجبی از نفوذ این نیروی شگرف جلوگیری نمی‌کند. از چنگال آن به هیچ جا نمی‌توان پناه برد. با بعد فاصله از شدتش کاسته می‌گردد ولی هرگز بکلی نابود نمی‌شود. این نیروی در همه جا حاضر جاذبه عمومی نام دارد و سابقاً آن را نیروی ثقل می‌خواندند.

و در سال ۱۹۰۱ عملاً توسط دانشمند روس لیدوف (Lebedev) ثابت شد.

اثر پیش راننده نور با فرمول مقابل $I = \frac{E}{C}$ سنجیده می‌شود. در

این فرمول I عبارت است از نیروی پیش راننده یا فشار نور، E عبارت است از انرژی آن و C عبارت است از سرعت نور (سیصد هزار کیلومتر در ثانیه) انرژی نور وابسته به فرکانس نوسانات آنست، عبارت دیگر وابسته بطول موج آنست.

$$E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$$

در اینجا $h = 6.62 \times 10^{-27}$ ارگ بر ثانیه که آنرا قدر ثابت پلانک هم

در روی زمین رودخانه های بزرگی در جریانست . همیشه از کوه های مرتفع سرچشمه گرفته به سوی دریاها و دریاچه ها واقیانوسها می روند. مثالی در میان همه اقوام هست که مضمونش اینست : هرگز رودخانه به سوی سرچشمه خود باز نمی گردد. آب هیچوقت سر بالا نمی رود چه حرکتش در اثر نیروی جاذبه زمین تأمین می گردد .

همین نیرو آدمی را به زمین میخکوب کرده است . برای اینکه جسمی بصورت قمر مصنوعی زمین در آید سرعتی حداقل برابر هشت کیلومتر در ثانیه لازم دارد. برای رهایی از حوزه جاذبه زمین باید سرعتش به $11/2$ کیلومتر در ثانیه برسد و برای استخلاص از نیروی جاذبه خورشید باید سرعت به $16/7$ کیلومتر در ثانیه بالغ گردد.

آدمی از زمانهای خیلی قدیم این نیرو را شناخته و با جاذبه انس و الفت داشته است. اما خیلی زمان نیست که از سرعت لازم جهت رهایی از جاذبه زمین بهره برداری می کند.

ایساک نیوتون نخستین کسی بود که بمفهوم علمی جاذبه را دریافت و قوانین آن را گشود. داستانی که نیوتون بامشاهده سقوط سیب از درخت

می گویند. و v عبارت است از فرکانس نوسانات λ عبارت است از طول موج . عمل فشار پیش راننده نور باین ترتیب به نحو زیر تفسیر می شود :

$$I = \frac{h}{\lambda} \quad \text{بنابراین فشار نور متناسب است با معکوس طول موج .}$$

فشار نور عبارت است از :

$$P = \frac{S(I+R)}{C} \times \frac{\text{ارک ثانیه}}{\text{ساعتی متر مربع}}$$

در این فرمول S مساحت و R ضریب انکسار محیط است .

متوجه نیروی ثقل شد شهره آفاق است. می‌گویند خود دانشمند چنین داستانی را ساز کرده تا خویش را از چنگال اشخاص کنجکاوی که دائماً از او می‌پرسیدند چگونه به این ناموس بزرگ طبیعت دست یافت برهاند. القصه داستانی که امروز از نظر هر شاگرد دبستانی جزو بدیهیات است آدمی را وامی‌دارد که از خود بیرسد چرا قبل از نیوتون کسی آنرا ندید یادید و نفهمید. اما بدیهی بودن جاذبه فقط جنبه ظاهری دارد. برای کشف قانون جاذبه عالم فقط نبوغ نیوتونی ضروری است. قانونی که می‌گوید دو جرم مادی یکدیگر را به نسبت حاصل ضرب جرمشان درهم و تقسیم به مجذور فاصله آنها یکدیگر را بسوی هم می‌کشند.

نیوتون قانون جاذبه را در فنومنیهای مختلف آزمایش کرد. او دامنه عمل را به تمام عالم شناخته شده آنروز گسترش داد. مشاهده کرد این قانون درهمه جا چه در زمین و چه در فضای کیهانی صادق است. شصت یا هفتاد سال قبل از نیوتون دانشمند بزرگ آلمانی کیپلر قانون اصلی گردش سیارات را بدور خورشید کشف کرده بود. این قوانین نیز امروزه جزو دروس اولیه شاگرد مدرسه هاست. اما در آنروزگار وضع دانش بشری چنین نبود، گرچه آنوقت‌ها هم سیارات روی همین مدارات بگرد خورشید می‌گشتند ولی کسی نمی‌دانست چرا و چگونه. نیوتون نشان داد حرکات مذکور تابع قانون جاذبه عمومی است و نامبرده کلیه قوانین کیپلر را از روی قانون جاذبه عمومی استخراج و تأیید کرد.

کشف نیوتون سیاره دور منظومه شمسی یکی از درخشانترین

پیروزیهای قانون جاذبه عمومی است. چه دانشمندان از مدت‌ها پیش مشاهده کرده بودند که سیاره اورانوس روی مدار خود در نقاط معینی از سرعت حرکتش کاسته می‌گردد یا این سرعت افزایش می‌یابد. طبق محاسبات قانون جاذبه عمومی چنین پدیده‌ای غیر قابل تفسیر بود، لکسل (Lexel) ستاره شناس روس در اواخر قرن هجدهم با تفکر در این پدیده باین نتیجه رسید که در وراء اورانوس سیاره دیگری می‌باید موجود باشد که نیروی جاذبه‌اش روی اورانوس اثر می‌گذارد. در سال ۱۸۴۶ وریه (Verrier) دانشمند فرانسوی موقعیت این سیاره را در فضای کیهانی محاسبه کرد. بزودی با توجه به محاسبات وریه سیاره جدید کشف شد. لذا نوك قلم قبل از تلسکوپ سیاره‌ای را یافت.

بیان ریاضی

قوانین نیوتون و کولومب (Coulomb):

چنانکه نیوتون ثابت کرده است بین دو جسم نیروی جاذبه‌ای برابر F وجود دارد. این نیرو با حاصل ضرب جرم دو جسم M_1 و M_2 نسبت مستقیم و با مجذور فاصله آنها r نسبت معکوس دارد. فرمول جاذبه نیوتونی چنین است

$$F = G \frac{M_1 \cdot M_2}{r^2}$$

در این فرمول G مقدار ثابتی است در سیستم C.G.S که واحد طول سانتیمتر، واحد وزن گرم و واحد زمان ثانیه می‌باشد ضریب ثابت فرمول جاذبه برابر است با:

$$G = 6.67 \times 10^{-8} \frac{\text{سانتیمتر مکعب}}{\text{g} \cdot \text{s}^2}$$

قدر مطلق ضریب مزبور از راه تجربه بدست آمده است.

مقدار $\frac{F}{M_2} = g = \frac{GM_1}{r^2}$ سرعتی است که جسمی با جرم M_2 در اثر نیروی جاذبه جسم دیگری با جرم M_1 بسوی M_1 کشیده میشود.

این کشف پیروزی بزرگی جهت دانش بشری بود و پس از دهها سال ثابت شد فرضیه کلاسیک جاذبه عمومی نیوتون شکست ناپذیر است. با اینهمه با پیشرفت زمان پدیده‌های جدیدی مشاهده می‌شوند که تنها با فرضیه جاذبه عمومی قابل تفسیر نیستند. از جمله باید قضیه تضاد و تناقض سلیگر (Seeliger) را بطور مثال عنوان کرد. کیهان بی‌انتهاست و چهره‌های گوناگون دارد. عمر آن محدود نیست و محدود نمی‌شود. وسعت عالم نامتناهی است و هر نقطه کم و بیش اعتلاء مادی دارد. بنا بر این برای عالم می‌توان رقم متوسط امتلاء مادی یافت.

فرمول کولومب هم نظیر همین است در مورد ذرات باردار. او ثابت کرده است ذرات باردار اگر بار مخالف داشته باشند به نسبت مستقیم حاصل ضرب بار الکتریکی‌شان و به نسبت معکوس مجذور فاصله‌شان یکدیگر را جذب می‌نمایند. اگر بار الکتریکی آنها هم نام باشد طبق همین رابطه یکدیگر را می‌رانند. اگر نیروی مزبور را f فرض نمایم $f = A \times \frac{e_1 \times e_2}{r^2}$ در این رابطه e_1 و e_2 بار الکتریکی دوزره باردار و A ضریب نسبیت است. اگر در سیستم C.G.S بار الکتریکی يك الكترون را واحد فرض کنیم از رابطه زیر استخراج و در فرمول قرار میگیرد

$$e = \frac{4}{8} \times 10^{-8} \times \frac{g^{\frac{1}{2}} \times cm^{\frac{3}{2}}}{s}$$

برابر است با بار الکتریکی يك الكترون $f = \frac{e_1 \times e_2}{r^2}$ میشود

البته این راهم باید دانست که نیروی جاذبه یا رماننده در دنیای ذرات كوچك نسبت به نیروهای از منشأ الكترواستاتيك بسیار ناچیز است.

سلیگر با توجه به جاذبه عمومی تصمیم گرفت نیروی جاذبه عالم نامتناهی را در نقطه معینی تخمین بزند.

با احتساب فرمول جاذبه و با اعمال تغییرات لازم در آن نامبرده باین نتیجه رسید که اگر تراکم ماده را در عالم عدد ثابتی فرض کنیم نیروی جاذبه متناسب با شعاع عالم است. اما چون عالم انتها ندارد این شعاع نیز بی نهایت است، لذا نیروی جاذبه در هر نقطه مفروض برابر بی نهایت است با وجود این در عمل چنین چیزی مشاهده نمی شود. پس باید پرسید که آیا قانون جاذبه عمومی در مقیاس عالم اعتباری ندارد؟

نظریات بسیاری برای حل این تضاد و تناقض پیشنهاد شده است. ساده ترین فرض اینست که تراکم ماده هر چه به پیش رویم کاهش می یابد؛ لذا سرانجام به نقطه ای از عالم خواهیم رسید که اصلاً ماده وجود ندارد. اگر چنین فرضی صحیح باشد باید وجود فضای تهی از ماده را بپذیریم اما این فرضیه جزئوری پوچی نیست چه نمی توان گوشه ای از فضا را یافت که تهی از ماده باشد یا اصلاً غیر مادی باشد پس چنین فرضی تضاد و تناقض سلیگر را حل نمی کند بلکه خود در برابر واقعیت ذوب می شود.

خود سلیگر معتقد است که نیروی جاذبه با مجذور فاصله نسبت عکس ندارد یعنی اگر دو جسم از هم دور شوند نیروی جاذبه بین آنها به نسبت مجذور فاصله آن دو کاهش نمی یابد بلکه بیش از آن کاسته می شود. این فرض گرچه تا حدی مشکل را حل می کند ولی صحت فرمولهای نیوتون را به خطر می اندازد.

غیر از تضاد و تناقض سلیگر پدیده های دیگری نیز توسط

دانشمندان کشف شده‌اند که عملاً و تجربتاً قانون جاذبه عمومی بطور دقیق قادر به تفسیر آنها نیست.

سیارات روی مدار بیضی شکل بدور خورشید می‌گردند و خورشید در یکی از کانونهای این بیضی قرار دارد. قانون مزبور را کیپلر کشف کرد و نیوتون هم به آن صحنه گذارد. محاسبات دقیق ثابت کرده‌اند که نزدیک‌ترین نقطه این مدار بیضی به خورشید بایستی طی مرور زمان در جهت حرکت سیاره روی مدار جابجا شود. مثلاً برای عطارد این تغییر مکان در طی یکصد سال طبق محاسبه باید برابر ۵۵۵۸ ثانیه باشد (منظور اجزای زاویه است) در حالیکه عملاً ۵۶۰۰ ثانیه می‌باشد. این زاویه ۴۲ ثانیه‌ای اضافه از کجا آمده است؟

مدتها دانشمندان از حل این معما عاجز بودند. می‌بایست در علم انسان انقلابی رخ دهد تا جواب این معما بدست آید. سرانجام این انقلاب دردانش بشری توسط نابغه آلمانی آلبرت انشتین صورت گرفت.

انقلابی که توسط پرفسور انشتین تحقق یافت

بشر از دیر باز می‌دانست که صوت با سرعت کمی پخش می‌شود. اگر در فاصله دوری از یک توپ آتشبار مستقر گردیم و توپ را آتش کنند فوراً نور آتشبار را خواهیم دید ولی زمانی کم و بیش طولانی باید صبر کرد تا صدای آنهم گوشمان را نوازش دهد. با دانستن فاصله توپ تا محل استقرار بادقت نزدیک به واقع می‌توان سرعت صوت را در هوا اندازه گرفت. سرعت صوت در هوای جو نزدیک سطح زمین سیصد و سی متر در

ثانیه است.

اما سنجش سرعت نور دشوارتر می باشد. با روشهای جدید آنرا نزدیک سیصد هزار کیلومتر در ثانیه بر آورد کرده اند. برای اولین بار سرعت سیر نور را از روی خسوفهای مشتری توسط اقمارش با مقایسه تفاوت زمانی خسوفها در مقارنه و مقابله زمین و مشتری حساب کردند. چون قطر بیضی مدار زمین معلوم بود می بایست اختلاف زمانی مزبور مربوط به طی این مسافت توسط نور باشد. در زمان ماسرعت سیر نور در آزمایشگاهها توسط آئینه های گردان انجام می گیرد.

اندازه گیری مناطق مختلف طیف الکترو مغناطیسی از نظر سرعت سیر نیز مثل نور مرئی انجام شده اما سرعت انتشار حوزه جاذبه چقدر است؟ این دیگر با چه سرعتی پخش می شود. آیا مثل صوت در جو با سیصد و سی متر در ثانیه پیش می رود و یا مثل نور با سیصد هزار کیلومتر یا اصلاً سرعتی مختص بخود دارد.

سابقاً گمان می رفت اجرام بدون اینکه محیط واسطه نقشی در میانه ایفا کنند یکدیگر را جذب می کنند اما از نقطه نظر مادی نمی توان فعل و انفعالی نشان داد که از درون هیچ بگذرد امروزه علم ثابت کرده است که انتقال هیچ پدیده فیزیکی بدون واسطه مقدور نیست مگر از ذره ای مادی به ذره مادی مجاور و مجاور و مجاور و مجاور برسد، بالاخره يك سلسله زنجیر اعمال اثر متقابل در زمان و مکان صورت گیرد. وقتی فشنگی از لوله اسلحه خارج شد به هدف می رسد، صدای ضربه و آتش آن قابل درك است البته همه اینها بشرطی است که ماشه را بچکانند و گلوله حرکت خود را آغاز کند و قس علیهذا.

از توالی جریان جاذبه می‌توان دریافت که آنی و خلق‌الساعه نیست بلکه با سرعت سیر نور برابر است.

فرضیه جدیدی این پدیده‌ها را تفسیر خواهد کرد. اساس این فرضیه از سال ۱۹۰۵ تا ۱۹۱۵ توسط آلبرت انشتین با طرح مسئله نسبیت محدود و نسبیت عمومی ریخته شد. او تحقیقات و محاسبات خود را روی هندسه لوباجوسکی (Lobatchevski) و ریمان (Riemann) پایه‌گذاری کرد.

یکی از نتایج اساسی فرضیه نسبیت محدود (Restreint) که ارتباط زمان و مکان را شرح می‌دهد، بیان رابطه جرم و انرژی است. بنابراین فرضیه هر جسم در حال حرکت دارای ذخیره انرژی سینتیک می‌باشد و جرم چنین جسمی بزرگتر از جرم همان جسم در حال سکون است.

هر چه انرژی جسمی بیشتر باشد جرمش بزرگتر است. جرم يك فنجان حاوی چای گرم بیش از جرم همان فنجان در حالی است که چای آن سرد باشد.

از رابطه جرم و انرژی بیان شده توسط انشتین می‌توان نتیجه گرفت يك كيلو گرم جرم معادل $9/18 \times 10^{15}$ كيلو گرم متر انرژی است.

پس جرم چیست؟ برای تعریف جرم بهتر است از بیان مکانیک فیزیک كمك گرفته شود. لذا جرم عبارت است از اندازه اینرسی يك جسم. در نتیجه جرم هر جسم معادل مقدار نیرو یا شتابی است که نیروی مزبور هنگام اعمال اثر بر جسم ایجاد می‌نماید. در علم فیزیک جرمی که

باین روش سنجیده شود جرم خنثی نامدارد.

از طرف دیگر می توان با توجه به قانون جاذبه عمومی نیوتون برای جرم تعریفی یافت. در این تعریف اجرام دو جسم یا چند جسم در برابر یکدیگر بی حرکت و ساکن جلوه خواهند کرد. جرمی که باین ترتیب شرح داده شد جرم جاذبه‌ای یا جرم وزنی نام دارد. کیفیت و طبیعت جرم خنثی و جرم وزنی با هم تفاوت دارند ولی قدر مطلق آنها بهر طریقی که سنجیده شود برابر است.

در بالا گفته شد قدر مطلق جرم خنثی در اثر سرعت افزایش می یابد؛ انشتین عقیده دارد جرم وزنی هم با تغییر سرعت عوض می شود. بنا بر این می توان نتیجه گرفت که اینرسی و جاذبه منشأ واحدی دارند.

ماکسول با آنکا به برابری سرعت سیر نور و امواج دیگر الکترو مغناطیسی نتیجه گرفت که نور هم جزئی از همین تموجات است. از این مطلب قبلاً نیز صحبت شد. کشف همین امر موجب پیشرفت عظیمی در دانش بشری گردید و برابری «اینرسی و جاذبه» انشتین روی پایه جرم خنثی و جرم جاذبه‌ای بر همین اصل پایه ریزی شده است.

نامبرده در سال ۱۹۱۵ فرضیه نسبیت عمومی را عرضه کرد که بیان دیگری از جاذبه عمومی است این تئوری بیش از جاذبه نیوتونی مختصات و جزئیات اجرام سماوی را در بر می گیرد. باین ترتیب بسیاری از پدیده‌های اسرار آمیز که قبلاً توجیحی نداشتند حل شدند.

بدیهی است در این کتاب جایی برای شرح تفصیلی فرضیه نسبیت عمومی انشتین وجود ندارد چه سراسر فرمولهای ریاضی است اما ما فهمیم فیزیکی آن بسیار ساده و قابل فهم است در عوض اثبات آنها نیاز

به اطلاعات ریاضی فوق عالی دارد.

در تجربیات و مشاهدات دانشمندان با توجه به فرضیه نسبیت انشتین تحولی بزرگ پدید آمده، مثلاً يك موج نورانی هنگامی که در حوزه قوی جاذبه قرار گیرد بطرف منبع جاذبه کشیده می شود درست مثل سنگی که بموازات سطح زمین پرتاب گردد پس از طی مسیری بطور منحنی به سطح خاک بر می گردد علت انحراف نور به سوی منبع جاذبه جرم آنست.

البته جرم يك شعاع نور بسیار اندك و سرعت حرکتش بسیار زیاد است بنابراین برای ایجاد تغییر در مسیر حرکتش بایستی حوزه جاذبه بسیار نیرومند باشد؛ چنین منابع جاذبه‌ای در طبیعت بسیار فراوانست مثلاً خورشید خودمان.

برای نخستین بار در سال ۱۹۱۹ برای اثبات این نظریه انشتین آزمایشی صورت گرفت در کسوف خورشید که در روز بیست و نهم ماه مه ۱۹۱۹ اتفاق افتاد دانشمندان از ستارگان مستقر در جوار خورشید عکس گرفتند یکبار دیگر از همان نقطه آسمان هنگامی که خورشید بحد کافی از آنجا دور بود عکس برداری شد. دو عکس را رویهم گذاشتند و ملاحظه شد دو عکس باهم منطبق نیستند. در فاصله دو عکس برداری ستارگان جابجا نشده بودند بلکه در کلیشه اولی تحت تأثیر نیروی جاذبه بسیار توانای خورشید انواری که به چشم ما میرسید یا توسط دستگاه عکاسی اخذ می گردید از مسیر اصلی منحرف شده بودند و تصویر ستارگان در جای غیر حقیقی آنها افتاده بود. قدر مطلق این تغییر مسیر در هشت ارزیابی جدا جدا که از سال ۱۹۱۹ تا ۱۹۵۲ صورت گرفت دقیقاً

بامحاسبه‌ایکه طبق فرمولهای انشتین بعمل آمده و ۱۲٪ استخراج شده بود تطبیق می‌کرد.

(برحسب فرضیه نسبیت عمومی نوری که از ستاره‌ای دور دست می‌آید هنگام عبور از کنار خورشید $1/75$ ثانیه از مسیر اصلی منحرف می‌شود. فتوگرافی‌های انجام شده در موارد مختلف نیز زاویه انحراف مزبور را بین $1/61$ و $1/98$ ثانیه نشان داده) و همه اینها هماهنگی فرضیه و تجربه را نشان می‌دهد و صحت فرضیه را بثبوت می‌رساند.

فرضیه نسبیت عمومی بسیاری از مسائل لاینحل نجوم کلاسیک مثل جابجا شدن اضافی نزدیک‌ترین نقطه سیاره روی مدار بیضی خود بدور خورشید را که فیزیک نیوتونی قادر به حل آنها نبود حل کرد و ۴۲ ثانیه اختلافی را که در محاسبه و مشاهده برای عطارد ملاحظه می‌شد تفسیر نمود.

بیان ریاضی - فرضیه جاذبه انشتین:

فرضیه نسبیت عمومی عبارت است از تئوری رابطه ماده و نیروی جاذبه که عالم را انباشته است.

اگر بجسمی به جرم M نیروئی برابر F وارد کنیم. این جسم سرعتی برابر g بدست می‌آورد. بنابراین $F = Mg$ است. اگر جسمی در حوزه ثقل همان سرعت را بدست آورد باز $F = Mg$ می‌شود در مورد اول جرم خنثی مورد نظر است (با توجه به اینکه نیروئی لازم است که اینرسی جسم را دفع کند) لذا جرم خنثی برابر جرم جاذبه‌ای است.

در همین جاست که یکی از اصول مهم فرضیه نسبیت به چشم می‌خورد یعنی اصل برابری جرم خنثی و جرم جاذبه‌ای یا جرم ثقلی.

اکنون باید از خود پرسید آیا با در نظر گرفتن کلیه نتایج حاصله از فرضیه نسبیت عمومی می‌توان آنرا به تمام عالم بیکران تعمیم داد یا خیر.

معادلات بدست آمده در محاسبات نسبیت عمومی فوق‌العاده پیچیده و درهم است این معادلات جزو معادلات دیفرانسیل غیر خطی می‌باشند و ریاضی معاصر با روابطی که در آن می‌شناسیم قادر به حل هیچ‌یک از فرمولهای نسبیت نمی‌باشد. بعنوان مثال می‌توان گفت دانشمندان يك دستگاه توپ آتشبار بسیار عالی و دقیق در اختیار دارند ولی برای گشودن آتش نیازمند به نشانه‌گیری هستند و طرز کار با ابزارهای نشانه‌گیری را نمی‌دانند.

برای بکار بردن این معادلات و حل آنها باید حتی المقدور آنها را ساده کرد یا مسائل کوچکتر و ساده‌تری را به دهان این ماشین غول پیکر داد. افشتین با این روش فرمولهای خود را برای مطالعه عالم بکار می‌برد. در اینجا باز می‌توان همان توپ آتشبار را در نظر گرفت، یعنی کلیه وسایل جنبی و ابزارهای نشانه روی دقیق آنرا حذف کرده‌ایم، فقط لوله توپ را بسوی هدف بر گردانده‌ایم.

قبل از کشف فرضیه نسبیت يك محاسبه جالب معمول بود. اگر فرض شود که اشعه نورانی تحت تأثیر حوزه جاذبه اجرام سماوی قرار می‌گیرند می‌توان مسیر نوری را که از کنار خورشید خودمان عبور می‌کند محاسبه و ترسیم کرد. در این محاسبه اگر از فرضیه مکانیک نیوتونی استفاده شود جر می‌را که با سرعت برابر C (سرعت سیر نور) از حوزه جاذبه خورشید می‌گذرد و بمای رسد ۰/۸۳ تا ۰/۸۵ ثانیه منحرف می‌شود. اما عکس برداریهایی که در کسوف

بله فرمولها را ساده کرده ایم و این اختصار شامل حذف اعضای درجه دوم و سوم معادلات است که در بادی نظر اثر قابل توجهی در نتیجه آن ندارند. باین ترتیب معادلات اساسی وابسته به این عناصر خواهند بود که شرح می دهیم: اعمال اثر متقابل حوزه الکترومغناطیسی يك شعاع نورانی، نیروی جاذبه اجرامی که بر سر راه نور قرار دارند و نیز اثر حوزه جاذبه بر روی خودش. در معادلات ساده شده اعمال اثر متقابل عناصر مذکور در نظر گرفته نشده. اکنون باید پرسید آیا با حذف این عناصر از معادله خطای حاصل از محاسبه قابل توجه است؟

در شرایط کره زمین و مقادیر قابل سنجش با قطر مدار بیضی زمین بدور خورشید این خطا اندك و قابل چشم پوشی است. اما در مسافتات بعید انرژی يك اشعه نورانی حتی يك فلوی فوتون قابل توجه و اندازه گیری است. در چنین احوال اختلاف محاسبه طی يك فرمول ساده شده و يك فرمول واقعی بسیار است.

از آنچه گفته شد چه نتیجه کلی بدست می آید؟

کامل انجام می گرفت با این محاسبه منطبق نبود بلکه قریب دو برابر آن یعنی ۱/۷۵ ثابته نشان می داد.

این اختلاف جز با فرضیه نسبیت عمومی قابل تفهیم نبود. بنابراین ماده ای که فضا را آکنده نه تنها آنرا تغییر شکل می دهد بلکه آنرا خم می کند. هر چه تراکم نقطه ای معین بیشتر باشد فضا در آن نقطه انحنای بیشتری دارد. حرکت اجسام روی خط منحنی با مسیر منحنی موجب ایجاد پدیدۀ جاذبه می شود همچنانکه حرکت قطار در يك مسیر پیچ و خم دار موجب پیدایش نیروی گریز از مرکز می شود، این همان نیروی اینرسی است.

می‌توان چنین استنباط کرد که فرضیهٔ جاذبه انشتین با مقیاسات ریاضی متداول فعلی خیلی خیلی دقیق‌تر از قانون جاذبهٔ عمومی نیوتون است. با نظریهٔ انشتین می‌توان قسمت بزرگی از عالم را مورد مطالعه قرار داد درحالی‌که دامنهٔ برد فرضیه نیوتون محدود می‌شود. اما فرضیه نسبیت انشتین را نمی‌توان به تمام عالم وجود تعمیم داد. با این همه تضاد و تناقض (Paradox) سلیگر با این تئوری تفسیر می‌شود و بخش بزرگی از جهان در برابر دیدگان ما گسترده می‌شود و آنچه در آن می‌گذرد مفهومی علمی می‌یابد.

عالم در حال انبساط

داستان «جهان پیوسته در حال گسترش» یکی از نتایج گمراه‌کننده است که از تعمیم فرمولهای نسبیت عمومی به تمام عالم حاصل می‌گردد.

در فضای منحنی خط مستقیم کوتاه‌ترین فاصله‌ای نیست که دو نقطه مفروض را بهم متصل می‌کند مثلاً در روی یک کره نزدیک‌ترین فاصله دو نقطه قوسی است از دایره بزرگ آن کره (دایره بزرگ هر کره عبارت است از مقطعی از کره که از مرکز آن بگذرد).

بیان ریاضی حرکت روی چنان مسیر منحنی فوق‌العاده پیچیده است. در اینجا حتی ساده‌ترین فرمول آنرا هم نمی‌توان ارائه داد. نیروی جاذبه نه تنها مربوط به انحناى فضا است بلکه با سرعت حرکت اجسام رابطه دارد. تحت تأثیر نیروی ثقل يك شعاع نورانی بایستی بطرف اجرام وزین منحرف گردد و البته باید طول موج آنها تغییر کند. اگر از منبع نوری

یکی از طرق حل معادلات این فرضیه توسط دانشمند شوروی بنام فریدمان (A. Friedman) پیشنهاد شده و به این منجر می شود که عالم را در حال انبساط بدانیم. لهذا تراکم ماده درعالم تابعی است از متغیر سرعت گریز و فاصله کهکشانهای دور دست از یکدیگر هر چه سرعت فرار کهکشانها بیشتر شود تراکم ماده کمتر می شود.

لذا هر چه کهکشانها از ما دورتر باشند سرعت تغییر مکانشان بیشتر است و هر يك در جهت دیگری در پرواز.

برای اثبات این امر سفری بسیار سریع در فضای بین کهکشانها انجام می دهیم. در اطاقك سفینه خیالی خود سوار می شویم. موتورهای موشك بکار می افتند ... در اطرافمان ازهرسو درخشش خیره کننده کهکشانهای بی شماری به چشم می خورد. فواصلی که دوتوده درخشان را از یکدیگر جدا می کند دهها بار بیش از ابعاد هر کهکشان است. آنچه می جوئیم سرعت حرکت آنهاست نه فواصلشان. برای مثال ده کهکشان نزدیک بخود را بر می گزینیم بطوری که کلیه جزئیات آنها دیده شود. بقیه که دورتر اند چون لکه های بی رنگی در پهنه سیاه فضا به چشم می آیند، هر چه موشك پیش می رود آنها تدریجاً محوتر و محوتر می شوند تا بکلی از دیدگان ما پنهان شوند.

طول موج λ ساطع شود هر گاه از آن منبع دور شویم بر طول موج (λ) افزوده می گردد و جسم نورانی بطرف قرمز متمایل می شود. اگر به سوی جسم نورانی برویم از طول موجش کاسته می گردد بنابراین آبی رنگ بنظر می رسد.

این پدیده را می توان با معادله فوق العاده ساده ای بیان کرد:

بچه طریق سرعت کهکشانش را می‌سنجیم؟ کنترل ما در این مورد چیست؟ دانشمندان برای آنهم راه حلی یافته‌اند. به این منظور از پدیده دوپلر (Doppler) کمک می‌گیرند.

آیا هرگز صدای سوت گوشخراش قطاری را که به ایستگاه نزدیک می‌شود شنیده‌اید؟ اگر شدت صدای سوت مزبور را در وقتی که قطار ایستاده است و همچنین وقتی که در حرکت است بدانیم از اختلاف شدت سوت می‌توانیم سرعت حرکت قطار را محاسبه نمائیم، اما این کار در مورد قطار ضرورتی ندارد چه بادهای بادها روشن‌تر می‌توان سرعت آنرا سنجید. اما برای اندازه‌گیری سرعت حرکت کهکشانشا روشن دیگری در دست نداریم، البته در این مورد از تغییر صدا استفاده نمی‌شود بلکه از تغییر مکان فاق‌های طیفی عناصر در طیف الکترومغناطیسی سود می‌جویند. بعبارت دیگر تغییر فرکانس امواج نورانی است (دوفنومن مذکور در فوق در پاره‌ای جهت بهم شبیه‌اند) که سرعت حرکت کهکشانشا را تعیین می‌کند بشرطی که تغییر مکان آنها شعاعی باشد یعنی بمانند نزدیک شوند یا از ما دور شوند.

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \pm \frac{MG}{rc^2}$$

در اینجا $\Delta\lambda$ عبارت است از تغییر طول موج r عبارت است از فاصله دو جسم و M عبارت است از جرم جسم دوم.

این نتیجه قابل لمس است و در مورد ستارگان بسیار بزرگه بوضوح دیده می‌شود. تعیین تغییرات طول موج دومین نتیجه فرضیه نسبیت عمومی است

که با فرمول مقابل مشخص می‌شود $\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = 2 \times 10^{-6}$ قبلاً نیز در مورد

طیف یست کهکشان را گرفته باهم مقایسه می‌نمائیم. خوشبختانه سفینه خیالی ما دارای کلیه وسایل علمی ضروری است. چه پدیده بدیعی! کلیه فاقهای طیف مورد نظر بسوی قرمز جابجا می‌شوند. بعبارت دیگر چنین بنظر می‌رسد که طول موج آنها زیاد می‌شود. معنای دیگر آن اینست که کهکشانها از ما دور می‌شوند. باین ترتیب ما بیک قانون دیگر نیز دست یافته‌ایم. هر چه کهکشان مورد نظر از ما دورتر باشد سرعت گریز آن بیشتر است یعنی انحراف فاقها یا میل فاقها به سوی قرمز شدیدتر است. لذا کهکشانهای دور از ما با سرعتی دیوانه‌وار یا سرعتی در مقیاس اعداد و ارقام کیهانی در حرکت‌اند. سرعت گریز بعضی از آنها به ۶۰/۰۰۰ کیلومتر در ثانیه می‌رسد.

سومین نتیجه این فرضیه یعنی انحراف نور از مسیر اصلی هنگام عبور از کنار اجرام سماوی صحبت کردیم و وجه افتراق آن را با جاذبه نیوتونی بیان نمودیم.

با توجه به این امر که نیروی جاذبه نیروئی است قابل جذب و باعطف نظر باینکه زوجها و ذرات پیوسته پدیدمی‌آیند قانون جاذبه را برای حوزه‌های ضعیف می‌توان بر طبق این فرمول نوشت:

$$F = \frac{GM_1 M_2}{r^2} \times e^{\frac{r}{R}}$$

در اینجا R عبارت است از قدر مطلقى که طول مسیر جاذبه را نشان می‌دهد (مسیری که در آن به هیچ سو جذب نمی‌شود). این قدر مطلق عبارت است از 10^{27} Cm تا 10^{30} Cm و $e = 2/72$ پایه لگاریتم طبیعی می‌باشد.

اکنون کهکشان‌ها در جهات مختلف از یکدیگر دور می‌شوند پس می‌بایست روزگاری آنها خیلی بهم نزدیک بوده باشند. دانشمندان طبق محاسبات ریاضی باین نتیجه رسیده‌اند که میلیاردها سال پیش کلیه کهکشان‌ها در منطقه نسبتاً کوچکی از فضا که زمین هم در آنجا قرار دارد مجتمع بوده‌اند. دانشمندانی که در رشته ژئوفیزیک تخصص دارند با روش اندازه‌گیری سن متوسط مواد رادیو آکتیو سن عمیق‌ترین افشار جامد زمین و نیز سنگهای سماوی یعنی سهل الوصول ترین اجرامی را که از کیهان به‌سوی ما می‌آیند بر آورد و با یکدیگر مقایسه کرده‌اند. درست همان ارقامی بدست آمده که ستاره شناسان استخراج کرده‌اند.

ماده‌ای که زمین را ساخته یا سنگهای سماوی را بوجود آورده است پنج یا شش میلیارد سال پیش شکل گرفته.

بر اساس این استدراکات پاره‌ای از دانشمندان راعقیده بر اینست که میلیاردها سال پیش تمام ماده‌ای که درعالم می‌شناسیم توده‌ای فشرده از «اتم ابتدائی» بوده که منفجر گردیده و در اثر این انفجار مهیب مواد مختلف پدید آمده و هر توده مادی با سرعتی عظیم در جهتی بحرکت درآمده است. در همان زمان در منطقه‌ای که چنین استحاله پدید آمده توده‌های متراکم مادی‌ای پدیدارگشته که آنها را بصورت کهکشان‌ها یا توده‌های گرد و گاز کیهانی ملاحظه می‌نمائیم. در بطن همین توده‌های مادی است که خورشیدها و منظومه‌های شمسی متولد گردیده‌اند. خارج از حوزه اثرات استحاله‌ای که نام بردیم هیچ چیز وجود ندارد حتی فضا هم نیست.

پاره‌ای در باره صحت چنین استنتاجی دچار تردید می‌شوند . اما از نقطه نظر ما فرضیه جهان در حال گسترش بحد کافی متکی بدلیل است. نمی‌توان پاره‌ای از پدیده‌ها از جمله میل طول موج نور مرئی را بسمت قرمز که نشانه گریز کهکشان‌هاست یا کشفیات دانش ژئوفیزیک راکه سن زمین و سنگهای سماوی را با روش سنجش رادیو آکتیو تخمین می‌زند نادیده گرفت.

برای درك بهتر موضوع مثال زیر را در نظر می‌گیریم . گمان کنیم ذرات يك گاز نامشخص هر چه که می‌خواهد باشد در لحظه معینی از هر سو به سمت مرکز هجوم کنند. لحظه‌ای فرا خواهد رسید که کلیه ذرات بهم خواهند چسبید ؛ نقطه التصاق کلیه ذرات را منطقه ثبوت (Region de stabilité) می‌نامند در این نقطه انرژی حرکتی (انرژی سینتیک) ذرات بصورت متراکم و فشرده در خواهد آمد ؛ سپس این انرژی فشرده و اتش خواهد یافت و ذرات گاز از هم دور خواهند شد . موج شوك از مرکز گلوله بهم فشرده به اطراف حرکت خواهد کرد و همینکه به سطح آن رسید پدیده جاری شدن در گاز ظاهر خواهد گشت (راجع به موج شوك و اثرات و قوانین آن در فصل مربوط به انفجار مفصلاً بحث خواهد شد). ذراتی که در سطح گلوله گازی قرار دارند با حداکثر سرعت حرکت خواهند کرد. سرعت ذراتی که در وسط قرار گرفته‌اند خیلی کمتر از آن خواهد بود. با تجربه زیر میتوان آن را بوضوح دید، در روی يك ميز بیلارد چندین گلوله را ردیف پشت سر هم قرار دهید بطوریکه بهم چسبیده باشند. سپس بانوك چوب ضربه‌ای به‌اولی وارد نمائید ملاحظه می‌شود آنکه دورتر از همه است در اثر

موج شوک فاصله بیشتری را طی می‌کند گلوله‌های بعدی کمتر و کمتر باین ترتیب دیده می‌شود یکی دو گلوله اول تقریباً از جای خود حرکت نکرده‌اند.

این را هم باید افزود که ذرات گاز نسبت بهم جاذبه‌ای دارند و ذرات مرکزی در گاز در حال انبساط دوباره متمرکز خواهند شد و هسته بحال نبضان خواهد افتاد ، پدیده مشابهی نیز در رشته پلازما مشاهده کرده‌ایم .

اگر به مدل انتخاب شده ابعاد عظیم به بخشیم ، می‌توانیم گمان کنیم که ماده موجود در عالم تحت تأثیر نیروی جاذبه متقابل بدور مرکز جمع آمده، فشارهای خارق‌العاده و شدیدی که احتمالاً در اینجا از نوع واکنش‌های هسته‌ای بوده موجب آزاد شدن مقدار زیادی انرژی و رانده شدن قطعات مادی عظیم چون کهکشان‌ها گردیده ، محتمل است که ما اکنون اثرات چنان انفجار هولناکی را مشاهده می‌نمائیم و ساعت این انفجار درست با خود انفجار کوك شده یعنی هسته اورانیومی که پدید آمده و ما نیمه عمر آنرا می‌دانیم.

اکنون قادر به شرح جزئیات چنان انفجاری نمی‌باشیم ، حتی نمی‌دانیم ماده قبل از انفجار و در حین انفجار چه شکلی داشته است. چه ماده جاودانی است تنها صورت عوض می‌کند، از لباسی به لباس دیگر درمی‌آید .

اما با اعتماد کامل این را می‌توان گفت که انفجار یادشده سر آغاز «آفرینش جهان» و تولد عالم نیست . فاجعه انفجاری که از بطن آن دنیاها و کهکشان‌هایی که می‌شناسیم بیرون آمده فصل جدید تاریخ تکامل

ابدی ماده در گوشه کوچکی از عالم بی انتهاست.

کوششی که پاره‌ای دانشمندان با تکیه به معادلات انشتین برای محدود کردن عالم به همین جهان در حال گسترش مبذول می‌دارند نیز پایه‌های سستی دارد. عالم در زمان و مکان لایتناهی است و منطقه‌ای که از آن می‌شناسیم و حدودی که با نیروی تصور و اندیشه برایش قائل می‌شویم نمی‌تواند مبین واقعیت عالم باشد همچنان که بادیکن میلمان يك اطاق واقع در ساختمانی نه طبقه فی المثل قادر به قضاوت در بارهٔ اموری نمی‌باشم که در کلیهٔ آپارتمانهای شهر بزرگی جاری است.

فرضیهٔ يك گوشه در حال گسترش عالم بخوبی شکل مارپیچی یا گردبادی کهکشان‌ها خاصه کهکشان ما را بیان می‌کند. در نتیجه در عقب جلوترین منطقه موج شوك یا در پس پیشانی موج شوك باید حرکات گردبادی پدید آید. ممکن است قسمت جلویی موج موشك حاصل از انفجار جهان ما را با سرعت سیر نور انبساط دهد و هر لحظه از مادورتر شود و از حدود اندازه‌گیری ما فراتر رود اما بهر تقدیر فعلا در باره آن هیچ چیز نمی‌دانیم. ولی کهکشان‌های مارپیچی یا گردبادی بعلت جرم زیاد و نیروی جاذبه عمومی سازمانهای پایداری می‌باشند. در بطن این قبیل تشکیلات مدون و نیز در آغوش توده‌های گرد و گاز کیهانی هر لحظه خورشیدی و منظومهٔ خورشیدی جدیدی زاده می‌شود.

گرداب را نگاه کنید. گردابهایی را که بلا انقطاع بدنبال کشتی سریع‌السیر پدید می‌آیند، هر چه این گردابها به عقب کشتی نزدیک‌تر باشند با سرعت بیشتری دنبال آن می‌روند، هر چه از کشتی عقب می‌مانند سرعتشان کاسته می‌گردد. برای ناظری که در قسمت خلفی کشتی

سریع‌السير ایستاده و گردابها را می‌نگرد سرعت گردابها هرچه دورتر شوند بیشتر می‌شود. پیشانی یا قسمت قدامی موج شوك همانند عقب‌کشتی نیست که موقع حرکت در ماده موجود در عالم گرداب‌ها یا مارپیچهای کهکشانی را پدید آورده باشد؟

می‌توان گمان کرد که پدیده گسترش جهان قابل رؤیت موضعی و فصلی است یعنی امری است تابع زمان و مکان. در مجموع عالم لایتناهی گوشه‌های بی‌شماری می‌توان یافت که در حال گسترش یا در حال فشرده شدن باشند.

اکنون ما قادر نمی‌باشیم سفینه خویش را با چنان سرعتی پیش برانیم که از قسمت جلوئی موج انفجار جهان در حال گسترش ما پیشی بگیرد یا بعبارت دیگر به جهان در حال انقباض وارد گردد. خارج شدن از جهان در حال گسترش نیازمند به سرعتی بیش از سرعت سیر نور است، بدست آوردن آن هم خواب و خیالی بیش نیست.

ذرات نیروی جاذبه

کلیه مسائلی را که دانش امروز درباره نیروی جاذبه برای گفتن دارد بطور خلاصه ذکر کردیم و بی‌پرده اعتراف می‌کنیم این چیز مختصری است.

از همه گذشته نه جاذبه عمومی نیوتون نه نسبیت عمومی انشتین بیان‌کننده این نیستند که چرا اجرام یکدیگر را جذب می‌کنند بلکه فقط قوانین حاکم بر این جاذبه را شرح می‌دهند.

انشتین در زمان خود باین مطلب واقف شده بود که شعاع نورانی رشته پیوسته‌ای نیست بلکه سلسله‌ای مرکب از افواجی است که مثل دانه‌های تسبیح بدنبال هم فرا می‌رسند. هر فوج را يك کوانتای نورانی (Quanta) می‌نامید. امروزه این ذرات را فوتون می‌نامیم، وجود کوانتا یا فوتون در تجربیات متعددی از دانشمندان از جمله یوفه (yoffé) و دوبرنراف (Dobronravov) فریکدانان شوروی اثبات شده است. لذا در طراحی فرضیه کوانتائی نور دانشمندان بسیاری دست اندرکار بوده‌اند.

اکنون که تئوری کوانتائی حوزه الکترو مغناطیسی رشد بسیار یافته و با نتایج تجربی تطبیق نموده می‌توان برای جاذبه نیز فرضیه‌ای کوانتائی عرضه کرد. قبل از همه چیز باید گفت آنچه در این مورد ارائه می‌شود فرضیه‌ای نیست که توسط کلیه جوامع علمی پذیرفته شده باشد.

اکنون فرض کنیم ذراتی ابتدائی بنام گراویتون (Graviton) خودبخود از تمام اجسام ساطع می‌شود. قبول کنیم که شدت تشعشع ذرات جاذبه هرچه حرارت هسته‌ای زیادتر باشد بیشتر است (حرارت هسته‌ای عبارت است از انرژی نهفته در داخل هسته اتم) یعنی با شدت تشعشع کوانتای نورانی عبارت ساده‌تر با شدت نورانی جسم یا میزان درجه حرارت آن ارتباط دارد. با وجود این انرژی تشعشعی جاذبه باید وابسته به حرارت هسته‌ای باشد. برای يك قسمت جزئی هم که شده نتوانسته‌اند تاکنون این وابستگی را نشان دهند.

باین ترتیب شدت ساطع شدن گراویتون وابسته به حرارت است؛

البته نه حرارت ظاهری جسم بلکه حرارت داخلی ذرات ابتدائی که آن را تشکیل می‌دهند یعنی درجه و میزان حرکت حرارتی آنها. گرچه ذرات ابتدائی اجسام حتی در حرارت صفر یعنی حالت استراحت نیز نوساناتی دارند و این نوسانات با فرکانس $۱۰^{۲۲}$ تا $۱۰^{۲۴}$ هرتز (يك هرتز برابر يك پریود درثانیه است) می‌باشد و این نوسانات در خلأ صورت نمی‌گیرد چه خلأئی وجود ندارد لذا نوسانات درملائی از حوزه واقع می‌شود، یعنی محیطی که ذرات مجبور به اعمال فشار متقابل اند، لذا می‌توان چنین گمان کرد که در هر نوسان ذره ابتدائی مقدار بسیار ناچیزی انرژی در محیط اطراف خود رها می‌سازد ما معادل مادی انرژی مزبور را گراویتون می‌نامیم و به انرژی ساطع شده از يك جرم گراویتون ساده می‌گویند (انرژی هر جرم مادی عبارت است از حاصل تقسیم جرم بر مجذور سرعت نور). سرانجام باید این را هم در نظر داشت که تعداد گراویتون (انرژی) رها شده در درجه معینی از حرکت حرارتی متناسب با جرم (جرم گراویتون یا انرژی) ذراتی است که این گراویتون‌ها را رها می‌سازند.

طرح هیدرو دینامیک (ماکت هیدرو دینامیک) زیر را در نظر بگیریم: دولوله که دوسرش باز است طوری قرار دهیم که دهانه آنها قدری فاصله داشته باشند. درون هر دولوله ماده منفجر شونده‌ای را آتش کنیم، گازهای حاصل از احتراق از دوسر لوله‌ها بیرون می‌جهند. در چنین وضعی توقع داریم لوله‌ها از یکدیگر جدا شوند و حال آن که بعکس انتظار ما لوله‌ها یکدیگر نزدیک می‌شوند. چرا؟! دلیل این پدیده حیرت انگیز چیست؟ دلیل اینست که در اثر خروج گاز از

دوسر نزدیک بهم لوله بدنبال احتراق مواد منفجره يك منطقه پرفشار درین دلوله ایجاد می شود که در اثر آن نیروی دورکننده لوله ها از هم تفریق می شوند. از طرف دیگر در اثر جهش گاز از سردیگر لوله ها مثل حرکت موشك لوله ها بسوی یکدیگر رانده می شوند.

اکنون دو جسم در نظر آوریم که در تمام جهات ذرات جاذبه یا گراویتون پخش می کنند بدیهی است شدت حوزه جاذبه بین آندو خیلی بیشتر از نقاط دیگر اطراف آنهاست و شدت ساطع شدن گراویتون در جهات خطوط حوزه بین دو جسم بیش از آنی است که روی خطوط نیرو در جهات دیگر منتشر می گردد. باین ترتیب جمع جبری نیروی گراویتون هائی که در جهت مخالف انتشار می یابند موجب راندن دو جسم بسوی یکدیگر می شوند (در اینجا این نیرو را نیروی رجعت دهنده می نامیم)

در آزمایشی که با دو لوله انجام شد غیر از نیروی رجعت دهنده نیروی رماننده دیگری که محصول فشار فوق العاده زیاد بین دوسر نزدیک بهم لوله هاست دست اندر کار است.

همان نیروی رماننده در حوزه جاذبه قوی نیز وجود دارد حتی وقتی دو جسم بهم نزدیک می شوند نیز وجود آن کاملاً محسوس است. اما نیروی رماننده در برابر نیروی جاذبه بقدری ناچیز است که مثل ارقام اعشاری بسیار كوچك قابل صرف نظر کردن در محاسبات می باشد. با وجود این اگر ماده ای پیدا کنیم که وزن مخصوص فوق العاده زیاد داشته باشد که البته چنین ماده ای در طبیعت وجود ندارد بفرض وزن مخصوص آن 10^{16} باشد یعنی يك سانتیمتر مکعب آن ده میلیارد تن وزن داشته

باشد، شدت فشار حوزه ثقل در اطراف چنین جسمی آنقدر زیاد خواهد بود که نیروی جاذبه را خنثی کرده از آن درگذرد، دو قطعه از چنین ماده‌ای بجای آنکه یکدیگر را جذب کنند همدیگر را دفع خواهند کرد. اما محال است ماده‌ای با چنان وزن مخصوص بیابیم چه در همان لحظه‌ای که آنرا می‌یابیم فداش یکدیگر را از خود دور کرد بصورت دیگری درخواهند آمد.

اگر حوزه جاذبه دارای انرژی علیهذا صاحب جرم است پس اجسام پیوسته گراویتون یعنی جرم و انرژی از دست می‌دهند. برای نخستین بار پرفسور ایوانسکو (Ivanenko) نشان داد که اگر دو گراویتون مفروض بهم تصادم نمایند و ادغام شوند یک زوج ذره ابتدائی مادی مثلاً یک الکترون و یک پوزیتون (Positon) حاصل می‌شود و اینها بنفسه می‌توانند مبدل به گراویتون شوند. با اینهمه برای این که دوزره ابتدائی به دو یا چند گراویتون مبدل شود یا بعکس گراویتون به جرم مادی شناخته شده‌ای بدل گردد بمقدار متناهی انرژی نیازمندیم که حتی در اشعه کیهانی نیز موجود نیست بنابراین احتمال چنان کنش و واکنشی فوق‌العاده کم می‌شود.

درست بعکس آن احتمال آزاد شدن خود بخود الکترون فوق‌العاده زیاد می‌باشد.

چون هر دانه گراویتون مقداری از جرم ذره ابتدائی را که از آن آزاد شده به همراه دارد با داشتن انرژی گراویتون می‌توان محاسبه کرد چقدر زمان لازم است که هر ذره ابتدائی به نصف تقلیل یابد، بعبارت دیگر می‌توان نیمه عمر ماده‌ای را که به حوزه جاذبه مبدل می‌شود

محاسبه کرد. این مدت زمان چندین ده میلیارد سال برآورد شده است.

محاسبات نشان داده اند که جرم گراویتون ناچیز است و قدر مطلق آنرا می توان با رقم $۱۰^{-۶۶} \times ۵$ گرم نشان داد.

انرژی هر گراویتون $۱۰^{-۴۵} \times ۵$ ارگ است. چون جرم پروتون مساوی $۱۰^{-۲۴} \times ۱/۷$ گرم می باشد (الکترون ۱۸۴۰ بار سبکتر از آنست) و فرکانس نوسانات آن $۱۰^{۲۳}$ هر تر است لذا چند ده میلیارد سال لازم است که جرم پروتون به نصف کاهش یابد. این مدت را نیمه عمر پروتون می نامند (به تقلید از نیمه عمر مواد رادیو آکتیو).

اگر قبول نمائیم تراکم گراویتون وابسته به پروتون است یعنی برابر $۱۰^{۱۴}$ گرم بر سانتیمتر مکعب می باشد، شعاع گراویتون حاصل از پروتون خیلی ناچیز و برابر رقمی مثل $۱۰^{-۲۷} \times ۲$ بر سانتیمتر مربع خواهد بود و حال آنکه شعاع پروتون $۱۰^{-۱۳} \times ۱/۵$ بر سانتیمتر مربع است. باین ترتیب در مقام مقایسه با پروتون گراویتون را می توان غبار بی قدری در برابر کره زمین دانست.

خیلی محتمل است که تبدیل ماده به گراویتون بستگی به يك سلسله شرایط فیزیکی علی الخصوص؛ چگالی و حرکت حرارتی ذرات ابتدائی و شکل هسته عنصر شیمیائی داشته باشد. فیزیک دانان در حرارتهای زیاد منتظر بروز انرژی نهفته بصورت ذخیره در هسته عناصر اند. بنظر می رسد در حرارتهائی که خیلی بالا نیستند سرعت تبدیل ماده به گراویتون کمتر از آنست که در شرایط حرارتی معمولی ملاحظه می کنیم. اگر جسمی کمتر از معمول گراویتون رها سازد

اعمال اثر متقابل آن با اجسام مجاور کاهش خواهد یافت و وزنش نیز کم می‌شود. هر آینه مقدار گراویتون رها شده از جسم مزبور افزایش یابد و وزنش افزوده شده مافوق سنگین می‌شود. اکنون باید پرسید که آیا در فضای نامتناهی اجسام مافوق سنگین و ماورای سبك یافت می‌شود؟ آیا سفینه خیالی مادر پژوهش چنین اجرام سماوی ما ریاوری خواهد کرد یا خیر؟

قمر یکی از اسرار آمیزترین ستارگان یعنی سیریوس (Sirius) را در نظر می‌گیریم. این ستاره كوچك و كم نور جزو ستارگانی است که منجمین اصطلاحاً آنها را کوتوله‌های سفید می‌نامند. بلی کوتوله‌است چه از خورشید ما بسیار كوچكتر می‌باشد. ابعاد آنرا هنگام تماشا از پنجره سفینه خیالی خود تخمین زده‌ایم. با اینهمه اشعه‌ای سوزان دارد و حرارت سطحش به پانزده هزار درجه بالغ می‌شود یعنی قریب دو برابر و نیم حرارت خورشید خودمان. این کوتوله سفید سفینه ما را با جاذبه‌ای هولناك بسوی خود می‌کشد. این قضیه از يك جهت قابل فهم است دانشمندان وزن مخصوص آنرا تخمین زده‌اند و دریافته‌اند که چگالی آن يك میلیارد بار بیشتر از سنگترین اجسامی است که روی زمین خود داریم. بر حسب برآورد صاحبان فن يك سانتیمتر مكعب از جرم این ستاره يك هزار تن وزن دارد. يك نخود از این ماده ناشناخته یا يك دکه لباس از آن جنس هم وزن يك قطار است.

اکنون به اثبات این گفته می‌پردازیم. از سفینه کیهانی خود موشکی خودکار بطرف قمر سیریوس می‌فرستیم. موشك از طبقات فوقانی و پلاسمائی جو و سپس افشار زیرین اتمسفر کوتوله سفید نمونه برداری

کرده برای ما ارسال می کند.

هم اکنون چنین می انگاریم که مواد مزبور در آزمایشگاه در دسترمان قرار دارد. آنرا بدقت بررسی می کنیم. جرم خنثی در مواد مزبور آنقدرها زیاد نیست، پس مفهوم جاذبه عظیم این ستاره چیست؟ برای چه مواد مزبور در ستاره وزنی شگرف دارند؟

زیرا این مواد در ستاره مقدار زیادی گراویتون ساطع می کنند. سرعت تجزیه مواد موجود در کوتوله سفید و تبدیل آن به گراویتون بی نهایت سریع تر از چنین تبدیلی در حوزه جاذبه زمینی است. آیا موادی که کوتوله های سفید را می سازند فقط از هسته متراکم اتم ساخته نشده اند که قشر الکترونیک خود را از دست داده باشند؟ چرا اکثر دانشمندان بر این عقیده اند.

گرچه دشوار است ولی امتحان زیر کاملاً عملی است: آزمایش زیر را در نظر آورید؛ دو جسم را که فاصله اندکی دارند در نظر می گیریم. بین آن دو یک ناحیه مشخص جاذبه بوجود می آید. بطور ناگهانی و سریعاً یکی از دو جسم را دور می کنیم. علامت این حرکت روی جسم دیگر با سرعت سیر نور منعکس می شود. در همان زمان یک « موج ضد فشار جاذبه » حوزه جاذبه را طی خواهد کرد. سرعت سیر این موج $1/7$ بار کمتر از سیر جاذبه است و موقعی قابل درک است که به جسم دوم برسد یعنی به جسمی که اولی از آن دور می شود.

باچه روشی می توان تجربه ای بکار برد که این فرضیه را ثابت کند. آیا روشهای تجربی مدرن آنقدر کامل هست که آنرا نشان دهد؟ دانستن اینکه به چه نحو اجسام ذرات گراویتون را جذب می نمایند

نیز بنفسه موضوع جالبی است . می توان هنگام کسوف کامل یعنی زمانی که ماه بین زمین و جرم عظیم خورشید قرار می گیرد به تجربه‌ای دست زد . آیا قدرت جاذبه خورشید روی اجسامی که در مرکز سایه ماه قرار می گیرند کاهش می یابد ؟ اصولاً باید ماده گراویتون را جذب کند ولی در عمل نمی دانیم میزان شفافیت اجسام برای گراویتون چقدر است با توجه به پدیده دوپلر (Doppler) در حوزه جاذبه می توان تجربه‌ای ترتیب داد ؟ .

در این مورد تئوری هیدرو دینامیک جاذبه عمومی می تواند پاسخی باین سؤال بدهد که چرا سرعت کاهش وزن با افزایش فاصله خیلی بیش از آنست که قانون جاذبه عمومی نیوتون پیش بینی می کند (کاهش وزن رابطه مستقیم باعکس مجذور فاصله دارد) .

دلیل آن اینست که گراویتون در طی مسیر تدریجاً به ذرات ابتدائی دیگر مبدل می شود و بهمین ترتیب تفسیری برای تناقض و تضاد سلیگر می توان یافت که اینقدر دانشمندان را سرگردان کرده بود .

تئوری هیدرو دینامیک جاذبه برای جایگزینی فرضیه جاذبه انشتین پیشنهاد نمی شود چه بر نسبت عمومی انشتین پدیده های بی شماری متکی است اما تئوری هیدرو دینامیک موجب میشود ایده دقیق تری از جاذبه داشته باشیم خاصه نیروی رمانده اجسام را باروشن بینی خاص درك و جذب کنیم .

در قلب اتم

بنظر می رسد حوزه جاذبه حوزه ای است فوق العاده نیرومند . همین نیروست که هماهنگی دنیا را تأمین می کند. اما حوزه حکمرانی آن جایی است که نیروی دیگری در برابرش قد علم نکند مثل دنیای سیارات و اقمار و اجسام اما در قلب اتم داستان دیگری است نیروی جاذبه در برابر نیروی هسته ای قدرت عرض اندام ندارد یعنی 10^{36} بار ضعیف تر از نیروی نهفته در درون هسته است و این نیرو همان است که حوزه هسته نام دارد. اگر نیروی حوزه هسته راهنگامی که ذرات هسته وارد اعمال اثر متقابل شده اند واحد بگیریم نیروی جاذبه بین ذرات مزبور برابر رقمی اعشاری خواهد شد که بعد از ممیز سی و شش صفر بگذاریم و رقم سی و هفتمی يك باشد.

بعکس نیروی جاذبه حوزه الکترو مغناطیسی در قلب اتم نسبتاً قابل توجه است . با اینهمه نیروی آنهم یکصد بار کمتر از نیروی حوزه هسته است.

لذا قبل از هر نکته دیگر عظمت و سترگی انرژی حوزه هسته اتم را خاطر نشان می سازیم. اما برد حوزه هسته ای یا منطقه عمل آن مسافات بسیار كوچك است فی المثل در بعد يك میلیارديم ميكرون . اعمال اثر متقابل دوزده ابتدائی حتی در يك اتم از نظر فعال و انفعال حوزه هسته برابر صفر است چه ابعاد يك اتم فقط هزار بار بزرگتر از میلیارديم ميكرون می باشد . لذا برای ظهور اثر حوزه هسته فواصل و مسافات فوق العاده كوچك حتی كوچکتر از قطر اتم ضروری است .

دانشمندان چند خاصیت دیگر حوزه هسته‌ای را نیز کشف و برملا کرده‌اند. همچنین آنان موفق شده‌اند کشف کنند که در هسته‌اتم ذرات ابتدائی مجاور هم بر روی یکدیگر اثر مخصوص دارند و این منحصر به دو ذره مجاورست نه ذره دورتر از لحاظ فیزیکی این پدیده را «اشباع حوزه هسته‌ای» می‌نامند. دانشمندان هنوز موفق به تفسیر و بیان آن نشده‌اند. شاید این پدیده مبین اثر ماندگی دو ذره ابتدائی هنگام نزدیک شدن آنها بهم باشد گرچه فاصله آنها در این حرکات بسیار ناچیز و اندک است.

دانشمندان یک پدیده بسیار جالب دیگری نیز در حوزه هسته‌ای کشف کرده‌اند، پدیده مزبور اینست که اعمال اثر متقابل ذرات ابتدائی منحصرأ بستگی بفاصله آنها ندارد بلکه به جهت استقرار خارروی این ذرات نیز مربوط است.

خاری که از آن یاد شد چیست؟ این اصطلاح در فیزیک ذرات ابتدائی مشخص کننده حالت ذره ابتدائی است. زمانیکه این واژه وضع شد ذرات ابتدائی را چون گلوله‌های گرد کوچک فرض می‌کردند، یک مشت فنومن ثابت می‌کند که این گلوله‌های گسرد دائم به دور خود می‌گردند. گشت آور دورانی (Moment cinétique) مخصوص الکترون یا هر ذره ابتدائی دیگر که از چرخش بدور خود هر ذره حاصل می‌شود خار ذره نام دارد.

بعدها معلوم شد که محال است ذرات ابتدائی را چون گلوله‌ها جامدی انگاریم. اما در اندیشه خار ذره گرچه مفهوم فیزیکی آن نه عوض شد محفوظ ماند. باوجود این برای آسان کردن فهم اعمال ائ

متقابل ذرات ابتدائی در لحظه معین آنها را چون گویهائی فرض می‌کنیم که بدور خود در گردش‌اند. اعمال اثر متقابل این گویه‌ها به این امر نیز بستگی دارد که قطبین یا استوای آنها در برابر یکدیگر واقع شوند.

قبلاً از هیدروژن سنگین صحبت کردیم و گفته شد که هسته آن از يك پروتون و يك نوترون ساخته شده، ادغام مزبور هرگز مقدور نیست مگر در لحظه‌ای که خار پروتون و نوترون در جهت واحدی قرار گیرند. اگر خارهای مذکور در جهات متفاوت باشند هسته هیدروژن سنگین ایجاد نمی‌شود.

باین ترتیب حوزه هسته‌ای اساساً با حوزه جاذبه فرق می‌کند و فوراً اعمال اثر متقابل قطبین دو عقربه آهن ربا در نظر مجسم می‌شود. زیرا در اینجا نیز نیرو و اتخاذ جهت متقابل و عمل متقابل وابسته باین است که قطبین همنام یا غیر همنام روبروی یکدیگر قرار گیرند در صورت اول آنها یکدیگر را خواهند راند و در صورت دوم یکدیگر را جذب خواهند کرد.

و بدون تردید آخرین خاصیت عمومی اعمال اثر متقابل هسته‌ای اینست که این عمل بستگی به نوع بار الکتریکی ذرات ندارد. حوزه هسته‌ای همانگونه که يك نوترون و يك پروتون را بهم متصل می‌کند دو پروتون یا دو نوترون را بهم ربط می‌دهد، هر چند که اینها تحت تأثیر نیروی الکتر و مغناطیسی بفواصل دور رانده می‌شوند.

اما حوزه درونی هسته چیست ؟

این سؤال هنوز پاسخی ندارد. فقط چند فرضیه برای آن بیان

شده که کم و بیش قابل قبول اند. مشهورترین فرضیات فرضیهٔ مزیک است (Mesique - جرم کوچک مادی بنام Meson).

حوزه الکترو مغناطیسی از کوانتا ساخته شده. حوزه ثقل یا جاذبه از گراویتون ایجاد گردیده، می‌توان کوشید فرضیهٔ حوزه هسته‌ای را بر اساس ذرات فرضی بنام مزون (Meson) بنا کرد. ذرات مزون جرمی برابر سیصد الکترون خواهند داشت و بهمین دلیل آنرا گاهی حوزهٔ مزیک می‌نامیم. ذرات ابتدائی هنگام اعمال اثر متقابل ذرات مزون مبادله می‌کنند (فرضیهٔ یوکاوا - تام. Yukawa و Tamm).

این همان مختصری است که امروزه دربارهٔ حوزه هسته‌ای می‌دانیم. حوزه‌ای که موجودیت ماده بدان وابسته است و چون ملاتی سیمانی ذرات ابتدائی هسته اتم را یکدیگر می‌چسباند.

اما هر روز اطلاعات جدید تری از هسته اتم بدست ما می‌رسد چه حملات هدایت شده بر علیه آن یکی از اساسی‌ترین جهات پیشرفت دانش امروزی است.

نباید شك داشت که سر انجام اسرار هسته اتم برملا خواهد شد و آدمی به همان سرعت و سهولت که امروزه در باره حوزه الکترو - مغناطیسی معمول است از هسته اتم نیز بهره‌مند خواهد شد و آنرا در بست به انقیاد خواهد کشاند.

کارخانه ماده سازی

تبدیل مواد به یکدیگر (Transmutation) یا فعل و انفعال

دو جانبه تبدیل مواد بهم نامیده می‌شود. چه بسا کیمیاگران در قرون وسطی درون مخفی گاهها بروی قرع و انبیق‌های خود که درونشان موادی در حال ترکیب یا جوشیدن بود خم شدند، چه بسیار عناصر و مواد را تجزیه و ترکیب کردند تا ازمس (باعباری از جیوه) طلای ناب بسازند که بهای گرانتری دارد.

کیمیاگران باچه ناامیدی‌های تلخ مواجه شدند. اندیشه بی‌ثمر و بیهوده موتوری که بدون سوخت علی‌الابد کار کند چقدر نیروی تفکر و تحقیق و عمر آدمیان را بی‌مصرف گذارد.

موتوری که بدون سوخت‌گیری جاودانه کار کند هرگز ساخته نشد چون از محالات است در حالی که تبدیل عناصر به یکدیگر امروزه توسط فیزیکدانان بطور روزمره در آزمایشگاهها عملی می‌شود. این مسئله‌ایست که از بنیاد حل شده. در این زمینه آدمی از طبیعت هم پافراثر نهاده است طبیعت در سیاره ما فقط ۹۲ عنصر بودیعه نهاده در حالیکه آدمی از عناصر منعکس در جدول مندلیف که از یکصد تجاوز می‌کند عناصر شماره ۹۴ و ۹۵ و ۹۶ را بدست خود در زمین ساخته است. اکنون همت دانشمندان مصروف بر این است که از عناصر وافر و ارزان عالم عناصر نادر و گران بها تولید کنند.

آیا طبیعت خود کارخانه‌ای دارد که در آن عناصر موجود در جدول مندلیف را بمقیاسات کیهانی تولید کند؟ آیا طبیعت از بابت ساختن مواد می‌تواند با انسان هم‌چشمی کند؟ آیا فقط در لحظه انفجار مهیب و فرضی فوق‌الذکر که منجر به تکوین سیارات و خورشید و کهکشانها و توده‌های گرد و گاز کیهانی شده کلیه عناصر عالم را که می‌شناسیم

یا خواهیم شناخت یکبار زاده شده‌اند؟

تبدیل عناصر به یکدیگر یا ترانس موتاسیون چیزی جز تغییر ترکیب فیزیکی هسته آنها نمی‌باشد. اما نفوذ به هسته اتم کار ساده‌ای نمی‌باشد، چه اولاً این هسته از يك حوزه الكترومغناطیسی بسیار نیرومند احاطه شده و آنگاه پوششهای الكترونی در لایه‌های متعدد بگرد آن در گردش‌اند. برای عبور از این موانع عامل نفوذکننده باید نیروی عظیمی داشته باشد.

هسته اتم‌ها را با ذرات ابتدائی واکثرآبا هسته‌هیدروژن بمباردمان می‌کنند. برای این‌که به ذرات نامبرده نیرو و توان لازم را ببخشند که قدرت عبور از موانع عظیم جهت دخول در قلب هسته اتم را کسب کنند آنها را از دستگاه‌های غول پیکری بنام تسریع‌کننده الكترومغناطیسی (Accélérateur Electromagnétique) عبور می‌دهند، در چنین وضعی ذرات ابتدائی سرعتی نزدیک سرعت سیر نور کسب می‌نمایند. امروزه یکی از معظم‌ترین تسریع‌کننده‌های الكترومغناطیسی در شهری واقع است که خیلی از مسکو دور نیست و دوبنا (Douna) نام دارد. این ایستگاه که آنرا سنکروف استرون (Synchrophastron) نیز می‌نامند به ذرات ابتدائی انرژی نزدیک ده میلیارد الكترون ولت می‌دهد. البته تأسیسات عظیم‌تر از آن هم هست؛ خاصه در شوروی مشغول ساختمان يك تسریع‌کننده می‌باشند که به ذرات انرژی برابر پنجاه الی هفتاد میلیارد الكترون ولت خواهد بخشید.

وقتی ذره‌ای توفیق یافت که در هسته اتم نفوذ کند همانجا خواهد ماند و هسته یادشده را به عنصر جدیدی مبدل خواهد کرد یا هسته را

متلاشی ساخته از هر پاره آن هسته نوی می سازد.

برای عبور از حصارهای حصین اتم و رسیدن به هسته راه دیگری هم هست و آن افزایش حرکت حرارتی اتم با گرم کردن فوق العاده زیاد يك تکه ماده است. تسریع حرکت حرارتی اتمهای آن ماده موجب تصادم و ادغام هسته ها در یکدیگر است.

امروزه دانشمندان برای حصول چنین حرارتی فقط يك راه می شناسند و آنهم انفجار بمب اورانیوم است.

و نیز می توان بكمك نوترون راهی تا قلب اتم باز کرد. نوترون هیچ بار الکتریکی ندارد و درست بهمین دلیل است که حتی با سرعتی نسبتاً کم نیز از حصارهای هسته می گذرد وقتی به هسته رسید می تواند موجبات تغییر ماهیت عنصر شیمیائی را فراهم آورد.

در طبیعت جاهائی را می شناسیم که واکنش مذکور را در آنجاها می توان برأی العین دید. اینها در سالهای اخیر کشف شده اند.

اشعه کیهانی که فلوی نیرومند ذرات ابتدائی است سرعتی سرسام آور دارد، آیا در تولید عناصر جدید سهم نیست؟ این اشعه وقتی به سطح زمین می رسد فلوی بسیار ضعیفی دارد اما مواقعی هم هست که هجوم آن سیل آساست. این پدیده قاعدتاً کمی بعد از اینک که منجمین روی خورشید بثورات خاص یعنی لکه های سیاه را دیدند اتفاق می افتد. بثورات شاخص چند دقیقه بیش نمی پایند اما بعکس فلوی بی کران اشعه کیهانی بر سطح خورشید می لرزد و جو متراکم آنرا سوراخ می کند در آنجا بایونهای مختلف ادغام می گردد و به عناصر جدید موجودیت می بخشد.

تقریباً بیست سال است که بدقت زیاد محاسبه و معلوم گردیده که حرارت در مرکز ستارگان بایستی بین ده تا بیست میلیون باشد. در چنان شرایطی سنتز هلیوم از هسته اتم هیدروژن مقدور است. اما برای تولید هسته عناصر سنگین حرارت مذکور هرگز کافی نیست.

در سالهای اخیر ثابت شده است حرارت درون ستاره بیش از بیست میلیون درجه هم امکان پذیر است. وقتی در مرکز ستاره‌ای حرارت به حدی باشد که از هیدروژن هسته هلیوم ساخته شود بنظر می‌رسد خورشید مطابق باشد یعنی هسته‌ای بسیار سوزان دارد که رویش پیوسته هیدروژن چون مواد سوختنی مصرف می‌گردد و به هلیوم بدل می‌شود. بدور آن پوششی نسبتاً سردتر و خیلی واکنش یافته قرار دارد. همچنین در اندرون هسته سوزان ستارگان پر حرارت چنانکه محاسبه نشان می‌دهد، حرارت یکصد و پنجاه میلیون درجه هم امکان وجودی دارد. در چنین حرارتی اکسیژن و نئون و کلسیم و پاره‌ای عناصر دیگر نیز ممکن است بوجود آیند،

اما عناصر سنگین تر که برای پیدایش آنها نیاز به چندین میلیارد درجه حرارت است چگونه پدید می‌آیند؟ ممکن است حرارت مزبور هنگام انفجار ستارگان مشهور به «جدیدالولاده» (Novae) و «ما فوق جدیدالولاده» (Supernovae) ایجاد شود. در گردباد انفجار مذکور عناصر جدول دوره‌ای مندلیف زاده می‌شوند. ما در فصول بعد راجع به انفجار این ستارگان گفتگو خواهیم کرد.

باین ترتیب سه طرز مختلف برای تولید عناصر جدید را بشرح زیر بررسی کردیم: اول سرعت بخشیدن به ذرات ابتدائی توسط

حوزه الکترو مغناطیسی . دوم افزایش حرکت حرارتی هسته اتمهای موجود در یک گاز و بالاخره آخرین راه یعنی دخول نوترون در هسته اتم . آخرین طریق بطور قطع و یقین نقش عظیمی در کار پیدایش عناصر مختلف در مرکز ستارگان بسیار گرم دارد . فرضیه این پدیده توسط کامرون (Cameron) در کانادا و گره اپستین (Greepstien) در شوروی ارائه شده است.

تمام اینها در فرضیه ای بنام سپتیک (Sceptique) جمع آمده است. اما آیا شواهد مستقیمی دال بر تشکیل عناصر در هسته ستارگان وجود دارد؟

بلی منجم و فیزیکدان شوروی شائین (Chaïne) دلیل آنرا یافته است . او کشف کرده که در طیف ستارگان خاصی فاق جذبی یکی از ایزوتوپهای کربن در حال رشد است و این جز با واکنش تولید مستمر آن ماده ممکن نیست.

دومین دلیل را با مطالعه روی تکنیتیوم (Technétium) میتوان ارائه داد. تکنیتیوم در روی زمین وجود ندارد. عنصری است رادیو اکتیو و نیمه عمر آن چند هزار سال است. اگر هم این ماده در ابتدا روی زمین می بوده بعلت کوتاهی عمر از دیر باز تجزیه شده و از بین رفته است . آدمی برای نخستین بار در آزمایشگاه آنرا ساخت بهمین دلیل نام آنرا تکنیتیوم گذاردند . نخستین کسانی که بچنین کشف عظیمی نائل آمدند دو دانشمند ایتالیائی باسامی سگر (E. Segre) و پریه (K. perrier) بودند که در آزمایشگاه های ایالات متحده کار می کردند .

تکنتیوم در جریان تجزیه طبیعی که پیوسته دستخوش آنست دوباره تولید نمی‌شود، لذا این عنصر فقط درجائی می‌تواند موجود باشد که پیوسته در جریان کنش و واکنش‌های هسته‌ای تولید گردد. در مطالعه طیف بسیاری از ستارگان فاقه‌های درخشان تکنتیوم را ملاحظه می‌نمائیم. این دلیل خوبی بر این مدعاست که در مرکز پر حرارت ستارگان پیوسته هسته‌های اتمی از انواع مختلف زاده می‌شود همچنانکه خروج دود از لوله بخاری نشانه آنست که درون بخاری چیزی می‌سوزد.

قاره‌هایی که در انتظار کریستف کلمب هستند

آیا با همان قاطعیت که اعلام می‌کنیم روی کره زمین هیچ قاره نامکشف وجود ندارد می‌توانیم اظهار کنیم که کلیه اشکال ماده و انواع حوزه‌ها را می‌شناسیم؟

یکی از دانشمندان بنام شوروی موسوم به ورتسوف - ولیامینوف (B. Vorontsov - Veliaminov) پس از مطالعه عکس‌هایی که بائیر و مند - ترین تلسکوپ‌های جهان از کهکشانهای دور برداشته شده‌اند باین نتیجه رسیده است که اشکال آنهایی تواند تحت تأثیر حوزه‌هایی که می‌شناسیم بوجود آمده باشد. او فرضیه‌ای پیشنهاد می‌کند مبنی بر اینکه نوعی حوزه رماننده در مقیاسهای بین کهکشانی وجود دارد.

مؤلفین کتاب حاضر مدافع فرضیه ورتسوف - ولیامینوف نیستند بلکه بنظر آنان دو حوزه الکترو مغناطیسی و حوزه ثقل می‌توانند

مفسر شکل فعلی عالم باشند. اما بهر حال پدیده‌هائی وجود دارند که شاهد وجود نیروهای ناشناخته‌ای در طبیعت‌اند.

ما هنوز حالت پلازما را در حرارت‌های خیلی بالا نمی‌دانیم. شعله يك کبریت، ابر يك انفجار هسته‌ای، یا مواد مشکله ستارگانی را که پیوسته در آنها انفجار صورت می‌گیرد و میلیاردها درجه حرارت تولید می‌کند پلازما می‌نامیم زیرا پلازما ماده‌ای همانند نمی‌باشد. هر چه حرارت پلازما بیشتر باشد، حاملین انرژی در آن بیشتر است یعنی فتون و ذرات باردار فراوانتر می‌باشد. ممکن است در يك مرحله از جمع جبری تغییرات کمیتی (حرارت) يك جهش در کیفیت حاصل گردد یعنی پلازما بصورتی درآید که فعلاً بر ایمان ناشناخته است.

این نکته را خاطر نشان می‌سازیم که گر چه حد و مرز پائین درجه حرارت یعنی درجات بسیار زیر صفر مطالعه شده ولی حدود بالای حرارت هنوز دستور مطالعات روز است و از آن چیز زیادی نمی‌دانیم.

گاهی از خود می‌پرسیم چگونه می‌توان حرارت نامحدود داشت در حالیکه سرعت‌های شناخته شده همگی محدود اند و سرعت چیزی جز حرکت ذرات نیست. جواب آن ساده است زمانی که سرعت حرکت ذرات به سرعت نور برسد حداکثر حرارت ممکن حاصل شده است و بیش از آن ممکن نخواهد شد.

با وجود این امر مزبور فوق‌العاده پیچیده است چه یکی از ارکان فرضیه نسبیت عمومی اینست که جرم اجسام با افزایش سرعت افزوده می‌گردد. هر چه سرعت ذره بیشتر باشد جرمش فزون تر است،

هنگامی که سرعت يك ذره ابتدائی به مرز سرعت نور نزديك شود جرمش بی نهایت افزوده می گردد، بهمین دلیل هیچ ذره مادی به سرعت نور دست نمی یابد.

اما بدیهی است ماده‌ای که ذرات اولیه اش سرعتی نزديك به سرعت نور دارند و جرم آنها فوق العاده افزایش یافته بدون تردید مختصات جدیدی دارد لذا صورت جدیدی از ماده است. در عالم بی انتهای سازمانهای بسیاری مثل خورشیدها و توده‌های گرد و گاز کیهانی می توان یافت که ازچنان ماده‌ای ساخته شده اند.

ضد ماده هم صورت دیگری از ماده است یعنی بجای ذرات اولیه در اتم آن ضد ذرات اولیه موجود است. فیزیکدان انگلیسی دایرک (Paul Dirac) وجود آنرا پیش بینی کرده بود و در سالهای اخیر موجودیت ضد الکترون (الکترون با بار مثبت) ثابت شد و با کمک تسریع کننده های عظیم ضد الکترون تولید گردید اما بمحض تولید با الکترون داخل فعل و انفعال می گردید و عمر آن از چند میلیونیم ثانیه نمی گذشت (در سال ۱۹۷۲ در اتحاد شوروی اسباب نکهداری ضد الکترون تا چند دقیقه ساخته شد).

می توان قبول کرد خود ضد ماده بنفسه اشکال متعددی خواهد داشت. جامد، مایع، گاز، پلاسما و غیره. ممکن هم هست که ضد ماده علی الاصول همیشه بصورتی باشد که نمی دانیم چیست. بهر حال دریچه ضد عالم بروی ما گشاده شده عالمی که در آن بجای ماده ضد ماده موجود است؛ یقین است در ضد عالم نیروهائی نهفته می باشد که توسط محققین آینده کشف خواهند شد.

فشار نیز مثل حرارت مرزهای نامحدودی دارد. بهمین دلیل در مرکز ستارگان بزرگ و غول پیکر ماده را با مقیاس زمینی در زیر فشارهای بیکران می توان دید.

می توان وضع اتم را که در معرض فشار فزاینده ای قرار گیرد حدس زد. البته اقشار الکترونی اتم نابود خواهد شد. این اقشار الکترونیکی همان چیزهایی هستند که برای اتم ظرفیت و قابلیت ترکیب شیمیائی پدید می آورند. ایجاد چنان تغییراتی در اتم نیازمند به فشارهای عظیم می باشد که از چند صد هزار اتمسفر در می گذرد. مدتهاست که در آزمایشگاهها آدمی توفیق ایجاد چنان فشاری را بدست آورده است با وجود این حتی در چنان وضعی خصوصیت شیمیائی عناصر که هر کدام مختص به عنصر معینی است محفوظ می ماند. اما همین که فشار به یک میلیون اتمسفر می رسد کیفیت شیمیائی عناصر نیز زایل می گردد. در این میزان فشار یا فشارهای بیشتر اتم کلیه عناصر خاصیت فلزی پیدا می کنند. ماده در طبقات عمیق سیارات نیز از جمله سیاره ما زمین چنین حالتی دارد.

مطالعه انتشار موج شوک حاصل از لرزش های طبیعی زمین و لرزش هایی که به طور مصنوعی در اثر انفجارهای زیر زمینی حاصل می شود نشان می دهد که ماده موجود در اعماق زمین توسط دو مرز کاملاً مشخص از یکدیگر جدا می شوند. مرز نخستین از عمق پانزده کیلو متری سطح زمین شروع و در عمق هفتاد و پنج کیلو متری ختم می گردد. ضخامت طبقه دوم دو هزار و نهصد کیلومتر است. در طبقه نخستین ماده حالت جامد معمولی را دارد. طبقه دوم که تا عمق

دو هزار و نهصد کیلو متری می‌رسد دارای فشاری بین پنجاه هزار تا یکصد هزار اتمسفر است در عمق بیشتر از آن قاعده‌تاً فشار از يك ميليون اتمسفر هم بیشتر است. حدود طبقات مذکور با تغییرات کیفیتی در ماده ظاهر می‌شود.

هسته مرکزی زمین که از عمق دو هزار و نهصد کیلو متری شروع می‌شود امواج شوک عرضی را منتقل نمی‌کند لذا شبیه مایع است: اما مشکل بتوان تصور کرد این هسته مایع باشد، فقط می‌توان گفت در اثر فشارهای فوق‌العاده زیادی که در آنجا موجود است استقرار اتمها بوضعیتی که شبیه فلزات باشد عملی بنظر نمی‌رسد. بدون تردید این حالت جدیدی از ماده است.

فشار درونی ماه بدون تردید از پنج هزار اتمسفر تجاوز نمی‌کند. بهمین دلیل ماه هسته‌ای با خاصیت فلزی ندارد؛ و این احتمالاً یکی از دلایل مهم فقدان حوزه مغناطیسی ملموس در این جرم سماوی است.

نه تنها هنوز تمام نیروهای طبیعی بنحدمت آدمی در نیامده است یا اصولاً اطلاع ما در باره نیروهای شناخته شده اندك است، بسیاری از نیروهای طبیعت را هنوز نمی‌شناسیم. در آینده شاهد کشف بسیاری از این نیروها خواهیم بود.

— یکی از زیبا ترین و عمیق ترین هیجاناتی که با آن آشنائیم کشف اسرار طبیعت است کسی که این هیجان مقدس را درك نکند یاد را برابر کشف جدیدی بوجد در نیاید مرده‌ای بیش نیست.

این عبارت از آلبرت انشتین است: «نه، چاههای اسرار

طبیعت هنوز خشك نشده‌اند ؛ این‌ها جزایر كوچك بی نام و نشانی
نیستند که بزحمت سر از آب بدر کرده باشند بلکه قاره‌های عظیم
نیروهای نامکشوف‌اند که انتظار کریستف کلمب خود را می‌کشند . «

ماشین‌های اشعه‌ای و ماشین‌های پرتابی

- گردش در پس فردا
- نقطه حرکت: شبه سیاره پالاس
- در عبور از فواصل بین ستارگان
- تضاد و تناقض زمان

گردشی در پس فردا

موقع آن رسیده است که مجدداً در اطاقك سفینه زمان نورد خود جا بگیریم. این بار به آغوش آینده پرواز خواهیم کرد. ما روند تکاملی ماشین آلات را تا امروز دنبال کرده ایم و گوشه چشمی هم به فردا و پس فردا نینداخته ایم این امری است که از بنیان حل نشده است .

ماشین ها در آینده چه تغییراتی خواهند کرد؟
آهسته آهسته تغییرات سرعت را از بی حرکتی کامل (Point mort) مورد بررسی قرار خواهیم داد.
تاریخ سریعاً بدور شاخص زمان می چرخد و لحظه به لحظه سریع تر می شود. تقویم اکنون ماه مارس سال ۲۰۶۵ را نشان می دهد . از سفینه پیاده می شویم.

در برابر ماکوچه شهر زیبائی قرار دارد. حاشیه پیاده روها با گل‌های رنگارنگ جالبی تزیین شده. در آسمان پاره ابری با درخششی فوق‌العاده شناور می‌باشد. مرد جوانی که روی يك چلیك پلاستیکی ایستاده به كمك جعبه‌ای به اندازه قوطی سیگار سخن می‌گوید. این چیست ؟

قبل از هر چیز می‌گوئیم که در باره دنیای آینده آنقدر سؤال بی‌جواب هست که کتابی از آنها می‌توان نوشت. لذا در این جا به حداقل قناعت می‌کنیم و فقط می‌خواهیم بدانیم که انسان در آینده کدام عنصر طبیعت را بکار خواهد برد. اکنون ببینیم آنچه در دست مرد جوانست و با آن سخن می‌گوید چیست ؟

این يك دستگاه تلویزیون قابل حمل و نقل شخصی است که هم دستگاه فرستنده دارد هم دستگاه گیرنده بطور خلاصه باید گفت يك تلویزیون جیبی است. روی این جعبه كوچك سه دگمه تعبیه کرده‌اند یکی دگمه تنظیم صدای موج رادیو الكتریک. منظور موج رادیو الكتریکی است که آن شخص بر روی آن با فرد دیگری در تماس است. می‌توان امواج متعددی فرض کرد که با میزان کردن پیچ مربوطه با افراد مختلف که دستگاه نظیر آنرا دارند تماس برقرار کند. دگمه دومی برای استقرار تماس بسیار دقیق است چه‌گاهی طرف مقابل می‌خواهد تصویر میکروسکپی یا صفحه کتابی را نشان دهد. دگمه سوم برای کم و زیاد کردن صدا و وضوح تصویر است.

پس از دست یافتن به دریای امواج مادون کوتاه (Hyper-ultra-court) داشتن چنان ابزاری برای هر کس از ممکنات

است. با تغییر طول موج دستگاه نامبرده می توان با هر يك از افراد ساکن شهر تماس برقرار کرد.

اکنون از ابر مشتعل شناور در آسمان سخن بگوئیم که در حال نبضان است. می دانیم از چه ساخته شده. خورشیدی است مصنوعی. محل استقرار آن نقطه تقاطع چندین دسته اشعه الکترو مغناطیسی است. این امواج با دستگاههای مخصوص تولید می شوند که به پروژکتورهای غول پیکر شبیه اند که هر يك بیش از صد متر قطر دارد. باین ترتیب می توان چندین ده هزار درجه حرارت تولید کرد. حتماً حدس زده اید که این خورشید مصنوعی بر فراز شهر توده ای از پلاستاست که در حدود سی کیلومتری جو زمین ایجاد گردیده. با امواج الکترو - مغناطیسی که فرستاده می شود می توان اندازه، حرارت و تشعشع آنرا میزان کرد.

در ماههای زمستان ساکنین این شهر عجیب خورشید مصنوعی را گرمتر می کنند و شب و روز روشن نگه میدارند. در تابستان فقط از روشنائیش بهره ور می گردند. در این شهر افسانه ای وسایلی نیز برای تنظیم طیف نور خورشید مصنوعی وجود دارد، یعنی با آن می توان امواج ماورای بنفش و مادون قرمز را کم و زیاد کرد. در لوای این ابزار مردم همیشه لباس تابستانی می پوشند و گیاهان در زمستان هم چون تابستان بگل می نشینند.

از دیر باز گفته اند مردم قرن بیست و یکم شرایط اقلیمی را در شهرهای بزرگ تحت کنترل خود خواهند داشت، این امر برای آنها دشوار نیست چه در مراکز مولد برق ترمونوکلش به وفور انرژی لازم

موج می‌زنند.

در آسمان شهر دستگاه‌های کوچک و سبکی با حرکت باد در پرواز است. آنها را اصطلاحاً آئروس (Aéros) می‌نامند و هر يك مورد مصرف شخصی دارد، انرژی ساطعه از آنها توسط حوزه الکترو-مغناطیسی با فرکانس زیاد ایجاد می‌گردد که با آنتن‌های مخصوص تولید می‌شود.

اما جالب‌ترین بخش این مسافرت به آینده نمایش يك فیلم تلویزیونی است بنام «تاریخچه صدسال فضاوردی».

در روی اکران (صفحه تلویزیون) محدبی که سی متر ارتفاع دارد فیلمی به نمایش گذارده‌اند. ضخامت این گیرنده تلویزیونی بیش از بیست متر نیست. بر روی آن گوئی غبار نقره پاشیده‌اند. وقتی پنخس برنامه آغاز می‌شود غبار نقره‌ای محومی گردد. مالغائی در اختیار نداریم که زیبایی‌های مناظر، احجام، حقایق و کیفیات مناظری را که ملاحظه می‌نمائیم شرح دهیم خلاصه می‌توان گفت دریچه‌ای بسوی دنیای دیگری می‌گشاید.

فیلم با تصویر کنساتین تسیولو کفسکی (Constantin Tsiolokvski) آغاز می‌شود. مردی که برای نخستین بار راه آسمانها را به آدمی نشان داد. سازندگان فیلم کاری جز تحقق بخشیدن به اندیشه‌های او نکرده‌اند. همان کسی که یکصد و پنجاه سال پیش کار را شروع کرد. تهیه کنندگان فیلم نیکلای کیبالچیچ (Nikolai Kibaltchitch) را نیز فراموش نکرده‌اند که سالیان دراز پیش از تسیولو کفسکی بر دیوار زندان استوار پیر-پل (Pierre-et-Paul) نقشه ابتدائی يك سفینه پرنده بشکل

موشك را طراحی کرده بود. آنگاه تاریخچه پرواز با اولین هواپیماها که موتور واکنشی دارند و سرانجام موشکهای ژئوفیزیک و بالاخره..... اولین پیروزی بشر بر جاذبه زمین در سال ۱۹۴۷ با ارسال اولین ماهواره آنگاه با پرتاب نخستین ساخته دست بشر که تاابد چون یکی از سیارات بدور خورشید خواهد گشت.

هم اکنون این سفینه اگر آنرا سفینه بشود نامید روی مداری بین زمین و مریخ بگرد شمع آسمان میگردد راهی را که طی میکند راه اسپیکر (Speaker) مینامند. اما سرانجام روزی خواهد رسید که بشر آنرا بازگرداند و در کنار گرانبهارین اشیاء موزه قرار دهد. تماشاگران موزه در روی این سفینه عبارت زیر را خواهند دید: « اتحاد جماهیر شوروی - ژانویه ۱۹۵۹ ».

تاریخ روی پرده تلویزیون سرعت ورق میخورد - پرتاب نخستین موشك به ماه - عکس برداری از رویه نامرئی ماه - پرواز یوری گاگارین نخستین کیهان نورد عالم - « پیاده شدن بشر در ماه - ارسال لو نا خود - سفاین زهره نورد - سفاین مریخ نورد - نشستن آرام سفاین بر زهره و مریخ - عکس برداری از این دو سیاره » - (عباراتی که در این پاراگراف در داخل « قرار دارد پیروزیهای جدیدی است که آدمی بدست آورده و پس از انتشار کتاب صورت گرفته است. برای جلوگیری از لطمه به متن کتاب توسط مترجم افزوده شد). استقرار پست تحقیقاتی در اطراف زهره و مریخ - ایجاد ایستگاه پژوهشی درباره خورشید بر روی عطارد که نزدیکترین سیاره به آنست و بالاخره بازدید از پلوتون دورترین سیاره منظومه شمسی همگی از برابر دیدگان ما میگذرد. و که چه اکتشافات

حیرت‌انگیزی پیرامون منظومه شمسی شده است. سالها میگذرد که آدمی به این مقام رفیع دست یافته است

در پروازهای کیهانی بین سیارات از جمله سفر به ماه، مریخ و مشتری از مواد سوختنی شیمیائی جامد استفاده شده است. مادقیقاً طرح موتور موشکی را که با سوخت شیمیائی کار میکند میدانیم. ماده سوزنده و ماده سوزاننده در دومخزن جدا ائبار میشوند. هنگامی که موتور روشن میشود تلمبه‌های مخصوص آنها را به اطاقك احتراق میرانند. این مواد قبل از دخول در اطاقك احتراق دیواره لوله و اطاقك را که در اثر آزاد شدن انرژی حرارتی گرم شده‌اند خنک مینمایند.

گاز مشتعل حاصله در اطاقك احتراق راه فرار میجوید و با فشار زیاد از مخرج اطاقك و لوله‌ایکه بآن متصل است به خارج رانده میشود. این لوله نقش درجه اولی در چنین موتورها دارد چه حرکت حرارتی غیرمنظم ذرات مادی را به حرکت جهت یافته مبدل مینماید، بعبارت دیگر آنرا به صورت فلوی گاز منظم (Flux de Gag) درمیآورد.

بیان ریاضی: فرمول اساسی موشکها

تسیلولوکفسکی ثابت کرده است که زمانیکه يك جرم كوچك گاز مثل Δm با سرعت v از لوله خروجی موشکی بیرون میجهد اگر جرم موشك m باشد سرعتی مطابق فرمول زیر بدست میآورد.

$$\Delta U = v \frac{\Delta m}{m}$$

هرآینه موشك هنگام حرکت جرمی برابر M داشته باشد سرعت آن با فرمول زیر برآورد خواهد شد.

انرژی حرارتی به انرژی مکانیکی مبدل میشود، این امر موجب جهش موشك به جلو میگردد. باز صفحه رویائی تلویزیون یاد شده را بنگریم. تصویر اولین موشكهایی که آدمی را تا سیارات مجاور برده هویدا است. سفینه ایست غول پیکر و چند طبقه که تقریباً تمام حجم آن محتوی مواد سوختی است بزحمت یک هزارم حجم آن به اطاق فرماندهی و ترمز تخصیص دارد. با همه این ذخیره سوخت موشکی است بالنسبه بطئی الانتقال و به دشواری سرعت آن از یازده تا دوازده کیلومتر در ثانیه یعنی «دومین سرعت کیهانی» در میگذرد. چنین سفینی بدیهی است پس از استخلاص از حوزه جاذبه زمین با اینرسی حرکتی قبلی در حوزه جاذبه خورشید بحرکت در میایند. در طرح ریزی سفاین ابتدائی مزبور چنین پیش بینی شده است که سفینه بخش اعظم راه را باموتور خاموش طی کند و مقدار سوخت آن چنان احتساب شده است که سفینه قادر باشد از حوزه جاذبه زمین خارج گردد و همچنین هنگام مراجعت سوخت کافی برای برخاستن از سیارات مورد نظر داشته باشد.

$$U = -v \cdot \ln \left(1 - \frac{M}{M_0} \right) = \frac{2}{3} \lg \left(1 - \frac{M}{M_0} \right)$$

در این فرمول M جرم ابتدائی موشك، $\ln$ لگاریتم طبیعی و $\lg$ لگاریتم دسیمال است. لذا فرمول فوق را به سہولت میتوان چنین نوشت.

$$\frac{M}{M_0} = 1 - e^{\frac{u}{v}} = 1 - 10^{-0.43 \frac{u}{v}}$$

در این فرمول $e = 2.72$ بوده و پایه لگاریتم طبیعی میباشد. (برای درك مفهوم لگاریتم طبیعی و لگاریتم دسیمال چند سطر از متن پاورقی

در فیلم زمانی نشان داده میشود که موشک‌های اتمی جای موشک‌های قبلی را گرفته‌اند. طرح يك سفینه کیهانی که با نیروی اتم پیش میرود نسبتاً ساده است. این موشك نیز مثل موشکی که با سوخت شیمیائی کار می‌کند يك لوله مخرجی دارد اما بجای اطاقکی که در آن احتراق صورت می‌گیرد يك راکتور اتمی مستقر است.

در مراکز برق اتمی همیشه در مجاری‌ای که درون شمش‌های اورانیوم مورد مصرف احداث گردیده آب جریان دارد و آب مزبور توسط تشعشع رادیواکتیو گرم میشود. در راکتور سفینه‌های اتمی نیز لوله‌های اورانیومی وجود دارد و از درون آن گازی عبور میکند که در اثر اورانیوم گرم میشود و همین فلوی گاز گرم وارد لوله مخرج سفینه میگردد و سرعت از آن به بیرون می‌جهد و موجب جلو بردن سفینه میشود. البته مخزنی بزرگ پر از ماده‌ای خنثی (نه قابل احتراق) قسمت اعظم موشك را تشکیل میدهد. در اینجا از آب بعنوان ماده‌ای بی اثر و خنثی استفاده میکنند.

خارج شده و توضیحی مختصر توسط مترجم در داخل پراگتر آورده شده است که در خود کتاب موجود نیست:

$a = b^c$. لگاریتم a در پایه $10 = c$ یعنی

$$\log_b^a = c$$

منظور یافتن عددی است مثل c که اگر آنرا توان پایه قرار دهیم عدد a بدست می‌آید اگر پایه عدد 10 باشد آنرا لگاریتم دسیمال مینامند.

$\log_{10}^a = c$ پس $a = 10^c$. اگر توان پایه e باشد بآن لگاریتم طبیعی

موتور اتمی نیز امکان ایجاد سرعت‌های بسیار را ندارد. بهمین دلیل روی اکران تلویزیون شهر افسانه‌ای فقط يك پروژه ابتدائی از آن ملاحظه مینمائیم و جای تردید است که چنان موتور با خصوصیت ذکر شده امکان وجودی داشته باشد. در این زمینه همین يك اشكال بس که ماده‌ای نمیتوان یافت که حرارت بیست و پنج هزار را تحمل کند بعبارت دیگر سرعت موشك تابع خروج گاز حاصله از ماده سوختنی از لوله خروجی موشك است و خود سرعت خروج گاز بستگی به درجه حرارت اطاق احتراق دارد. سرعت خروجی گاز چیزی جز تبدیل انرژی حرارتی گاز به انرژی مکانیکی نمی‌باشد. یعنی هرچه حرارت گاز در اطاق احتراق زیاد تر شود فلوی گازی شدیدتر است مثلاً حرارت دوهزاروپانصد درجه میتواند موجب شود گاز با سرعت سه هزار متر در ثانیه خارج گردد و اگر حرارت به بیست و پنج هزار درجه بالا رود سرعت خروج گاز را به ده هزار متر در ثانیه خواهد رسانید اما همچنانکه یاد شد ماده‌ای نمی‌شناسیم که در برابر این حرارت تاب مقاومت داشته باشد.

میکویند $\log_e^a = c$ بنابراین $a = e^c$ طبق محاسبات لگاریتمی رقم بدست آمده چنین است:

$$e = 2.718281828$$

برای آسان شدن مطلب گاهی $e = 2.72$ فرض میشود.

اگر سرعت خروج گاز یعنی v خیلی زیاد باشد مثلاً نزدیک به سرعت سیر نور که امکان حصول چنین سرعتی در موشک‌های اتمی آینده امید است وجود داشته باشد (چنین موشک‌ها را پیش راننده یا Propulseur مینامند)

می‌دانیم در نیمه قرن بیستم کلیه مشکلات این معما بررسی شده‌اند. متخصصین دانش فلزشناسی آهسته آهسته در این راه پیش می‌روند و هر روز آلیاژی تازه می‌یابند که در برابر حرارت بالاتری قدرت مقاومت دارد. سازندگان موشك تمام نبوغ و دانش خود را در این راه بکار می‌برند که گرد باد گاز مشتعل را بكمك لایه نازك حد واسط از جدار اطاقك احتراق جدا نگه‌دارند و باین ترتیب از گرم شدن دیوارهای آن جلوگیری بعمل آورند.

مثلاً دیواره اطاقك احتراق و لوله‌های خروجی را دولایه می‌سازند و ماده قابل احتراق را که بصورت مایع است از میان دولایه عبور داده داخل کوره سوخت می‌کنند. مایع سوختنی بمحض اینکه داخل اطاقك شد بخار می‌شود و فلز دیواره را سرد می‌نماید و يك ابر نازك سرد بین

با بکار بردن مکانیک تئوری نسبیت محدود (نه نسبیت عمومی) نخستین فرمول تسیولو کفسکی باین صورت در خواهد آمد

$$\frac{\Delta m}{1 - \frac{U^2}{C^2}} = v \times \frac{\Delta m'}{m'}$$

در این فرمول U عبارت است از سرعت موشك و C مساویست با سرعت سیر نور، بقیه عناصر فرمول را نیز قبلاً شناخته‌ایم. باین ترتیب فرمول دوم تسیولو کفسکی چنین خواهد شد:

$$\frac{M}{M_0} = 1 - \left(\frac{1 - \frac{U}{C}}{1 + \frac{U}{C}} \right)^{\frac{c}{v \times v}}$$

این فرمول را میتوان بشکل زیر تغییر داد.

دیوار و طوفان حاصل از احتراق ایجاد میشود که پیوسته تکرار میگردد و باین ترتیب گلوله گاز محترق و آتشین در غلافی از گاز سرد تا دهانه لوله خروجی محاصره می گردد.

در راکتور اتمی همه چیز فرم دیگری است. لوله های اورانیوم جدار بایستی خیلی گرم تر از آن باشد که مایه خواهیم به گاز حرارت بدهیم. یعنی لوله بایستی گرم تر از گاز باشد. یقین است که در راکتور اتمی هر حرارتی را که بخواهیم می توانیم تولید کنیم اما خود اورانیوم در حرارت ۱۱۳۳ درجه ذوب می شود. حتی می توان راکتوری در تصور آورد که با اورانیوم مایع یا گاز کار کند اما از کجا می توان فلزی یافت که درون آن پلاسمای اورانیوم ده هزار درجه ای را نگهداری کرد و راکتوری که با پلاسمای اورانیوم کار می کند می تواند هر لحظه به بمب اتمی مبدل گردد و کنترل آن از کنترل بمب های اتمی دشوار تر است.

$$\frac{U}{C} = \frac{1 - \left[1 - \frac{M}{M_0}\right]^{\frac{2 \times v}{c}}}{1 + \left[1 - \frac{M}{M_0}\right]^{\frac{2 \times v}{c}}}$$

اگر يك موشك فوتونيك داشته باشید در آن $v=c$ خواهد بود و فرمول مذکور در بالا بصورت بسیار ساده تر زیر نوشته خواهد شد.

$$\frac{M}{M^0} = 1 - \sqrt{\frac{1 - \frac{u}{c}}{1 + \frac{u}{c}}} \quad , \quad \frac{u}{c} = \frac{1 - \left(1 - \frac{M}{M^0}\right)^2}{1 + \left(1 - \frac{M}{M^0}\right)^2}$$

حال گمان کنیم توفیق ساختن راکتوری فرضی دست داد که با آن میتوان حرارت کافی برای ایجاد بخار آب پرفشار تولید کرد. بخار آب در چنین حال هنگام عبور از لوله‌های خروجی در مدت بسیار کوتاهی بایستی حرارت مورد نظر را بدست آورد. هیدروژن که در آن خاصیت انتقال حرارتی حداکثر است ولی وزن مخصوص اندکی دارد اگر موشک کیهانی با آن بکار بیفتد باید حجم عظیمی داشته باشد تا ذخیره کافی از این ماده همراه بردارد. بهمین دلیل طراحان موشک انمی از آب استفاده می‌کنند. آب در اثر حرارت زیاد به اکسیژن و هیدروژن تجزیه می‌شود و این مخلوط گازی نیز خاصیت هدایت حرارتی بسیاری دارد.

فی المثل هر آینه مواد سوختنی ۹۰٪ جرم موشک را تشکیل دهد یعنی

$$\frac{M}{M_0} = 0.9 \quad \text{باشد} \quad \frac{U}{C} = 0.98 \quad \text{خواهد شد. بنا بر این خیلی ساده میتوان رابطه}$$

جرم موشک و کند شدن زمان را در موشک حساب کرد. چون کند شدن زمان هنگام جابجا شدن با سرعت U تابع فرمول زیر است:

$$t' = t \sqrt{1 - \frac{U^2}{C^2}}$$

که در آن t زمان روی زمین و t' زمان در موشک است. پس رابطه کند شدن سرعت با کاهش سوخت موشک را میتوان از فرمول زیر بدست آورد.

$$\frac{t'}{t} = \gamma \times \frac{(1 - \frac{M}{M_0})}{1 + (1 - \frac{M}{M_0})^2}$$

بنابراین چطور باید مسئله را حل کرد؟ در روی صفحه تلویزیون انواع مختلف مایعاتی را که متعلق به ادوار متفاوت در فن موشک سازی اتمی است ملاحظه می‌کنیم.

از جمله می‌توان راکتوری مجسم کرد که لوله خروج گاز آن خیلی کشیده و بلند باشد در همان ابتدای لوله خروجی گاز حد اکثر حرارت ممکن را کسب می‌کند و هر چه در لوله پیش می‌رود سرعتش افزوده می‌گردد. اگر حرارت گاز در سرتاسر لوله به همان درجه اول باقی باشد از فشار آن کاسته خواهد شد لذا برای ثابت نگه داشتن حرارت گاز توسط لوله خروجی گرم خواهد شد و فشارش کاهش نخواهد

مثلاً اگر ۹۰٪ جرم که سوخت است مصرف شود یعنی $\frac{M}{M_0} = 0.9$

و $t = 0.2 \times 1$ باشد در موشک زمان پنج بار کندتر از آنکه در زمین جاریست مرور خواهد کرد.

تجزیه و تحلیل فرمولها نشان میدهد که برای دست یافتن به معادله

$u = c$ باید اصل نسبت $\frac{M}{M_0}$ را مورد توجه قرار داد یعنی با این وسیله

می‌توان به سرعت‌های زیاد دست یافت مثلاً اگر موشکی با سرعت ۱۵۰۰۰ کیلومتر در ثانیه حرکت کند برای آنکه سرعتش به ۱۰۰,۰۰۰ کیلومتر در ثانیه برسد باید آنقدر سوخت مصرف کند که تهیه آن عملاً غیر ممکن است

$$\frac{M}{M_0} = 1 - \left(\frac{1}{4}\right)^{10} = 1 - 0.001$$

یعنی بایستی ۰/۹۹۹ جرم موشک سوخت باشد تا ۰/۰۰۱ باقی مانده آن سرعت مطلوب را بدست بیاورد.

یافت. درپروژه چنین موتوری، گاز کلیه انرژی لازم حرارتی را که بایستی به انرژی حرکتی مبدل گردد و موجب جهش و حرکت موشک شود یکجا دریافت نمی‌کند بلکه از آغاز تا انتهای لوله خروجی تدریجاً تحویل می‌گیرد. ابتدا مقداری حرارت دریافت می‌کند و آنرا به حرکت مکانیکی مبدل مینماید سپس سهمیه دوم را می‌گیرد، همین‌طور الی آخر..... با این روش می‌توان به فلوی گاز سرعت دلخواه را بخشید. اما عملاً پیاده کردن چنان طرحی یعنی ساختن موتوری با لوله خروجی بسیار طویل و دهان بساز فوق‌العاده دشوار است.

اما راه حل دیگری هم هست. درون فلوی گاز بی‌اثری که در داخل لوله در حرکت است مقادیری اورانیوم گازی مشتعل داخل میکنیم اورانیوم مذکور حرارت خود را به گاز بی‌اثر و خنثی می‌بخشد، البته بصورت قطرات ریز مایع و سپس ذرات پودر جامد درمیاید و باین ترتیب غبار اورانیوم از فلوی گاز جدا شده به راکتور عودت داده خواهد شد (اورانیوم ماده‌ای بسیار گرانبهاست علیهذا بیرون ریختن آن با گاز صلاح نمی‌باشد). باین ترتیب اورانیوم پیوسته گرم و سرد خواهد شد و در دستگاه گردش خواهد کرد.

پیاده کردن این طرح خالی از اشکال نیست و دشواریهای فنی بسیاری دربر دارد لذا ساختن موشکی که با موتورهائی کار کند امری مشکل است خاصه که جهت ایجاد سرعتهای زیاد موتور موشک نیز باید فوق‌العاده نیرومند باشد.

باین ترتیب برای اینکه موشکی که سرعت کیهانی یا زده کیلومتر

در ثانیه دارد در چهارصد ثانیه سرعتش به دوازده کیلومتر در ثانیه برسد بایستی توانائی موتور برای هر کیلو از وزن موشك ده بار نسبت به راکتورهای اتمی متداول در نیمه قرن بیستم افزایش یابد . برای پرتاب يك موشك اتمی بطرف ماه باید راکتوری ساخت که چند میلیون کیلووات نیرو تولید کند در حالیکه نیرومندترین راکتورهای نیمه قرن بیستم قادر به ایجاد بیش از چندین صد هزار کیلووات نیرو نیست .

با اینهمه موتور اتمی جهت موشك ساخته شده متأسفانه مافرصت تعیین تاریخ دقیق چنین پیروزی دردانش و فن را نداریم چه وقایع علمی چنان سریع اتفاق می افتند و کشفیات نوین بقدری زود و پشت سرهم میرسند که آدمی دچار حیرت میشود ، چنین حادثه‌ای روی تلویزیون رو یائی ما نیز تحقق می یابد .

امکانات نخستین پروازهای کیهانی با موشك اتمی فراهم آمده است . حجم نسبتاً کم ماده سوختنی اتمی اجازه میدهد که مدت کار موتور را طولانی تر نمائیم و این خود تسهیلاتی نه تنها در پرواز و نشست و برخاستن سفینه در سیارات دیگر فراهم کرده بلکه در هنگام پرواز در فضای بین سیارات هم کمک شایانی کرده است . سرعت پرواز سفاین مختص به مراقبت تا پنجاه کیلومتر در ثانیه میرسد . زمان مسافرتها کاهش یافته و مسیرهای طی شده توسط سفاین کم شده اند . کیهان نوردی بکلی تغییر چهره داده است .

اواخر قرن بیستم و ربع اول قرن بیست و یکم فصل پیروزیهای بزرگ پرواز سفاین اتمی روی سیارات است و همین موجب شده است که آدمی تمام سیارات منظومه شمسی را بازدید کند .

- بالاخره آیا آدمی در خلأی که منظومه‌های خورشیدی را از یکدیگر جدا می‌کند متوقف خواهد شد ؟ برای دریافت جواب بهتر است دنباله فیلم را تماشا کنیم. آیا دوردست‌ترین پست کیهان‌نوردی برای زمین یا نزدیک‌ترین مرکز کنترل مسافرت‌های بین ستارگان و منظومه‌های ستاره‌ای پلوتون نخواهد بود ؟

در روی تلویزیون منظره غریبی ظاهر می‌شود، برجستگی عظیمی از توده‌های بلوری سبز و آبی که به کوه یخ شبیه است . این توده متبلور پوشش آشیانه‌ایست که نوری شگرف از آن میتابد و مرغی غریب در آن جای گرفته است . این غار ، این آشیانه ، این حفره عظیم تونل مانند چیست ؟ سکوی پرتاب موشکی سترگ است که بر روی پلوتون احداث گردیده خورشید آشنای ما بعلمت بعد مسافت چون ستاره‌ای تابناک به چشم می‌رسد . عده‌ای ملبس به لباس فضا نوردی (اسکافاندر) بر روی این توده عظیم ایستاده‌اند .

- کیهان‌نوردی در منظومه شمسی برای ما چون کشتی‌رانی در شبکه رودخانه‌ها و شط‌های جاری بر سطح زمین است . شبکه راه‌های فضائی را در منظومه شمسی Speaker می‌نامند . اما اکنون در برابر اقیانوس عظیم فضا قرار داریم .

فواصل بین ثوابت و مسافت بین سیارات قابل مقایسه نیستند . روی يك صفحه کاغذ دایره‌ای با اندازه سکه کوچکی ترسیم کنید و فرض نمائید این دایره منظومه شمسی یعنی تنها گوشه‌ای از عالم است که آن را می‌شناسیم . بدیهی است با این مقیاس قادر به نشان دادن همه عالم نیستیم همانطور که با آنچه زیر میکروسکپ دیده می‌شود در مورد سیارات

نمیتوان حکم کرد . خورشید ما در وسط دایره مذکور چون نقطه‌ای خواهد بود که قطرش بخشی از هزارم میکران است .

برای نشان دادن نزدیک‌ترین خورشید و نزدیک‌ترین منظومه خورشیدی به ما صفحه کاغذ کافی نیست حتی کف اطاق و سطح شهر هم اکتفا نمی‌کند. برای نزدیک‌ترین خورشید به منظومه شمسی باید سی-کیلومتر دورتر از دایره اول دایره دیگری رسم کرد چه فاصله ما از نزدیک‌ترین خورشید یا القنطورس (α de centaure) چهار هزار میلیارد کیلومتر است. يك شعاع نورانی که با سیصد هزار کیلومتر در ثانیه حرکت می‌کند جهت طی این مسافت باید $4/27$ سال در راه باشد تا به چشم ما برسد. فواصل بین ثوابت از چنین قماشهایی است.

میدانید پرواز به نزدیک‌ترین خورشیدها با سفاین مختص به مسافرت‌های بین سیارات معمولی که در ربع آخر قرن بیستم معمول است چقدر طول می‌کشد؟ تقریباً دوهزار سال. بهترین موشک‌های سیاره‌پیمای اتمی که در اواسط قرن بیست و یکم بوجود می‌آیند و قابلیت مانور بیشتر و سرعت سه برابر موشک‌های قبلی خواهند داشت مسافت مذکور را طی هفتصد سال طی خواهند کرد.

نه سفاین کیهانی که سوخت شیمیایی دارند قادر به حل مسئله پروازهای بین‌ثوابت‌اند نه موشک‌های ترمونوکلتر چه قدرت موتور آنها ناکافی و سرعت آنها نارساست.

با وجود این پرواز بین‌ثوابت مقدور است!

نقطه حرکت: شبهه سیاره پالاس

همه جزئیات تصاویر آینده را که روی صفحه تلویزیون دیدیم نمی‌توان شرح داد فقط به بیان مشهودات خود در دنیای ذرات ابتدائی می‌پردازیم.

منطق دیاالتيك چنین است، بلی اکتشافات در دنیای ذرات ابتدائی اسباب پیروزیهای عظیم در دنیای مقادیر و اوزان محیر العقول را فراهم می‌آورند.

در ربع اول قرن بیستم تصور می‌شد تمام ماده موجود در عالم به صورت الکترون با بار منفی و پروتون با بار مثبت است. اما بعد تعداد ذرات ابتدائی مکشوفه روبه افزایش نهاد، نوترون ذره سنگین خنثی که هیچ بار الکتریکی ندارد، پوزیتون ذره ابتدائی سبك با بار مثبت، انواع مختلف مزون (Meson) نوترینو (Neutrino) که جابجا کردن آنها امری فوق‌العاده دشوار است. فوتون که ذره ابتدائی حوزه الکترو-مغناطیسی است و تمام خانواده ذرات هیپرون (Hyperon) و سراجام مصنوعاً ضد ذرات (Antiparticule) بوسیله دستگاههای تسریع‌کننده بسیار پیچیده تولید شد. این دستگاهها قادرند به ذرات ابتدائی سرعتی نزدیک سرعت سیر نور ببخشند. از جمله این ضد ذرات باید از ضد پروتون (ذره سنگین وزن) که بار الکتریکی منفی دارد و از ضد نوترون یاد کرد. ضد نوترون از لحاظ بار الکتریکی با نوترون تفاوتی ندارد چه هر دو خنثی هستند تفاوتشان از لحاظ خصوصیات دیگر است یعنی ملاحظه

شده ضد نوترون متقارن نوترون است (Symetrique) مثل تصویر شیئی در آئینه.

از اواسط قرن بیستم برای دانشمندان این مسئله طرح شد که آیا می توان اتمی ساخت که هسته اش بار منفی داشته باشد و بدورش ابری از ذرات سبک با بار مثبت بگردند یعنی پوزیتون (Positon) اگر چنین اتمی ساخته شود چه خاصیتی خواهد داشت؟ آیا يك سلسله از این عناصر را می توان در جدول دوره ای مندلیف به طرز معکوس قرار داد؟ آیا ممکن است روی سیاره گمنامی که بدور نمی دانه کدام خورشید مستقر در کهکشانی دور دست میگردد دستگاه تسریع کننده به دانشمندان الکترونی با بار منفی مثل الکترون معمولی ما پروتونی با بار مثبت مثل همین پرتون خودمان بدهد و دانشمندان یاد شده همان چیزی را که ماماده می نامیم ضد ماده بنامند؟

بسیاری از آنچه در قرن بیستم بر ایمان چون سئوالی طرح می شود روی صفحه تلویزیون قرن بیست و یکم چون مسائلی حل شده به نمایش گذاشته شده اند.

بلی ساختن ضد ماده مقدور است. بلی در خلأ خلأئی که فقط منطقه نفوذ حوزه نیروهاست و از ذرات ابتدائی خبری نیست ضد ماده ثابت و پایداری می باشد. اما ماده و ضد ماده را نمی توان در جوار هم قرار داد. اینها ضد یکدیگرند. بهمین دلیل است که ضد ماده ای که در دستگاههای تسریع کننده تولید می شود عمری چنین کوتاه دارد و لمحهای بیش نمی یابد. وقتی يك ذره ابتدائی ماده و ضد ماده مصادف می شوند هر دو به ذرات ریزتری یعنی فوتون تجزیه می گردند. بهمین سیاق دواتم مادی

و ضد مادی در تلاقی باهم منفجر می‌گردند و سریعاً ذرات ابتدائی دیگر پدید می‌آید. انرژی حاصله از چنین انفجاری حتی از ترانس مو تاسیون اتم هیدروژن به هلیوم بیشتر است.

قبلاً گفته شد که یکی از نتایج ثنوری نسبت عمومی انشتین تعیین رابطه جرم و انرژی است. جرم يك لیوان آب گرم بیش از جرم همان لیوان پس از سرد شدن است. يك فشنگ شلیك شده که در حال پرواز است جرمی بیش از همان فشنگ در خزانه اسلحه دارد. در جریان تبدیل و تغییر (Transformation) که همراه رهائی انرژی باشد از جرم ماده کاسته می‌گردد. نسبت بین جرم و انرژی چنانست که مقادیر متناهی و عظیمی انرژی در درون جرم مادی ناچیز و بی اهمیتی نهفته است. هر آینه چندین قطار ذغال سنگ را طی بیست و چهار ساعت در کوره مرکز حرارتی عظیمی بسوزانیم و بعد گاز و خاکستر و کف گدازه را دقیقاً جمع‌آوری کرده توزین نمائیم ملاحظه میشود اختلاف وزن آنها با وزن ذغال به زحمت به پنج صدم گرم می‌رسد. این صدم گرمهای ناچیز همانست که طی يك شبانه‌روز به انرژی برابر يك میلیون کیلووات ساعت بدل شده است. بدیهی است اندازه‌گیری چنان کاهش وزن اندکی در احتراق ذغال مثل کاهش جرمی که در واکنش‌های شیمیائی همراه با تولید یا جذب انرژی است کاری فوق‌العاده دشوار است.

در سوخت هسته‌ای جریان امر به نحو دیگری است. ظرفیت مولد انرژی این واکنش‌ها به نحو غیر قابل مقایسه‌ای بالاست و کاهش جرم نیز مصداق واقعی می‌یابد. مثلاً برای تجزیه هسته اورانیوم که مولد انرژی بسیاری است کاهش جرم برابر $\frac{1}{2}$ درصد است. برای هیدروژن رادیواکتیو

هنگامی که به هلیوم مبدل میشود کاهش جرم $9/$ درصد است یعنی نه گرم در هر کیلوگرم، این مقدار حتی با ترازوی معمولی داروسازی که آنقدرها هم دقیق نیست قابل اندازه گیری است.

هنگام برخورد یک اتم ماده و یک اتم ضدماده تقریباً کلیه جرم آنها مبدل به کوانتای حوزه الکترومغناطیسی گردیده بصورت انواع تشعشع در می آید. این تبدیل مستقیم انجام نمیشود بلکه یک رشته زنجیر تغییرات بصورت مزون مدخلیت دارند. تولید انرژی در چنین واکنشی تقریباً صدبار بیش از انرژی تبدیل هیدروژن به هلیوم است. برای قابل فهم کردن نیرومندترین موتور فرضی، تنها موتور موشکی که قادر است سفینه آدمیان را به ستاره پروکسیما (Proxima) در صورت فلکی سانتور (القنطورس) برساند، سازندگان فیلم حیرت انگیز فوق ناچار بوده اند در عالم ذرات ابتدائی سیروسیاحت کنند.

اکنون روی صفحه تلویزیون طرح یک موشک ستاره پیمای ظاهر می شود. موشکی با ابعاد عظیم، اطاقی بسیار بسیار بزرگ حاوی ضدماده بصورت پودر، ضدماده مذکور از هر جهت با کمک حوزه های الکترومغناطیسی بحال تعلیق نگهداشته شده است تا کوچکترین ذره ای از آن با دیوار اطاق مخزن تماس حاصل نکند. باز هم با کمک حوزه های الکترومغناطیسی که شدت و نوع آنها مشخص شده است؛ پودر ضد ماده با مقادیر کم و پی در پی از درون لوله هادی به اطاق احتراق می رسد.

پودر ضد آهن (ضدماده مفروض) درون لوله ای که به اطاق احتراق متصل می گردد تحت تأثیر حوزه الکترومغناطیسی فوق العاده نیرومند دیگری قرار می گیرد و حرارتش بشدت بالایی رود چنانکه در یک لحظه

به بخار مبدل می‌گردد و به همین صورت تبخیر شده به اطاق احتراق داخل میشود. از سوی دیگر بدون ملاحظات احتیاطی فوق‌الذکر بخار آهن معمولی (ماده مفروض) به اطاق احتراق داخل می‌گردد. در نقطه تلاقی دورشته بخار ماده و ضدماده (آهن و ضد آهن) شعله‌ای بانور کورکننده جهیدن آغاز می‌کند، آنچه می‌جهد شعله نورانی نیست اما در زمان ما لغتی نداریم که از جمیع جهات آن را تفسیر کند. هنگام تماس ماده و ضدماده مقدار غیر قابل تصور و زاید الوصفی انرژی حاصل می‌گردد که بخش اعظم آن انرژی تشعشعی است.

آیا دانستید چرا آهن و ضد آهن را قبل از دخول در اطاق احتراق بصورت بخار درآورده‌ایم؟ برای اینکه واکنش احتراق کامل باشد یعنی هر ذره ضدماده بتواند با يك ذره ماده تماس حاصل کند.

اگر يك تکه ضدماده و يك تکه ماده را روی هم بگذاریم در نخستین لحظه انفجاری عظیم رخ میدهد در حالیکه فقط ذرات مجاور هم در واکنش دخالت کرده‌اند و قسمت اعظم ماده و ضدماده قبل از امکان آمیزش در اثر شدت انفجار به اطراف پراکنده می‌گردند و واکنش مورد نظر قطع می‌شود. از طرف دیگر مواد بخاری شکل درهم می‌آمیزند و امکان کنش و واکنشها بخدا کثر می‌رسد.

در طرح دیگری از همین نوع موتور که روی صفحه تلویزیون نمایش داده میشود، ضد ماده مستقیماً توسط دستگاههای فوق‌العاده پیچیده‌ای در خود سفینه تهیه میشود و مولد آن نوع متکامل و جدیدی از همین تسریع‌کننده‌های امروزی است. باین ترتیب ضدماده یا ضد ذره ابتدائی پس از تشکیل به اطاق احتراق منتقل می‌گردد.

انرژی حاصله از این طریق را بد چه نحوی توان برای پرواز بین ستارگان مورد استفاده قرارداد ؟ اطاقك احتراق یا محلی که واکنش مزبور در آن صورت می گیرد چگونه جایی است ،

در حقیقت اطاقك احتراقی در بین نیست بلکه دهانه خروجی لوله های هادی ماده وضد ماده در کانون آئینه شلجمی بزرگی باز میشوند و این آئینه شلجمی مثل کلاهی محل اشتعال این شعله عظیم را میپوشاند لذا نیمکره ای اشباع شده از فوتون بوجود می آورد . از این آئینه غول آسا دسته ای نور خارج میشود که قادر است از میلیونها کیلومتر فاصله فلزات را تبخیر کند .

آئینه مزبور شعاع یا بادبان سفینه ستاره نورداست . در سال ۱۹۵۵ فریکدان شهیر روس لبدف (P. Lebedev) ثابت کرد که نور روی اشیائی که می تابند فشار وارد می کند . در شرایط عادی این فشار بسیار ناچیز و نامحسوس است . فلوی نورانی خورشید که بزمین می رسد روی هر متر مربع نیم میلی گرم فشار وارد مینماید اما فلوی فوتون حاصل از برخورد ماده وضد ماده بطور غیر قابل قیاسی از فلوی نورانی خورشید درخشانتر و پرفشارتر است . بنا بر این نیروی مجموع و کلی که سفینه را پیش میراند بی کران است .

اما همه اینها فرضیات و طرحهایی برای آتیه است حتی برای انسان قرن بیست و یکم نیز امری مربوط به آینده حساب میشود . سفاین ستاره پیمای آنان کمی با آنچه گفته شد تفاوت دارد . این سفاین اطاقك احتراق دارند ، بهتر بگوئیم اطاقك احتراق آنها از حوزه های الکترو-مغناطیسی چون يك بطری مغناطیسی درست شده که يك سرش باز است .

این مخرج بمنزله لوله خروجی است که در موتورهای واکنشی ملاحظه
مینمائیم. در این بطری الکترومغناطیسی واکنش ترمونوکلتر صورت
می‌گیرد و از دهانه آن ذرات باردار پلاسما بیرون می‌جھند. برای
بالا تر بردن حرارت پلاسما و افزایش سرعت جھش آن و زیاد تر شدن
سرعت سفینه به شعله ترمونوکلتر مثلاً ده درصد پودر ضد ماده اضافه
می‌نمایند.

اینست تصویر کامل موشك روی صفحه تلویزیون. سفاین ستاره پیما
نیز چندین طبقه‌اند تا بتوانند در موقع لزوم مخزنهای خالی شده
هیدروژن را از خود جدا نمایند.

يك موشك ستاره پیما به چه سرعتی دست خواهد یافت؟ دو یست و
پنجاه هزار کیلومتر در ثانیه! یعنی $\frac{5}{6}$ سرعت سیر نور.

— در مدت پنج سال فضا نورد به ستاره پرکسیما از صورت فلکی
القنطورس خواهد رسید و پنج سال نیز مصروف بازگشت به منظومه شمسی
خواهد کرد. اگر فضا نورد پنج سال نیز به تحقیقات و تجسسات در مورد
سیارات احتمالی آنجا تخصیص دهد ماطی پانزده سال اطلاعات مستقیم
و دقیقی از سیارات نزدیکترین همسایه منظومه شمسی خواهیم داشت.
اگر بخاطر آوریم که پانصد سال پیش از امروز نخستین گردش بدور کره
زمین توسط ماژلان سه سال بطول انجامید ملاحظه خواهیم کرد که
مسافرت مذکور در فوق آرزویی تحقق پذیر است و میتوان شرح آنرا با
سفرنامه‌های دیگری که توسط آدمی به رشته تحریر درآمده مقایسه
کرد.

در طی ده دقیقه پس از حرکت سفینه ستاره پیما صدائی لرزنده از

هیجان بگوش می‌رسد و می‌گوید مامدار فرستنده‌های تلویزیونی خود را با ایستگاههای فرستنده مستقر در شبه سیاره پالاس (pallas) میزان کرده‌ایم.

سفینه ستاره‌پیما در فضائی که با پروژکتورهای نیرومند روشن شده می‌درخشد و پیش می‌رود. سیاره کوچک سنگی پالاس که پانصد کیلومتر قطر دارد برای مونتاژ یا ساختن سفینه در نظر گرفته شده است مقدار قابل ملاحظه‌ای ماده اولیه از آن برای ساختن سفینه استخراج گردیده پنج سال زمینی طول کشیده تا سفینه روی شبه سیاره مستقر گردیده است. اکنون آنرا چندین ده کیلومتر در فضا به دنبال کشیده‌اند فی الحال پرواز از روی آن ممکن است برای فضا نوردان و حتی خود شبه سیاره خطرناک باشد. اگر دسته اشعه پیش راننده موشک تصادفاً به شبه سیاره برسد سنگهای آن در چند لحظه بحال جوشیدن تبخیر خواهند شد و تکه پاره‌های سنگ چون مشتی جرقه در فضا پراکنده خواهد شد و همه چیز نابود خواهد گردید. اما احتمال چنین حادثه‌ای بسیار ناچیز است زیرا دسته اشعه پیش راننده طوری هدایت می‌شود که حتی کوچکترین تماس با شبه سیاره پیدا نکند.

شکل خارجی ستاره‌پیما چگونه است؟ منظره آئرو دینامیک ندارد بالون غول پیکر شبیه سوسیس می‌باشد که چندین کیلومتر طول دارد. در اطرافش چندین سفینه سیاره‌پیمای تیپ معمولی که برای پژوهش‌های علمی در سیارات مناسب‌اند جایگزین شده‌اند. کابین‌ها بشکل حلقه است و چرخش آنها بدور خود نیروی گریز از مرکزی بوجود می‌آورد که جایگزین نیروی ثقل می‌شود. آزمایشگاههای

کروی شکل و گرمخانه‌های لازم وجود دارد. در جلو سفینه سپر ضد شهاب دولایه‌ای دیده می‌شود. در سایه این سپر است که سفینه بدون آسیب دیدن از شهابهای ثاقب با سرعت سرسام‌آور به پیش می‌رود. سپر مزبور هر شهاب را که از روبرو برسد متوقف می‌کند و شهابی را که از پهلو به سفینه حمله می‌کند جارو می‌نماید و شهابهایی که بدنبال سفینه و در همان مسیر در حرکت‌اند سرانجام از روبرو حذف خواهند شد (به علت سرعت بسیار زیاد حرکت سفینه).

از اکران صدای نبضان مرتبی بگوش می‌رسد و این نبضان با مترونوم اندازه‌گیری می‌شود (Metronome - وسیله اندازه‌گیری ضربانست). آخرین اعداد شمارش معکوس پیش از پرواز شمرده می‌شود ناگهان صدای ضربان قطع می‌شود و در پشت سفینه تیغه سفید شعله‌آغاز درخشیدن می‌کند. مثل فتری که شدیداً فشرده باشد و یکباره بحال خود رها شود سفینه با جهشی سریع و سرعتی حیرت‌انگیز به حرکت در می‌آید.

در يك لحظه سفینه غول‌پیکر در فضا بی حرکت جلوه می‌کند : آنگاه در متن آسمان پر از ثوابت بی حرکت جابجا می‌شود. دیسگر سفینه از پهلو دیده نمی‌شود بلکه انتهای خلفی آن که تیغه آتشی از آن بیرون می‌جهد بسوی ماست.

چند لحظه بعد شعله خاموش می‌شود. سفینه ستاره پیمای سرعتی برابر هفتاد کیلومتر در ثانیه کسب کرده است و در امتداد یکی از شاخه‌های يك منحنی شلجمی عظیم به سوی مرز منظومه شمسی پیش می‌رود. اکیپ فضانوردان برای آخرین بار حسن جریان امور و طرز کار

کردن دستگاهها را امتحان می کنند تا خاطر جمع شوند همه چیز به حال عادی می باشد. سپس دستگاه تسریع کننده را بکار می اندازند که به سفینه سرعتی نزدیک سرعت سیر نور می دهد.

اگران خاموش می شود و داستان ماشین های قرن بیست و یکم پایان می رسد.... مدت بسیاری لازم است که بعقب برگردیم تا به زمان حاضر برسیم. دقیق ترین دستگاه اکتشافات زمان را بکار می اندازیم. هنگام مراجعت به زمان حال بیلانی از آنچه دیده ایم می گیریم.

در این امر جای هیچ شبهه و گفتگوئی نیست که آدمی چهار شکل ماده یعنی جامد، مایع، گاز و پلاسما را به خدمت خود در آورده است و روز به روز وسعت مصرف پلاسما افزوده می گردد. نمونه های آنرا در مراکز ترمونوکلئر در خورشید مصنوعی که بر فراز شهر معلق است و در شعله ای که از بطری الکترومغناطیسی سفینه ستاره پیما خارج می شود ملاحظه می کنیم.

کاربرد حوزه الکترومغناطیسی بطور وسیع در انتظار ماست. کافی است تلویزیونهای آینده را یادآوری کنیم، حوزه های الکترومغناطیسی با فرکانس زیاد که تسریع کننده های بی شمار وسائط نقلیه شهری را هدایت می کنند و حمل و نقل شهر را انجام می دهند. باز یاد آورید که دسته های اشعه الکترومغناطیسی است که خورشید مصنوعی را مشتعل نگه میدارند. ماشین مغناطیسی سفینه و اگران تلویزیون عجیب را از یاد نبرید.

حوزه های هسته ای نیز در خدمت انسان قرن بیست و یکم قرار گرفته و در مراکز ترمونوکلئر و در سفینه های سیاره پیما و ستاره.

پیما مورد مصرف است.

نگاه کنید عقربه کمتر دستگناه سنجشش زمان کمی به عقب برگشته اکنون، دردنیای واقعی امروز خود می‌باشیم .
زمین آشنا و آسمان آشنا . مردمان قرن بیستم با امکانات علمی و فنی خود بکار مشغول‌اند . کاری سازنده که تدارك‌گر رویای قرن بیست و یکم است.

در عبور از فواصل بین ستارگان

صعود موشك برای مدت کوتاهی قمر مصنوعی جدیدی در فضای کیهانی پدید می‌آورد. فهم آن آسان است، هرچه سرعت افزوده شود و موتور نیرومندتر باشد نیاز به مصرف سوخت کمتر است.
با این وجود سرعت حرکت موشك حامل فضا نوردان هنگام شروع مسافرت خیلی کمتر از موشکهای اتوماتيك است زیرا ظرفیت تحمل ارگانیسم آدمی محدود می‌باشد.

می‌دانیم نیروی جاذبه زمین سرعت سقوط آزاد هر جسم را $9/8$ متر در ثانیه بر ثانیه افزایش می‌دهد. باز نیروی جاذبه زمین است که وزن هر موجود را ایجاد می‌کند.

در آغاز از جا کنده شدن سفینه فضائی که چهل متر در ثانیه سرعت می‌گیرد وزن هر فضا نورد پنج بار افزایش می‌یابد مثلاً کسی که هفتاد کیلو وزن دارد سیصد و پنجاه کیلو وزن پیدا می‌کند. ارگانیسم آدمی برای مدت

محدود چنین اضافه وزنی را می تواند تحمل کند ولی برای سرعت های بیشتر ایجاد خطر خواهد کرد.

فرض کنیم سفینه ستاره پیما بایستی سرعتی برابر صد هزار کیلومتر در ثانیه بدست آورد. بدیهی است رسیدن به این سرعت در چند دقیقه محال است. از طرف دیگر چنین امری ضروری هم نیست.

سفینه های ستاره پیما از روی کسره زمین حرکت خود را آغاز نمی کنند چه باید هر چه زودتر به سرعت لازم دست یابند لذا حرکت آنها از فضا شروع می شود.

اینجاست که فرمول تسیولو کفسکی مصداق واقعی خود را می یابد یعنی سرعت رو به تزايد سفینه کیهانی به چیزی جز سرعت فزاینده خروج گاز از لوله مخزن احتراق ربط ندارد و آنهم متناسب با مقدار سوختی است که مصرف می شود. حتی يك اجاق نفتی معمولی یا يك پریموس لحیم کاری که بدون دخالت نیروی دیگری قادر به پرواز در فضا نیستند نیز می توانند تحت تأثیر شرایط زمانی و مدت طولانی اثر خود به حرکت در آیند و پرواز کنند.

اما نیروی موتور موشکی که بین ستارگان در پرواز است باید چقدر باشد؟ این موتور چه سرعتی باید ایجاد کند؟

شتاب موتور باید ده متر در ثانیه بر ثانیه باشد یعنی در هر ثانیه ده متر موشك سریعتر حرکت کند. ده متر شتاب حرکت در ثانیه مقدار زیادی نیست ولی به بیش از آن نیازمند نمی باشیم. چه این شتابی است که فضا نوردان در روی زمین هم بدان عادت دارند. وقتی موتور با چنین

وضعی کار کند اعضای گروه همان سنگینی روی زمین را احساس خواهند کرد.

موتور مدت یکصد و بیست و سه روز با همین رژیم کار خواهد کرد و قبل از اینکه موشک به سرعت خود بیفزاید فضا نوردان مسافت قابل توجهی طی کرده‌اند. برای اینکه يك شعاع نورانی چنین راهی را طی کند ۵/۵۶ ساعت یعنی بیش از بیست و يك روز وقت لازم دارد. اما این مسافت در برابر فاصله‌ای که ما را از نزدیکترین خورشید جدا می‌کند يك سانتیمتر بیشتر بنظر نمی‌آید. هنوز هیچ موجودی با چنان سرعتی جابجا نشده است که بما بگوید چه فنومن خارق‌العاده‌ای و چه امر پیش بینی نشده‌ای بروز می‌کند. اما این را بطور حتم می‌دانیم که هنگام افزایش سرعت سفینه ستاره‌پیما منظره آسمان و ستارگان بکلی عوض می‌شود. ستارگانی که نسبت به جهت حرکت سفینه در پشت سر قرار دارند تدریجاً به سرخی می‌گرainد و یکباره خاموش می‌شوند. بدیهی است ستارگان سر جای خودشان هستند هیچ حادثه‌ای بر سرشان نیامده اما طیف نورانی آنها در اثر پدیده دوپلر (Doppler) به سمت رنگ قرمز میل کرده است و این گرایش تدریجاً بحدی رسیده که امواج مرئی به امواج دون قرمز نامرئی بدل شده‌اند. اما ستارگانی که رو در روی سفینه قرار دارند نیز در تحت تأثیر همان پدیده دوپلر ابتدا به سمت رنگ بنفش گرائیده و آنگاه به گروه امواج نامرئی ماورای بنفش ملحق شده‌اند لذا ستارگان واقع در جهت حرکت سفینه نیز ناپدید می‌گردند. تنها ستارگانی که تغییر رنگ و وضع نمی‌دهند آنهایی هستند که روی يك دایره تنگ دور تا دور سفینه کمی مایل به انتهای خلفی آن قرار گرفته‌اند. تنازه

ستارگانیکه در بخش عقبی این حلقه ستاره نشان مستقراند قرمز سیر می‌باشند و آنهایی که در جلو حلقه واقع‌اند چون لکه‌های بنفش سیر جوهر لومینوسانت بنظر خواهند رسید. هر چه سرعت سفینه زیاده‌تر باشد حلقه ستاره‌ای مزبور باریکتر و باریکتر خواهد شد. اگر سرعت سفینه بفرض به سرعت سیر نور برسد حلقه مبدل به نقطه‌ای نورانی در عقب سفینه خواهد شد.

سفینه‌ما با سرعت یکصد هزار کیلومتر در ثانیه پیش می‌رود لذا باید دوازده سال و نیم پرواز کند اما گروه فضانوردان ما فرصت خسته شدن نخواهند داشت چه آنها به مشاهدات و پژوهشهای علمی خواهند پرداخت تقارن ستارگان و حرکات آنها را بررسی خواهند کرد به تجزیه طیف و تحلیل آن سرگرم خواهند شد. از همه مهمتر روی نیروی جاذبه تجربیاتی انجام خواهند داد.

پیش‌بینی و مقابله با حوادث احتمالی و غیرمنتظره هنگام پرواز در فضا مشغله مهمی برای فضانوردان خواهد بود. سر دسته این مشکلات و حوادث اقدامات مقتضی در برابر سنگهای سرگردن فضائی است.

يك فزیکدان جوان شوروی بنام ایاسینسکی (F. Iassinski) روش فوق‌العاده جالب توجهی برای مبارزه با خطرات سنگهای سماوی پیشنهاد کرده است. او می‌گوید قدری جلوتر از سفینه سپری فلزی قرار داده شود که ابعادش کمی بزرگتر از خود سفینه باشد. بدیهی است وقتی سفینه بی حرکت فرض شود فقط از يك جهت توسط سپر مزبور از شر

سنگهای سماوی درامان است اما هنگامی که با سرعتی بیش از سرعت سنگهای سماوی در نقطه‌ای حرکت کند در عقب سفینه هم فضای ایمنی ایجاد می‌شود که سنگهای مزبور به آن داخل نخواهند شد. سنگهایی که از روبرو سر راه قرار گیرند با سپر مصادف شده بی‌اثر می‌گردند. سنگهایی که از طرفین رو به سفینه می‌آیند نیز با سپر جارو میشوند چنانکه فرصت تصادم با سفینه را بدست نمی‌آورند و نیز سنگهایی که از عقب به سوی سفینه می‌آیند نیز با آن مصادف نخواهند شد چه سرعت سپر سفینه بیش از آنهاست.

سنگهای سماوی کوچک که با سپر گرفته می‌شوند ایجاد خطری نخواهند کرد چه در همان لحظه تصادم با سپر انرژی حرکتی آنها مبدل به انرژی حرارتی خواهد شد و تمام سنگ و قسمت مختصری از ماده متشکله سپر در اثر حرارت به بخاری مبدل می‌گردد که بسیار زود زود می‌گردد. اما آیا تعداد تصادمات بسیار زیاد نخواهد بود؟ در چنین احوال بنفسه در اثر کثرت تصادم و از دست دادن ماده چیزی از سپر باقی خواهد ماند؟

گرچه تراکم ماده در فضای بین ستارگان بسیار اندک بوده برابر 10^{-24} گرم بر سانتی‌متر مکعب است، عبارت دیگر در هر سانتی‌متر مکعب از فضای بین ستارگان فقط یک اتم هیدروژن یافت می‌شود اما وقتی موشک با سرعت نزدیک به سرعت سپر نور حرکت کند هر سانتی‌متر مربع از مقطع عرضی سفینه در هر ثانیه با $10^{-14} \times 3$ گرم ماده تصادم می‌کند و انرژی تولید شده باین ترتیب $3 \times 10^6 \text{ erg/cm}^2 \text{ s}$ (ارگ بر سانتی‌متر

مربع درثانیه) است. انفجار يك گرم تری نیترو تولوئن (Trinitrotoluéne) 10×4 ارگ انرژی ایجاد می کند. باین ترتیب می توان در مقام قیاس گفت در هر ثانیه روی هر سانی متر مربع سطح سپر ایاسینسکی یک هزارم گرم تری نیترو تولوئن منفجر می گردد. در ساعت این مقدار به چهار گرم بالغ خواهد شد.

درست است که نتیجه حاصله از برخورد ذرات ریز و اتم هائی که با سرعت نزدیک به سرعت نور در حرکت اند با نتیجه انفجار عادی فرق دارد؛ در انفجار معمولی سپر فلزی خورده شد و بخار می گردد در حالی که در تصادم نوع اول انواع مختلف تشعشعات مخصوصاً اشعه ایکس و اشعه گاما تولید می شود؛ در عوض مقدار بسیار بسیار ناچیزی از انرژی مصروف تحلیل بردن و اضمحلال سپر میشود.

انفجار يك گرم تری نیترو تولوئن موجب انفدام يك گرم از فلز میشود. چون ضربه شوک ذرات در سرعت های کیهانی تقریباً تمامی به انرژی تشعشعی مبدل می شود فقط یک هزارم انرژی هر ذره موجب تخریب فلز می گردد، در يك ساعت فقط چهار هزارم گرم از پوشش سپر معدوم میشود و هر ده روز يك گرم از وزن سپر کم می شود. باز برای کاستن از اثر تخریبی ضربه های ذرات سپر را با پوششی مطابق از چندین لایه نازک سرب می پوشانند. در طی یک سال پرواز چنانکه محاسبات نشان میدهد از وزن هر سانتی متر مربع سپر فقط ده گرم کاسته میشود.

اگر سفینه با سرعتی نزدیک به سرعت نور پرتاب شود سپر شروع بدرخشیدن می کند. این درخشندگی بجای آنست که ذرات مادی در حال پرواز که در مسیر آن قرار گیرند قبل از رسیدن به سپر تبخیر خواهند شد.

با اینهمه هر سنگ فضائی درشت قادر است بدون اینکه جرم و سرعت خود را ازدست بدهد به آسانی سپر را سوراخ کرده از آن درگذرد. بهمین دلیل برای سفینه دستگاه راداری نصب شده که سنگهای فضائی درشت را قبل از رسیدن اعلام می‌کند، ماشین‌های حساب الکترونیکی فوراً مسیر و مدار و احتمال تصادم آنرا با سفینه محاسبه و اعلام مینمایند. اگر حساب نشان داد که احتمال تصادم هست با تفنگ اشعه به سوی آن شلیک میشود و يك موج اشعه نیرومند با فرکانس زیاد سنگ فضائی را به ابر رقیقی از غبار و گاز بدل می‌سازد که برای سفینه زیان‌بخش نیست.

اما هنوز مشکل دیگری وجود دارد که کیهان‌نوردان ممکن است با آن روبرو بشوند: در اثر تابش اشعه مجهول و اشعه کیهانی که فضای بین ستارگان را آکنده است بدنه سفینه يك بار الکتریکی مثبت با ولتاژ بالا کسب می‌کند چه در اثر ضربه‌های مکرر ذرات ریز و کوانتای حوزه الکترومغناطیسی الکترونها از سطح سفینه کنده میشوند لذا بار الکتریکی آن مثبت میشود و تعادل الکتریکی فلزی خود را ازدست می‌دهد. این امر برای مسافران فضائی خطری در بر ندارد فقط دستگاههای سنجش قادر به درك وضبط چنین عدم تعادلی هستند. اما حوزه الکترومغناطیسی فضای بین ستارگان روی اجسامی که بار الکتریکی دارند اثر کرده و سرعت حرکت آنها را خواهد کاست.

بدون تردید در آینده دور هنگامی که فضا نوردان فضای بین ستارگان را کشف و در آن مطالعه می‌نمایند همانطور که دریا نوردان روی کره ارض کردند نقشه‌های دقیقی از حوزه‌های الکترومغناطیسی

وحوزه‌های جاذبه‌تپیه و تدوین خواهند کرد. این زمانی است که مسافران فضاییما قادر خواهند بود نیروی سرعت بخش یا ترمزکننده حوزه‌ها را عالمآ و عامداً بنفع خود بخدمت بگیرند. در نخستین پروازها باید بارالکتریکی سفینه را حذف کرد، باین منظور قطب منفی يك دینام بجدار سفینه متصل خواهد شد و از این طریق جدار ستاره‌پیما تعادل الکتریکی خود را بازخواهد یافت و از نظر بارالکتریکی خنثی خواهد ماند.

کسانی که بین ستارگان پرواز خواهند کرد قادر خواهند بود عکس‌العمل ترمزکننده حوزه را با استفاده از همان خاصیت حوزه انجام دهند یعنی با دادن بارالکتریکی منفی بیشتر به پوشش سفینه آن را از لحاظ بارالکتریسیته منفی گردانند و باین ترتیب در طی چند روز کاهشی که توسط نیروی الکترومغناطیس بر سرعت موشک تحمیل شده بود توسط خود آن جبران خواهند شد.

ستاره‌نوردان در مدت دوازده سال و نیم مسافرت خود خطرات بسیاری از سر خواهند گذراند.

اما آیا سرانجام روزی فرا خواهد رسید که ستاره پروکسیما از صورت فلکی القنطورس که درخشان‌ترین ستاره آسمان ماست با چشمان غیر مسلح چون دایره‌ای به ابعاد خورشید خودمان دیده شود؟ آن وقت است که زمان به متوقف شدن آغاز خواهد کرد.

...یکصد و بیست و سه روز از آغاز کارمونوره‌ای اشعه‌ای می‌گذرد.

سرنشینان ترمزهای مربوط به چرخش دورانی را که در تمام مدت با ایجاد نیروی گرینز از مرکز کاهش وزن را جبران می‌کرد می‌کشند و

دستگاه از حرکت دورانی باز میماند. اکنون منجمین فضا نورد در گرداب سیاه کیهان در جستجوی سیارات خورشید پروکسیما هستند، مکانیسم‌ها در کارند و اربابان سفایین سیاره نورداند و آنها را جهت پیاده شدن حاضر می‌کنند. عده‌ای از سر نشینان مشغول محاسبه منحنی مداری هستند که سفینه آنها بصورت قمری مصنوعی بدور خورشید پروکسیما طی می‌کند. فزیکدانان در پرواز بدور این خورشید جدید که بعد از خورشید خودمان نزدیکترین ستاره است مشغول مشاهدات و مطالعات اند. سر نشینان سفینه مزبور را در کار دشوار خود تنها بگذاریم و خودمان در اولین روزی که يك سفینه ستاره پیما از مسافرت باز می‌گردد به آغوش سیاره مادر یعنی زمین بازگردیم.

تضاد و تناقض زمان

در یکی از روزهای ماه سپتامبر سال ۱۵۲۲ يك کشتی بسه بندر اسپانیائی سانلوکار (Sanlucar) وارد شد. پیکر فرسوده کشتی و بادبانهای وصله دار و سقف سیاه شده اش حکایت از این می‌کرد که از راه دوری رسیده است. همینکه پل کشتی را به بندرگاه متصل کردند مردی با ریش انبوه ملبس به نیم تنه‌ای مخملی دوان دوان از کشتی پیاده شد و زمین را بوسه داد، او رئیس نخستین هیئتی بود که با کشتی کره زمین را دور زده بود نام او ژان سباستیان الکانو (Guan Sebastian El-Cano) است.

سه سال قبل از همین اسکله پنج کشتی با دویست و پنج سرنشین عزیمت کرده بودند، اکنون فقط هجده نفر بازگشته‌اند. رئیس واقعی هیئت اعزامی فرنان دوماژلان (Fernand de Magellan) پس از طی دشوارترین بخش راه درگذشته است.

بزودی اعضای هیئت اکتشافی ماژلان از طرف کلیسای کاتولیک مؤاخذه شدند چه هنگامیکه بازگشته بودند تقویم آنها تاریخ روز را بیست و چهار ساعت کمتر از واقع نشان می‌داد بنظر کلیسا دلیل این قضیه این بوده است که اعضای هیئت مزبور اعیاد مقدس مذهبی را بطور شایسته برگزار نکرده‌اند. همین امر موجب شد که کلیسا شدیدترین مجازاتها را در مورد آنانکه از راه ایمان منحرف شده بودند معمول دارد.

ولی دانشمندان بزودی دریافتند که روزگمشده کجاست. اگر برای گردش به دور زمین روبه غرب حرکت کنیم یعنی در امتداد حرکت خورشید در خاتمه يك گردش کامل بدور زمین يك روزگم می‌شود. اگر روبه شرق حرکت نمائیم در خاتمه يك روز اضافه خواهد شد، امروزه برای اجتناب از این درهم ریختگی در اقیانوس کبیر نصف النهاری فرض کرده‌اند که هنگام عبور از آن سرنشین کشتی خود نسبت بسمت حرکت تقویم را یکروز جلو یا عقب می‌برد.

اما آیا تقویم سفینه‌های ستاره‌پیما پس از مراجعت از مسافرتهاى بسیار دور با تقویم زمین تطبیق می‌کند؟ زمین مسافران خود را پذیره می‌شود، تریبون فرودگاه سفاین کیهانی با تاجهای گلی که از اقصی نقاط عالم گردآمده آراسته شده است. غرشی از سوی آسمان بگوش می‌رسد.

متصدیان دستگاه‌های فرماندهی چشم به دستگاه‌ها دوخته‌اند تا فرود سفینه را هدایت کنند.

آنچه فرود می‌آید سفینه ستاره‌پیما نیست؛ سفینه ستاره‌پیما در مسیر بازگشت روی مداری بیضی که با محاسبه انتخاب شده بدور خورشید می‌گردد، چه اگر روی سیاره ما زمین فرود بیاید بکلی معدوم خواهد شد. پس آنچه فرود می‌آید يك سفینه سیاره نورد معمولی است که از ستاره پیما جدا شده اکنون با چشم غیر مسلح در آسمان هویداست، پیشاپیش آن تیغه آتشی هوا را می‌شکافد و جلو می‌آید پس از چند لحظه بر سکوی مربوطه قرار گرفته است.

يك فرد بان کوچک آلومینیومی نزدیک دریچه آن برافراشته می‌شود. فضاوردی ملبس به اسکافاندر با موهای خاکستری از سفینه خارج می‌گردد. او در سن بیست و پنج سالگی عازم این سفر شده بود طبق تقویم زمین بیست و پنج سال صرف این مسافرت شده و پنج سال هم بر روی سیاره دور دستی به سر برده اکنون چند سال دارد؟ فضاورد همچنانکه پنج قرن پیش ژان سباستیان الکانوسنگها را بوسید بر زمین بوسه می‌زند.

برادر کوچک خلبان باو نزدیک می‌شود ولی خیلی مسن‌تر از فضاورد بنظر می‌رسد حتی برادر بزرگ او جلوه می‌کند.

خلبان می‌گوید هنگامیکه من پرواز خود را شروع کردم چهار سال از تو بزرگتر بودم اما حالا تو ده سال از من بزرگتری چه با توجه به ساعت سفینه در این سی سال زمینی که بر تو گذشته من فقط شانزده سال زیسته‌ام.

این پدیده همان «تناقض و تضاد زمان» است، نه خلبان نه برادرش نه هیچکس دیگری از آن دچار حیرت نخواهند شد چه این پدیده قبلاً بطور دقیق و کامل مورد مطالعه قرار گرفته است مدتها پیش از آنکه سفر به ستاره پروکسیما تحقق یابد دانشمندان با دقت بی نظیری محاسبه کرده اند که این مسافرت به تقویم و ساعت زمینی و به تقویم و ساعت سفینه چقدر طول خواهد کشید. اما برای اینکه ما قادر به فهم این تضاد و تناقض باشیم باید کمی به عقب برگردیم به همان زمانی که این مسئله برای دانش آن روز مطرح شد.

بیان ریاضی : چند رابطه در فرضیه نسبیت محدود :

طبق فرضیه نسبیت محدود کلیه قوانین فیزیک در همه دستگاههای مختصاتی که نسبت بهم حرکت مستقیم الخط یکنواخت دارند متحدالشکل است. چنان دستگاههای مختصات را سیستم اینرسیال (Systeme inertial) می نامند. البته سرعت سیر نور مستثنی است یعنی در هر سیستم اینرسیال جداگانه ای همان مقدار ثابت می باشد.

قبلاً اشاره شد که یکی از نتایج بسیار مهم نسبیت انشتین تعیین رابطه جرم و انرژی است. جرم عبارت است از انرژی و انرژی صاحب جرم است. قانون بقای جرم و قانون بقای انرژی در فیزیک کلاسیک در فرضیه نسبیت یک قانون بیش نیست : بقای «جرم-انرژی»

در فیزیک مکانیک کلاسیک اگر یک سیستم سنجش نسبت به سیستم سنجش دیگر در امتداد محور ایکس ها (x) با سرعت v جابجا شود تغییرات زیر مشاهده می گردد.

$$x = x' + vt' \quad (y = y' \text{ و } z = z') \quad \text{و} \quad t = t'$$

در اینجا x' و y' و z' و t' عبارتند از دستگاههای مختصات و زمان در

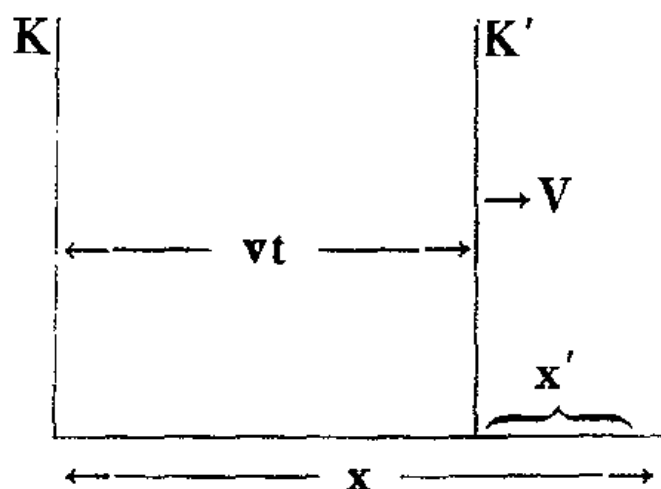
در اواسط قرن نوزدهم تصور می‌کردند انتشار امواج الکترو - مغناطیسی عموماً و انتشار نور خصوصاً محصول نوعی تموج در ائیر یا اثر است و ائیر نوعی ماده نامحسوس می‌باشد که عالم را پر کرده است اما ائیر چه بود؟ کسی نمی‌توانست آنرا دقیقاً معرفی کرده و شرح دهد تمام کوشش‌هایی که برای جدا کردن ائیر مبذول گشت با ناکامی مواجه شد. از ائیر فقط یک چیز می‌دانستند و آن این بود که قابلیت ارتجاع مطلق (الاستیسیته) دارد چه هیچ بخشی از نور را جذب نمی‌کند. بعدها دانشمندان کوشیدند وجود «طوفانهای ائیری» را اثبات کنند. آیا می‌توان با مطالعه در سرعت انتشار نور در جهات مختلف فهمید که منبع نور مذکور در چه جهتی حرکت می‌کند.

سیستم K' که نسبت بیک ناظر بی‌حرکت مستقر در سیستم K با سرعت v جابجا می‌شود و x و y و z و t دستگاههای مختصات و زمان در سیستم K است که ناظر بی‌حرکت در آن قرار دارد. اگر سرعت جسمی نامشخص در سیستم K' برابر U' باشد در سیستم K سرعت مزبور برابر $U = U' + V$ خواهد شد. زمان در هر دو سیستم سنجش به نحو واحدی جاریست.

انشتین اعتقاد دارد که قانون جمع سرعتها که در مکانیک کلاسیک نیوتونی صحیح است در سرعتهای بسیار زیاد مثل سرعت سیر نور مصداق ندارد لذا کلیه قوانین اساسی فیزیک نیوتونی در سرعتهای یاد شده باطل‌اند. برای نخستین بار لورنتز (Lorentz) و پس از وی و بسیار کاملتر از او انشتین قوانین و روابط مکانیک جدیدی کشف کردند که جایگزین قوانین مکانیک نیوتونی شد. اگر اصول مذکور در فوق را اموری مسلم بدانیم، قانون تبدیل دستگاههای مختصات و سرعتها در مکانیک جدید با فرمولهای زیر که آنها را فرمولهای تبدیل لورنتز می‌نامند مشخص خواهند شد.

قبلاً گفته شد که باین وسیله به سادگی می توان جهت حرکت يك منبع صوتی را کشف کرد. اگر منبع مولد صوت با سرعت بیش از خود صوت جابجا شود قاعدتاً هرگز نخواهیم توانست از وجود چنین منبعی با خبر شویم بشرطی که جهت حرکت بسوی ما باشد. اینها همه به جای خود صحیح است اما می پرسیم که آیا نور هم از این قانون متابعت می کند؟

در سال ۱۸۸۱ یکی از فیزیکدانان بنام امریکا باسم مایکلسون (Michelson) دست به تجربیاتی زد تا این نکته را دریابد که آیا سرعت تغییر مکان منبع نورانی روی اشعه ای که از آن ساطع می شود اثر می گذارد یا خیر. سرعت سیر نور بسیار زیاد است لذا دانشمند مذکور کوشید چیزی بیابد که نسبت به حرکت ائیر سرعت کافی داشته باشد. کره زمین چیز مناسبی جهت این مطالعه بود چه روی مدار خود بدور خورشید سی کیلومتر در ثانیه جابجا می شود.



$$x = \frac{x' + vt'}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

دقت ابزارهایی که مایکلسون به کاربرد بحدی بود که اگر زمین نسبت به ائیریک کیلومتر در ثانیه نیز حرکت داشت وجود بادها و طوفانهای ائیری به اثبات می‌رسید.

مایکلسون مکرراً تجربه خود را تکرار کرد.

سایر دانشمندان هم توانستند آزمایشهای مایکلسون را تکرار کنند و به همان نتیجه رسیدند و سرانجام همه ناچار از تائید این مطلب شدند که هرگز وجود بادی در ائیر ملاحظه نمی‌شود.

جواب آزمایش بنظر مشکوک و آمیخته بتضاد می‌رسید چه سرعت انتشار نور از قبایلی به منبع نورانی نداشت!

$$t = \frac{t' + \frac{v}{c^2}x}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad \text{و}$$

$$z = z' \quad \text{و} \quad y = y' \quad \text{و}$$

در این سلسله فرمولها حرف c عبارت است از سرعت سیر نور. مقدار U از این رابطه استخراج می‌شود.

$$U = \frac{U' + V}{1 + \frac{U'V}{C^2}}$$

باین ترتیب بنظر می‌رسد که در سیستم‌های سنجش مختلف زمان با نجاه مختلف جاریست؛ بنابراین علیرغم تصورات قبلی زمان چیز مطلق نیست. هر آینه $V \ll C$ باشد روابط لورنتز بصورت روابط قدیمی که آنها را معادلات گالیله مینامیم مراجعت خواهند کرد.

پذیرفتن این مسئله آسان است که حاصل جمع دو سرعت کمتر از سرعت نور یا دو سرعت برابر با آن با توجه به معادلات لورنتز همیشه عددی است که از سرعت

در این صورت..... در این صورت مسائل حیرت انگیزی مطرح می‌شد!.... مجسم کنید که قطاری با سرعتی برابر دوست و چهل هزار - کیلومتر در ثانیه ایستگاه را ترك کند و در نظر آورید که طول این قطار برابر سرعت نهائی مفروض آن یعنی سیصد هزار کیلومتر باشد (سرعت نهائی سیصد هزار کیلومتر در ثانیه فرض شده) بدیهی است طول این قطار بسیار زیاد است (در مقیاسهای متداول در روی زمین) اما در مثل مناقشه نیست چنین قطاری را می‌توان در نظر آورد.

در جلو این وسیله نقلیه که پرفسور لاندو (Landau) عضو فرهنگستان اتحاد شوروی آنرا قطار انشتین نامیده است لامپی الکترونی فرض می‌کنیم. هنگامیکه قطار از برابر ناظر بی حرکتی روی سکوی ایستگاه می‌گذرد چراغ روشن می‌شود. احساسی که ناظر ساکن و مسافر درون قطار از روشن شدن لامپ دارند متفاوت است. بنظر مسافر درون قطار يك باره درست يك ثانیه پس از روشن شدن چراغ دیوار آخرین واگن روشن می‌شود.

سیر نور بیشتر نخواهد بود. مخصوصاً معادلات مزبور نشان می‌دهند که اگر $U = C$ و $U' = C$ باشد باز مقدار V تغییری نخواهد کرد. باین ترتیب قانون جمع سرعتها مغایرتی با این اصل نخواهد داشت که سرعت سیر نور در هر سیستم اینرسیال که در نظر بگیریم مقدار ثابتی است و سرعت سیر نور بالاترین سرعت ممکن در فضا است. «معادلات تبدیل لورنتز» موجب می‌شود که نتایج بسیار جالبی بدست آوریم که در اینجا فقط به دو تا از آنها می‌پردازیم فرض کنیم که خود ما با دستگاههای مختصات سیستم سنجش K' در حرکت باشیم یعنی نسبت به سیستم سنجش K که خاص زمین در نظر گرفته

اما ناظر روی سکو مشاهده می‌کند که دیواره عقب آخرین واگن با شتاب بسیار خود را به منبع نور می‌رساند. يك محاسبه ساده به ناظر ساکن نشان می‌دهد که دیواره عقب آخرین واگن در مدت يك ثانیه پس از روشن شدن چراغ نورانی نشده بلکه در زمانی مختصر بیش از نیم ثانیه روشنی بآن تابیده است البته هم مسافر درون قطار هم ناظر روی سکو بنفسه احساس درستی داشته‌اند،

فقط يك فرضیه ساده قضیه را حل می‌کند: زمان از نظر ساکن سکو در درون قطار با بطو خاص نسبت به مرور زمان در روی سکو جاریست اگر قطار فرضی مزبور با همان سرعت مدتی به سفر خود ادامه دهد و مسافر درون قطار قبل از حرکت ساعت خود را با ساعت ایستگاه میزان کرده باشد پس از توقف با کمال حیرت خواهد دید ساعتش از ساعت

شده جابجا شویم و سرعت ما برابر V باشد. در سیستم K' زمان t' را توسط ساعتی اندازه می‌گیریم و در همین موقع در روی زمین یعنی در سیستم K نیز زمان t اندازه‌گیری می‌شود. رابطه t' و t با توجه به اینکه $x' = 0$ است از فرمول زیر بدست می‌آید:

$$t' = t \sqrt{1 - \frac{u^2}{c^2}}$$

بنابراین ملاحظه می‌شود که با ساعت ما زمان کوتاه‌تری از زمان زمین سپری شده، این همان «تضاد و تناقض در زمان» است.

اکنون قطعه‌ای را روی محور ایکس‌ها در سیستم K' و K اندازه می‌گیریم. در سیستم سنجش ما روی محور ایکس‌ها دو سر قطعه انتخاب شده را با x'_1 و x'_2 مشخص می‌کنیم بدیهی است تفاضل آن‌دو تابع فرمول زیر است:

ایستگاه خیلی عقب‌تر است. یعنی زمان در ایستگاه ساکن با سرعتی بیش از آنچه در قطار متحرك مرور کرده سپری شده است.

معنای این عبارت: «زمان در ایستگاه ساکن با سرعتی بیش از آنچه در قطار متحرك مرور کرده سپری شده است» اینست که عقربه ساعت مسافر قطار کمتر گشته، لذا زمان بر او کمتر گذشته است پس دیرتر پیر شده بنابراین مسافر از مستقبل جواتر مانده است.

اما اگر آنچه گفته شد صحیح است پس چرا در زندگی روزمره ما محسوس نیست؟ چرا کسانی که با اتومبیل به سرکارهای خود می‌روند جواتر از آنهایی باقی نمی‌مانند که پیاده سرکار حاضر می‌شوند. علت این است که فقط در سرعتهای نزدیک به سرعت سیر نور است که سیر زمان در نتیجه جابجا شدن اسبابهای اندازه‌گیری زمان نسبت بهمان وسائل سنجش ولی ساکن بکندی انجام وظیفه می‌کنند.

$$x'_2 - x'_1 = (x_2 - x_1) \sqrt{1 - \frac{u^2}{c^2}}$$

و طول قطعه انتخاب شده در سیستم سنجش ما یعنی K' عبارت است از مقداری

$$l' = x'_2 - x'_1 \quad \text{که با فرمول مقابل مشخص می‌شود.}$$

و در سیستم سنجش زمین یا سیستم K طول قطعه برابر است با: $l = x_1 - x_2$ باین ترتیب:

$$l' = l \sqrt{1 - \frac{u^2}{c^2}}$$

می‌شود، لذا ملاحظه می‌کنیم که قطعه انتخاب شده در حال کوتاه شدن است. اگر ما در امتداد قطعه انتخاب شده با سرعت v حرکت نماییم یا قطعه مزبور بجای ما

آنچه شرح دادیم یکی از نتایج فرضیه نسبیت محدود انشتین است که هنگام تدوین این فرضیه او فقط بیست و شش سال داشت. این فرضیه با شرح جزئیات ریاضی در سال ۱۹۰۴ منتشر شد امروزه همه عالم به صحت آن اذعان دارد.

فلوی اشعه کیهانی لاینقطع به زمین هجوم می‌آورد. ذرات موجود در این فلو حاوی انرژی کلانی هستند تصادم این ذرات پراثرژی با هسته اتمهای جو زمین موجب ذرات ابتدائی دیگری چون مزون و هیپرون است. این ذرات فوق‌العاده ناپایدارند و در لمحهای از ثانیه به ذرات ابتدائی دیگر تجزیه می‌شوند. دانشمندان بدقت طول عمر آنها را سنجیده‌اند و ثابت نموده‌اند که در این مدت کوتاه موجودیت خود ذرات یاد شده جز راهی کوتاه طی نمی‌کنند، معذالك بعضی از آنها به سطح زمین هم می‌رسند.

با سرعت V جابجا شود بنظر می‌رسد این قطعه به نسبت

$$\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$
 فشرده می‌شود.

با کمک يك سری تبدیلات با توجه به «فرمولهای تبدیلات لورنتز» می‌توان نشان داد که اگر جرم جسمی در پی حرکتی برابر m_0 باشد، همان جرم در حرکت مطابق فرمول زیر تغییر می‌کند.

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

برای سرعت v که نسبت به C مقدار اندکی است یعنی $\frac{v}{C} \ll 1$ می‌باشد بایستی

راز طول عمر ذراتی که به سطح زمین می‌رسند در کجا نهفته است در حالیکه همین ذرات وقتی در آزمایشگاه تولید می‌شوند جز زمان بسیار ناچیزی نمی‌پایند چه رسد که کیلومترها راه طی کنند و حتی سرتاسر ضخامت جو را در نوردند؟

این راز در سرعت بسیار حرکتی آنهاست که گاهی به سرعت نور نزدیک است. درست است که ساعت طول عمر آنها را بخشی کوچک از ثانیه تعیین کرده و عمرشان نه بیش از آن می‌شود نه کمتر اما بدلیل سرعت سرسام‌آور حرکت آنها زمان به آنها خیلی کندتر از ساعت زمین می‌گذرد، به همین دلیل به ساعت ما مدت درازی می‌گذرد که ذرات مذکور ضخامت جو را طی کنند اما در واقع عمرشان نه بیش و نه کم از آنست که سنجیده‌ایم، فقط زمان درباره آنها آهسته می‌گذرد. اما همین ذرات در آزمایشگاه که ساخته می‌شوند در همان لحظه‌ایکه منتظریم تجزیه میشوند.

از فرمول زیر استفاده کرد :

$$mc^2 = m_0 c^2 \left(1 + \frac{v^2}{2c^2} \right) = m_0 c^2 + \frac{m_0 v^2}{2}$$

قدر مطلق $\frac{m_0 v^2}{2} = E_c$ همان انرژی حرکتی (انرژی سینتیک) جسم میباشد.

قدر مطلق $m_0 c^2 = E_0$ انرژی پتانسیل یا انرژی ساکن جسم می‌باشد و

قدر مطلق $mc^2 = E$ عبارت است از انرژی کلی جسم در حال حرکت باین

ترتیب :

$$E = \frac{E_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

سرعت حرکت اقمار مصنوعی بدور زمین بسیار زیاد است. البته هشت کیلومتر در ثانیه نسبت به سرعت سیر نور چیز قابلی نیست، لذا کندشدن زمان در این اقمار اگر تحقق هم بیابد محسوس و مرئی نخواهد شد معذالك با کمی درایت می‌توان کندشدن مرور زمان را در اقمار مصنوعی اندازه گرفت.

گینسبورگ (V. Guinsbourg) عضو وابسته فرهنگستان علوم اتحاد شوروی پیشنهاد می‌کند روی یکی از اقمار مصنوعی ساعت بسیار دقیقی نصب شود و مثلاً پس از یک سال که قمر بدور زمین گشت بازگردانده شود و اختلاف زمان با ساعت زمین مقایسه شود. اگر ساعت قمر مصنوعی حتی یکصدم ثانیه نسبت به ساعت زمین عقب باشد فرضیه نسبیت محدود پیروزی بزرگی کسب خواهد کرد.

خواهد شد انشتین ثابت کرده است يك جسم در حال استراحت انرژی برابر با $E_0 = m_0 c^2$ دارد. زمانی که در بخشی از يك ماده نامشخص واکنش هسته‌ای پدید می‌آید Δm_0 به انرژی بدل می‌گردد $\Delta E_0 = \Delta m_0 c^2$ مثلاً برای اورانیوم $^{235}_{92}U$ مقدار $\frac{\Delta m_0}{m_0}$ تقریباً برابر $\frac{1}{1500}$ است. زمانی که واکنش هسته‌ای در یکصدم جرم اتفاق می‌افتد یعنی رابطه $\frac{\Delta m_0}{m_0}$ تقریباً برابر $\frac{1}{100}$ می‌باشد.

تهیج ایجاد شده در جسم با فرمول زیر سنجیده می‌شود :

$$I = \frac{m_0 v}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{E v}{c^2}$$

گرچه امروزه هم نه تنها دانشمندان بلکه مهندسين و طراحان دستگاههای جدید مولد ذرات ابتدائی و دستگاههای تسريع کننده که باید به ذرات سرعتی نزدیک به سرعت نور بدهند خود را مکلف میدانند معادلات نسبیت محدود را ملحوظ دارند تا پاسخ صحیحی دریافت کنند. هنگامی که پای سرعتهای عظیم به پیش کشیده می شود فرضیه نیوتن همانقدر دوام دارد که يك رشته نازك لعاب دهان گرم ابریشم در برابر گلوله تفنگ مقاوم است .

اکنون دانستیم که چرا برادر بزرگتر ستاره نورد پس از مراجعت از ستاره پروکسیما جوانتر از برادر کوچک خود جلوه می کند .
زمان مشتی مسائل معما مانند طرح می کند که آدمی پیوسته با آنها مواجه است .

زمان هم مثل فضا شکلی از موجودیت ماده است. بدون ماده زمان وجود ندارد. زمان فقط موقعی هست که ماده دستخوش تغییر میشود و با همین تغییر مادی سنجیده می شود. اگر ماده به شکلی غیر از آنچه، میشناسیم (خوزه جوهر) موجود باشد حتماً دوشکل عجیب زمان و مکان است، این دورا نیز میشناسیم و درباره آنها دانستیهای بسیار میدانیم.

لذا تهیج جسم با انرژی ای که بآن داده می شود متناسب با سرعت جسم است.

برای $v=c$ تهیج ایجاد شده برابر $E = \frac{E}{C}$ می باشد، لذا جرم جسمی که

در حال استراحت مطلق (بی حرکتی کامل) است یعنی در آن m به سوی صفر میل می کند. فی المثل فوتون در حال بی حرکتی جرم ندارد اما دارای انرژی معادل جرم در بی حرکتی است .

درمورد پیوند ماده و زمان این نکته را یادآور می‌شویم که زمان تابعی است از سرعت تغییر مکان اشیاء نسبت به وسایل اندازه‌گیری . اما استقرار وابستگی بین زمان و سرعت تغییر مکان فوراً مسائل دیگری مطرح می‌کند ؛ هرچه جسمی سریع‌تر حرکت کند زمان برای او کندتر می‌گذرد ، پس برای فوتونها یا ذرات ابتدائی دیگر که سرعتی نزدیک به سرعت نور دارند زمان وجود ندارد ؟ معنی این گفته اینست که به حساب ساعت فرضی موجود در فوتون فواصل بین ستارگان و بین کهکشانها را هر فوتون بمحض تولد طی می‌کند ؟

دانشمندان به قلب اتم راه یافته و آن را بصورت ذرات ابتدائی خرد کرده‌اند و موفق به کشف کیفیت کوانتائی (در اینجا منظور کیفیت غیریوسته) حوزه الکترومغناطیسی و احتمالاً حوزه جاذبه شده‌اند . حتی شواهدی برای اثبات کیفیت کوانتائی فضا بدست آمده ، اما آیا می‌توان درباره زمان هم کوانتوم یعنی کوچکترین ذره غیر قابل تجزیه‌ای بنام کوانتوم زمان فرض کرد ؟

دانشمندان باید باین سؤالات درآینده پاسخ بدهند. آنها امروزه نخستین شواهد را برای بیان کیفیت زمان یافته‌اند . یکی از این شواهد فرض کوانتوم (Quantum) برای زمانست .

فرض کنید که ما با ذرات ابتدائی زیادی که شانه بشانه بهم فشرده شده و نسبت بهم اعمال اثر متقابل دارند کار داریم . اعمال اثرات متقابل در چنان مجموعه‌ای با سرعت بسیار زیاد صورت می‌گیرد، علیهذا زمان میان دوائر متقابل نمی‌تواند برابر صفر باشد اما می‌تواند بسیار کوتاه

باشد . زمان لازم بین دو اعمال اثر متقابل را می توان يك كوانتوم زمان نامید .

وقتی که اعمال اثر متقابل بین دوزره بر گزار شد مثل اینست که دیگر بر آنها زمانی نمی گذرد چه تا هنگام لزوم اعمال اثر متقابل جدیدی تغییر حالت نمی دهند . باین ترتیب تغییر حالات ذرات مخصوصاً کیفیت انرژیک آنها به بیانی جریانی است از زمان که در نفس امر کیفیت منقطع (کوانتائی) وجهنده دارد .

مقدار يك كوانتوم زمانی طبیعتاً بسیار کم است و در هیچ حال از 10^{-24} ثانیه تجاوز نمی کند .

یکبار دیگر تکرار می کنیم که در تمام آنچه گفته شد نکات تاریك و ناشناخته بسیاری باقی است .

۵

انفجار

- دینامیک گازها
- گاز در ((خلأ)) جاری میشود
- امواج شوک
- ستارگانیکه منفجر می شوند
- ابرهای کیهانی
- سرعت ((ماده)) انفجاری
- انفجارها کار انجام میدهند

دینامیک گازها

جو؛ پوشش یا غلاف گازی کره زمین است. هوا فقط بظاهر شفاف می باشد. از هوانوردی که بمقتضای حرفه خود امکان مشاهده افق را دارد سؤال کنید، با لبخندی پاسخ خواهد داد، او ازمه وابر با شما صحبت خواهد کرد، برایتان حکایت خواهد کرد که چگونه هواپیما در حمامی شیری رنگ فرومی رود بطوریکه ازینجره آن نمیتوان بال آلومینیومی این پرنده فلزی را مشاهده کرد. هوانورد خواهد گفت که حتی در روزهای درخشان و آفتابی مهی بنفش رنگ افق را میپوشاند بطوریکه تیزبین ترین چشم ها نیز قادر به دیدن ماورای آن نیستند.

ازیک فیزیکدان پرسید او به شما خواهد گفت که جو زمین برای تمام منطقه طیف الکترومغناطیسی شفاف نیست. فقط برای طول موجهای مرئی و پاره ای امواج مادون قرمز و نیز امواج رادیو الکترونیک قابل

عبور است .

اما فقط منجمین با قاطعیت بیشتر از میزان شفافیت جو زمین صحبت خواهند کرد . آنها برای زیجگاه همیشه جاهائی را انتخاب می کنند که آسمان صاف و جو شفاف داشته باشد . بهمین مناسبت ابزارهای زیج را بقلل کوهها می برند تا حتی المقدور از ضخامت جو بین دوربین نجومی و فضا کاسته گردد با وجود این فقدان شفافیت جو مانع از اینست که پدیده های بسیار مهم و جالب به چشم منجمین برسد حرکت حرارتی یا جریان هوا در برابر تلسکوپ شکل لکه های موجود در روی سیارات همسایه ما را تغییر میدهد و اکثراً حرکت حرارتی هوا درست در شب اتفاق می افتد یعنی موقعی که منجم کار زیج خود را شروع کرده است . اگر گفته شود که هر ده سال فقط یکبار موقعیت استقرار سیاره همسایه ما نسبت به زمین در نزدیکترین مکان است متوجه خواهید شد که چقدر صبر و انتظار منجم برای دیدن لکه سیاره دیگر بایک وزش نسیم بیاد رفته است ، هیئت اعزامی که بامشقات فراوان خود را بنقطه ای از کره زمین رسانیده است که کسوف خورشید را تماشا کند ناگهان ملاحظه می کند لکه ابری برخاست و روی خورشید را در لحظه حساس گرفت و هیئت اعزامی بدون اینکه توفیق يك نگاه ساده به کسوف را داشته باشد بر می گردد و حاصل ماهها تدارك و زحمت بیاد می رود .

اما تنها جو سیاره ما نیست که مزاحم منجمین است ، توده های عظیم گرد و گاز بسیار متراکم کیهانی چه لعن و نفرین ها که از ستاره شناسان نشنیده اند . این توده های عظیم بخش بزرگی از کیهان ما را پوشانیده اند . قسمت مرکزی هر يك از این انبوه های گرد و گاز نقطه اجتماع میلیونها

خورشید نزدیک بهم است که در همانجا ولادت یافته‌اند. (البته در مقام قیاس با فواصل خورشیدهای دیگر موجود در کهکشان). اما ما قادر به دیدن آنها نیستیم چه ضخامت گرد و گاز بحدی است که کوچکترین نور از آن نمی‌تراود. فقط با کمک اشعه مادون قرمز که قدرت نفوذ بیشتر از طیف مرئی نور دارد دانشمندان موفق شده‌اند از هسته‌های درخشان این انبوه گرد و گازهای کهکشان عکس برداری نمایند و وجود میلیونها ستاره را در کنارهم مشاهده کنند و حال آنکه در بادی امر فقط یک خورشید بنظر میرسد که با نوری ضعیف در میان غباری غلیظ گرفتار است.

هر توده گرد و گاز موضوع تحقیق دانشمندان می‌باشد، دانستن ترکیب، ابعاد، وزن مخصوص، حوزه‌های جاذبه و الکترومغناطیسی که ایجاد می‌کند و بالاخره نحوه حرکت هر توده نسبت به توده دیگر و حرکت دسته جمعی آنها موضوعات دانستنی فوق‌العاده دل‌انگیزی هستند. در نتیجه مطالعه روی حرکات آنها می‌توان کیفیت و کمیت نیروهائی را که اعمال می‌کنند تخمین زد ترکیب و ساختمان این اجرام آسمانی را بحسب و گمان دریافت و با بسیار چیزهای دیگری از آن فهمید. بنابراین ارزش دارد که هم خود را وقف مطالعه حرکت ماده بین ستارگان بکنیم.

می‌توان خیلی زود مختصات اصلی این حرکت را معین کرد: این حرکت پیوسته نیست پس باید نخست بدانیم حرکت پیوسته و غیر پیوسته چیست؟

تصور کنید که کسی مشغول مطالعه فلوی يك لوله گاز رسانی

به شهری باشد (Gazoduc) بعنوان مثال لوله گاز رسانی مشهور استاوا-ریپول-موسکو (Stavropol-Moscou) را انتخاب می کنیم. شخص مزبور توسط ابزارهای دقیق درجه حرارت و سرعت و فشار گاز را در نقاط مختلف يك مقطع از فلوی گاز اندازه گیری می کند. بعد از ده دقیقه مجدداً سنجش ها را تکرار می نماید. سپس بعد از بیست دقیقه دست به اندازه گیری می زند و هر ده دقیقه سنجش ها را تکرار می کند در پایان تجربه مشاهده خواهد کرد ارقام بدست آمده ثابت است معنی آن اینست که گاز در لوله بطور یکنواخت بدون ارتباط با زمان جریان داشته است؛ این حرکت گاز حرکتی است پیوسته یا یکپارچه که حرکت استاسیونر (Stationnaire) نیز نامیده می شود.

اگر آزمایش مرتباً ادامه داشته باشد تجربه کننده ملاحظه خواهد کرد سرعت گاز در شب نسبت به روز بقدر نا محسوسی کاهش می یابد و نیز خواهد دید در فصل زمستان حرارت گاز مختصری کم می شود و در بهار بعد نخست باز می گردد. چون تغییرات یاد شده طی يك دوره با نظام خاص صورت می گیرد حرکت گاز باز هم تقریباً حرکتی است پیوسته.

بعکس اگر موقع شلیك يك گلوله از تفنگ حرکت گازی که از انفجار فشنگ حاصل می شود مورد بررسی قرار گیرد ملاحظه خواهیم کرد که فشار، درجه حرارت، سرعت و حتی حجم گاز پیوسته در تغییر است این يك نمونه از حرکت غیر پیوسته می باشد. چنین حالتی درست نظیر همان حرکتی است که ستاره شناسان در توده های گرد و گاز کیهانی ملاحظه می نمایند.

ما در جریان مسافرت خیالی خود به کیهان مشاهده کردیم که قسمت اعظم عالم از ماده بحال پلازما ساخته شده و نیز حالت پلاسمائی ماده در بخش مرکزی منظومه شمسی، جنبه غالب دارد. می دانیم که آن بخش از جرم خورشید که بحال پلازماست هفتصد و پنجاه بار بیش از جرم مجموع سیاراتی است که بدور آن می گردند. نسبت پلازما در کهکشان از اینهم بالاتر است. غیر از ستارگان که بخش اعظم کهکشان را تشکیل می دهند سحابی های گازی داخل کهکشان و ماده موجود بین ستارگان که بصورت بسیار رقیقی است همه صورت پلاسمائی ماده اند. ماده جامد در کهکشان بسیار کم است ماده مایع از آن هم کمتریافت می شود.

بیان ریاضی : فرمول ریمان (Riemann)

در طی يك جریان غیر پیوسته ماده سیال (یعنی جریانی که بازمان در ارتباط است) رابطه سرعت گاز U و فشار آن تابع فرمول یا معادله ریمان است که بصورت زیر نوشته می شود:

$$U = \pm \frac{1}{K-1} \sqrt{\frac{Kp}{p}} + \text{مقدار ثابت} = \pm \frac{1}{K-1} a_0 + \text{مقدار ثابت}$$

در این معادله p وزن مخصوص گاز و p فشار آن و K ضریب ثابت است. در مواردیکه گاز از درون چیزی خارج می شود باید علامت منها را منظور کرد و توجه داشت که فشار گاز کاسته می گردد و در عوض به سرعتش افزوده می شود. در این حال معادله زیر صادق است :

$$U = \frac{1}{K-1} (a_0 - a)$$

در این فرمول a_0 عبارت است از سرعت سیر صوت در گاز مزبور در حال استراحت (بی حرکتی)

غیر از سیارات و هسته ستارگان دنباله دار و سنگهای آسمانی ماده جامد را در توده های گرد و گاز کیهانی می توان یافت، ماده جامد در این توده های متراکم بصورت ذرات ریز غبار می باشد. غیر از اینها ممکن است در کهکشان مشتی ستارگان خاموش و سرد از دیر باز موجود باشد که روی آنها را قشر جامدی پوشانیده است، البته در باره آنها چیز زیادی نمیدانیم. طبق محاسبه ماده جامد در کهکشان از یکصدم و ماده مایع از یک میلیونیم جرم مادی کهکشان تجاوز نمی کند.

مثل هر چیزی که در عالم دیده می شود، گازهای موجود در کیهان در حال حرکت دائم اند. در بعضی موارد مثل دم ستارگان دنباله دار حرکت مذکور حرکتی است پیوسته، در سایر موارد مثل انفجار ستارگان جدید ما ناظر فوران عظیم گاز می باشیم. اما مطالعه این پدیده ها دیگر در حد ستاره شناسی نیست بلکه در حد دانش جدیدی است بنام دینامیک گازها که طی آن قوانین جاری در کلیه سیالهای قابل فشرده شدن مورد بررسی

اگر گاز با حرکتی پیوسته از درون ظرفی به خلاء جاری شود مقدار a برابر صفر خواهد بود و سرعت حداکثر (limite) جریان گاز از فرمول زیر استخراج می شود.

$$\bar{U}_{lim} = \sqrt{\frac{2}{K-1} a}.$$

هنگامی که گاز غیر پیوسته جاری می شود حداکثر سرعت برابر است با:

$$U_{lim} = \frac{2}{K-1} a.$$

رابطه دوسرعت حداکثر جریان گاز در جریان پیوسته و غیر پیوسته

چنین می شود :

قرار می گیرند . قبلاً گفته شد که اجسام جامد نیز در تحت تأثیر فشار زیاد بمایع مبدل میشوند .

دینامیک گازها امروزه رشته‌ای از فیزیک است که سریعاً تکامل می یابد، قوانین و نتایج حاصله از این علم تنها جنبه تئوریک خالص ندارد بلکه جنبه عملی و تکنیکی و افری دربردارد مثل تکنیک انمی و تکنیک موشک سازی . اما افسوس که ستاره شنان هنوز جز بهره برداری از نتایج تئوریک این رشته از دانش امکان استفاده عملی آنرا نیافته اند .

دینامیک گازهای کیهانی خیلی با دینامیک گازهای موجود در زمین تفاوت دارد. البته نه به لحاظ ابعاد عظیم آنها بلکه دینامیک گازهای کیهانی دانشی است بسیار مغلق تر از دینامیک گازهای زمینی چه ماده در کیهان بصورت پلازماست . تغییر مکان این گازها نه تنها بعلت نیروی درونی پلازما بلکه تحت تأثیر حوزه الکترومغناطیسی و حوزه

$$\frac{U_{lim}}{\bar{U}_{lim}} = \sqrt{\frac{2}{K-1}}$$

و برای هوا که $K = \frac{\gamma}{\delta}$ است رابطه بصورت زیر درمی آید :

$$\frac{U_{lim}}{\bar{U}_{lim}} = \sqrt{5} \approx 2.25$$

باین ترتیب ملاحظه می شود که سرعت حداکثر در جریان غیر پیوسته گاز مزبور در اثر سقوط ناگهانی فشار در پیدایش فشار منفی خیلی بیشتر از سرعتی است که از نزول فشار در جریان پیوسته حاصل می شود. اما آنچه گفته شد فقط در مورد بخش قدامی فلوی گاز در حرکت غیر پیوسته صادق است ،

جاذبه انجام می گیرد. از طرفی وقتی سرعت جابجاشدن به سرعت نور نزدیک می شود جرم هم تغییر می کند، جریان زمان هم عوض می شود. البته در این رشته از دانش نکات ناریک، نکاتی که برایمان غیر قابل فهم و پدیده هائی که ناشناخته است بسیارند.

آنچه میدانیم اولین استنتاجاتی است که از دینامیک گازهای کیهانی طبق مشاهدات علمی بعمل آورده ایم.

گاز در «خلاء» جاری میشود

آنچه گفته خواهد شد حادثه نادری است. در کهکشان ما هر دو است یا سیصد سال یکبار اتفاق می افتد. بهمین دلیل است که دانشمندان

سرعت بخشهای عقبی این فلو خیلی از سرعت حداکثر گاز در حال حرکت پیوسته ($\bar{U}_{lim}$) کمتر می باشد.

زمانی که گازی درون يك پیستون فشرده شده باشد لذا سرعت تدریجاً تغییر می کند و قاعدتاً منتظریم که فشار گاز با سرعت آن افزایش یابد. و این رابطه مبین آنست:

$$U = \frac{a^2}{K-1} (a - a_0)$$

در این فرمول a_0 سرعت سیر صوت در گاز در حال استراحت است یعنی گازی که هنوز به حرکت در نیامده، از اینجا معلوم می شود که:

$$a = a_0 + \frac{K-1}{2} U$$

و فشار گاز یا P تابع معادله زیر است.

فتوگرافی‌های روزانه‌ای را که از یک لکه نورانی گرفته‌اند مقایسه می‌کنند، عکس‌هایی که هر روز از روزپیش فقط قسمتی از اعشارمیلیمتر بزرگتر دیده می‌شوند. اما همین رشد سریع لکه نورانی وقتی که با وسایل علمی دیگری نیز مورد بررسی قرار گیرد مبین سائحه عظیمی در یک گوشه از آسمان است.

دستگاه رادیو تلسکوپ نشان می‌دهد در گوشه‌ای از آسمان چشمه توانائی از تشعشعات رادیو الکتریک شروع به فوران کرده است که در فرکانس خود، امواج رادیو الکتریک ساطعه از خورشید خودمان را نیز خفه و پنهان می‌کند.

ستاره‌شناسان می‌گویند يك ستاره سوپر نوا (Supernovae) ظاهر خواهد شد آنها اضافه می‌کنند که البته این فقط يك طرز بیان مطلب است. در جای این ستاره که در طی چند ساعت در خشناق‌ترین ستاره آسمان

$$P = P_0 \left(\frac{a}{a_0} \right)^{\frac{2K}{K-1}} = P_0 \left(1 + \frac{K-1}{2} \cdot \frac{U}{a_0} \right)^{\frac{2K}{K-1}}$$

موقع واٹنش يك توده گاز کروی شکل در خلاء سرعت حداکثر واٹنش از این فرمول بدست می‌آید:

$$U_{lim} = \frac{2}{K-1} a_0$$

بعد از اینکه واٹنش بحدی رسید که شعاع حاصله از ده پانزده برابر کلوله گاز ابتدائی تجاوز کرد سرعت گاز با رابطه زیر تعیین می‌شود:

$$U = \frac{r}{t}$$

ما می‌شود قبلاً ستاره کوچکی قرار داشت، بسیار کوچک و کم نور بود و بظاهر فرقی با ستارگان قدسوم و چهارم نداشت. چنان بر ایمان بی‌اهمیت بود که حتی طیف نور آنرا قبلاً تجزیه نکرده بودیم که بدانیم آیا از لحاظ ساختمان شیمیائی با ستارگان دیگر فرقی دارد یا خیر. اما اکنون

اکنون این ستاره دستخوش انفجاری درونی شده است. توده‌های پلازما از آن کنده شده در جهات مختلف فضا پراکنده می‌شوند و سرعت انتشار آنها سرسام‌آور است. آری با سرعت پنج هزار تا ده هزار کیلومتر در ثانیه از مرکز انفجار دور می‌شوند و این درست همان علت پهن شدن فاقهای درخشان طیف اسپکترسکپ است.

اما آنچه موجب بزرگ شدن تصویر فتوگرافیک این ستاره است انتشار پلازما در جهات مختلف نیست چه هر چه قدر که کلان باشد از چنین فاصله دوری قابل تخمین و تشخیص نیست. علت این پدیده چیز دیگری است. ستاره‌ای که منفجر شده تصادفاً در میان توده‌ای از غبار کیهانی قرار دارد و نوری که از انفجار حاصل شده توده بیکران غبار را روشن می‌کند و غباری که تا این ساعت قابل دیدن نبود مرئی می‌شود. اشعه نورانی با سیصد هزار کیلومتر در ثانیه حرکت می‌کند و عکسی که روزانه

در اینجا ۲ فاصله نقطه مورد نظر از مرکز گلوله ابتدائی و ۱ زمانی است که از ابتدای واکنش سپری گردیده است ؟

بنابراین در هر لحظه سرعت حرکت هر ذره گاز نسبت مستقیم با فاصله از مرکز انفجار دارد تراکم گاز در مرکز انفجار در حد اکثر است و تدریجاً هر چه به محیط نزدیک شویم رقیق‌تر می‌گردد.

گرفته می شود از عکس روز قبل جزئی از میلیمتر بزرگتر می افتد .
 اما علائم نیرومند رادیوالکتریک چه هستند ؟ این درست نیست
 که سخن از سر نوشت موجودات سیاراتی که بدور آن خورشید می گردند
 و در معرض این تشعشع قرار می گیرند بگوئیم از خیلی پیش برای این
 موجودات فرضی همه چیز تمام شده است . این جمله معترضه را رها کنیم
 و به ماهیت امواج رادیوالکتریک بپردازیم : این علائم رادیوالکتریک
 از الکترونیایی ساطع می شوند که حوزه نیرومند الکترومغناطیسی
 آنها را اسیر کرده است و در امتداد خطوط نیروی این حوزه با سرعتی
 نزدیک به سرعت نور در حرکت اند .

چند هفته بعد درخشش خورشید کاسته می شود ، پس از مدتی باز همان
 ستاره ای است که قبلا بوده منتها دور تا دورش سحابی گازی شکلی
 استقرار یافته که از خودش خارج شده است . ستاره شناسان سحابی های
 چندی را که پس از انفجار سوپرنوا پیدا شده اند نام می برند . در میان
 آنها سحابی غراب (Crab) بیش از دیگران مورد مطالعه قرار گرفته
 است .

این سحابی در سال ۱۰۵۴ میلادی بوجود آمده است . ما این تاریخ
 را از دو طریق بدست آورده ایم یکی از نوشتجات مندرج در آثار چین
 باستان دیگری از سنجش سرعت انتشار قطعات این سحابی ، از این طریق
 به سادگی می توان تاریخی را که این توده در یکجا مجتمع بوده کشف
 کرد .

اکنون باید دید درون یک سوپرنوا هنگام فاجعه انفجار چه اتفاقی
 رخ داده است ؟ یک انفجار ! با این کلمه دانشمندان در انتظار این مطلب

هستند که در یک لحظه مقدار قابل ملاحظه‌ای انرژی یکجا و یکمرتبه آزاد شود. باین ترتیب انفجار سحابی غراب $۱۰^{۴۹}$ ارگ انرژی آزاد کرده است.

انفجار ضربه صاعقه را می‌ماند، دینامیت مشتعلی است که یک انفجار فشنک می‌افتد، کیفیت تولد سوپرنوا نیز همین است. اما برای بررسی جزئیات قانون جابجا شدن گاز و پلازما هنگام انفجار بایستی ابتدا از چیز دیگری صحبت کرد.

گاز قابل فشرده شدن است، می‌توان بایک تلمبه ساده دوچرخه به این امر تحقق بخشید. با وجود این در موارد متعددی تراکم گاز بطور نامحسوسی عوض می‌شود و می‌توان قابلیت فشرده‌گی آنرا ندیده گرفت مثلاً برای طراحی بال هواپیمای با سرعت کمتر از صوت مهندسين قابلیت فشرده شدن هوا را به حساب نمی‌آورند و بال هواپیما را درسیالی غیر قابل فشرده شدن منظور می‌کنند. اختلاف Portance (نیروی عمود بر جهت جسمی که درسیالی پیش میرود) بدست آمده در حساب و Portance حقیقی فوق العاده ناچیز است. ما در اینجا با جریان پیوسته گاز مواجه می‌باشیم. اکنون یک جریان غیر پیوسته ساده گاز را در نظر مجسم نمائیم: لوله‌ای را که دوسرش بسته است به دو قسمت مجزا تقسیم می‌کنیم. به یک قسمت گاز بسیار فشرده‌ای داخل می‌نمائیم و در قسمت دوم خلأ نسبتاً پیشرفته‌ای ایجاد می‌نمائیم. وقتی دیواره بین دو قسمت لوله را برداریم انفجاری رخ می‌دهد.

ذرات گاز مستقر در جبهه قدامی تحت فشار ذرات عقبی با سرعت بسوی خلأ رانده می‌شوند. فشار گاز کاهش می‌یابد. سقوط فشار و

حرکت مولکولهای گاز ذرات عقب‌تر را که هنوز نجنبیده‌اند به حرکت وامیدارند. باین ترتیب علائم حرکت در تمام گاز با سرعت سیر صوت ظاهر می‌شود. بمحض اینکه علائم مزبور به لایه جدیدی از گاز سرایت می‌کند ذرات گاز موجود در این لایه نشانه فشرده‌شدن از خود بروز می‌دهند، این فشار خیلی بیشتر از فشاری است که لایه‌های قدامی تحمل می‌کردند لذا ذرات این طبقه هم بحرکت می‌آیند.

با وجود این سرعت ذرات هر طبقه ولایه نسبت سرعت لایه قبلی کمتر است زیرا اختلاف فشار ذرات لایه‌های قدامی و خلفی پیوسته کاهش می‌یابد، چه همینکه نخستین لایه بحرکت در آمد فشار در جلو برابر صفر است بعبارت دیگر فشاری یکطرفه معادل فشار ابتدائی روی ذرات گاز وارد می‌شود.

برای هر لایه فشار پشت‌سری مقدار ثابتی است، اما در جلو مقدار جرمی از گاز موجود است که پیوسته افزایش می‌یابد. سرعت گاز در اثر فشار ابتدائی نیست بلکه بعلت اختلاف فشار است بهمین دلیل است که سرعت جریان گاز کند خواهد شد.

اکنون فرض کنیم علامت یا حرکتی که در اولین طبقه گاز ظاهر شد لایه به لایه از راست به چپ حرکت کند و پیوسته اقشار جدیدی را دریابد. ما این حرکت اولیه یا علامت اولیه را موج شوک مینامیم. بدیهی است وقتی موج به انتهای سمت چپ لوکه رسید با جدار بسته مواجه گشته و انعکاس می‌یابد، موج انعکاسی سر راه خود از میان گازی می‌گذرد که با موج شوک تحریک شده به جنبش درآمده است.

در اینحال هم حرکت گاز و واتنش آن ادامه خواهد یافت اما

خصوصیات و اتنش با قبلی کمی فرق خواهد داشت .

قبل از انعکاس، موج از لایه‌های گاز در حال استراحت و آرامش عبور کرده است اما موقع برگشت موج انعکاسی بایستی از درون گاز تحریک شده‌ای عبور کند .

تذکر این نکته بسیار جالب است که اگر در یک موج حرکتی فشار ناگهان در جهتی از جبهه قدامی موج (پیشانی موج) بسمت نقطه‌ای که گاز و اتنش می‌یابد کاهش یابد در موج انعکاسی فشار در حجم کلی گاز یکنواخت بماند و یا سریعاً با زمان کاهش مییابد .

قبل از و اتنش انرژی کلیه ذرات گاز بحالت انرژی پتانسیل و برای کلیه قسمت‌ها یکنواخت است. پس از و اتنش در انتهای مدت زمانی کم و بیش طولانی قسمت اعظم انرژی پتانسیل به انرژی سینتیک مبدل می‌گردد ، فشار شدیداً کاهش می‌یابد ولی انرژی حرکتی یا سینتیک در بخش‌های مختلف گازیکی نیست . ذرات مستقر در جبهه موج بیشترین انرژی سینتیک را دارند در حالیکه عقب‌ترین ذرات یعنی آنها که مجاور جدار خلفی هستند دارای حداقل انرژی حرکتی بوده و باید گفت تقریباً انرژی آنها برابر صفر است .

با توجه به آنچه گفته شد می‌توان بدون توسل به محاسبه نتیجه گرفت که سرعت حرکتی ذرات موجود در جبهه موج خیلی بیش از سرعت متوسط حرکت گاز است که بارعایت اصل بقای انرژی و محاسبات ریاضی بدست می‌آید .

نظیر همین را در مورد فیزی که شدیداً تحت فشار قرار گرفته نیز می‌توان مشاهده کرد . انتهای ثابت فنر پس از باز شدن انرژی برابر

صفر دارد در حالیکه انرژی حرکتی بخش قدامی آن حداکثر است و واین مقدار خیلی بیش از انرژی متوسط فتر می باشد .

یک مثال دیگر نیز گرچه وجه شبه اندکی دارد برای روشن شدن موضوع می توان ارائه داد : ازدحام مسافرین قطار را هنگام پیاده شدن در نظر آورید و تصور کنید مسافران ذرات گاز هستند وقتی قطار ایستاد هر یک می کوشد زودتر پیاده شود لذا مسافر جلوئی را میراند در نتیجه مسافرین کنار در خروجی که هیچ فشار متعادل کننده از روبرو به آنها وارد نمی شود به بیرون از قطار پرتاب میشوند در حالیکه آخرین مسافران که نیروئی آنها را به جلو نمی راند با سرعت عادی (سرعت جریان) پیاده خواهند شد .

اکنون ملاحظه کنیم نحوه حرکت گاز در لوله موقعی که در طرف دیگر لوله نیز گازی وجود دارد اما فشارش از گاز نخست کمتر است چگونه می باشد، در این حال جریان گاز به خلأ صورت نمی گیرد بلکه در ملائی گازی شکل اتفاق می افتد .

چنانکه تجربیات عملی و فرضیات علمی نشان می دهند گازی که جاری می شود و اتنش می یابد و فشارش کاسته می گردد ، فشار گاز اولی که در طرف است شروع به افزایش می کند تا با فشار گاز در حال و اتنش مساوی شود یعنی تعادلی مثل دو کفه ترازو برقرار می گردد . در این مورد از همان لحظه آغاز جریان گاز یک موج شوک پدید می آید .

این موج شوک پدیده تازه ای است که تا اینجا از آن صحبت نکرده ایم . لازم به یاد آوری است که هرگاه از آن تصور درستی نداشته باشیم نمی توانیم کیفیت و طبیعت فیزیکی صحیح انفجار را دریابیم .

در طبیعت حوادث بسیاری هست که موج شوک در آنها نقش عمده دارد مخصوصاً در تکنیک و بدبختانه تا امروز وسیعاً در تکنیک‌های نظامی از آن استفاده می‌شود. آذرخش تندر بر میانگیزد؛ این چیزی جز انتشار موج شوک در جو نیست. پرواز یک هواپیمای مافوق صوت یا کلیه حرکات مافوق صوت در گازها برانگیزنده موج شوک هستند. در چنین موارد آنها را امواج بالیستیک (Balistique) هم مینامند.

هنگام انفجار بمبی از نقطه انفجار در تمام جهات بادی میوزد که چیزی جز موج شوک نیست. انفجار بمب‌های اتمی و هیدروژنی امواج شوک فوق‌العاده مهیبی بر میانگیزند. اما عظیم‌ترین موج شوک هنگام انفجار «ستارگان نووا» (Novae) و «سوپر نووا» (Supernovae) حاصل خواهند شد که تا امروز بعلت حجم فوق‌العاده شان مهیب‌ترین انفجارهای شناخته شده در طبیعت به حساب می‌آیند.

گرچه انفجار پدیده‌ای است که از قرن‌ها پیش بدون اینکه بحث تندر و کشف موج شوک و مطالعه علمی آن صورت گیرد توسط آدمی بکار میرفته است؛ دانش فیزیک فقط از یک قرن پیش مطالعه آنها آنرا آغاز کرده.

در پایان سال ۱۸۵۰ ریمان (Riemann) فیزیکدان بزرگ آلمانی از روی مطالعات تئوریک و ریاضی وجود موج شوک را پیش‌بینی کرد. باید گفت موج شوک نیز مثل سیاراتی چون نپتون و پلوتون برای آدمی قبل از چشم با نوک قلم کشف شد.

در سال ۱۸۷۰ فیزیکدان انگلیسی موسوم به ایرن‌شاو (Earnshaw) از طریق دیگری به نتیجه ریمان رسید. در اواخر سال ۱۸۸۰ هوگو نیو

(Hugoniot) دانشمند فرانسوی دست به مطالعه جالبی در مورد موج شوک زد. در همان زمان فیلسوف و فیزیکسین اطریشی ارنست ماخ (Ernst Mach) برای نخستین بار موفق به ایجاد موج شوک از طریق تجربی شد. از آن به بعد مدتی طولانی دانشمندان از تعقیب موج شوک منصرف شدند چه مورد مصرف عملی برای آن یافت نشده بود.

در اواخر سال ۱۹۲۵ از نظر تئوریک کوشش دانشمندان موجب پیشرفت های تازه ای گردید. از همان موقع پیدا بود که پیشرفتهای هوانوردی بسوئی میرود که دیوار صوت شکسته خواهد شد.

اما مطالعات عمیق و جدی درباره موج شوک بعد از جنگ دوم جهانی آغاز گردید رشد سریع دانش و فن ایجاب می کرد این رشته از دانش از جهات تئوریک و عملی مورد غور دقیق قرار گیرد. امروزه صداها دانشمندان هر کشور روی این رشته کار می کنند و مطالعه روی موج شوک یکی از مهم ترین و مشکل ترین رشته های دانش فیزیک است از پایه گذاران مشهور این رشته دانش در اتحاد شوروی پرفسور لاندو (Landau) پرفسور سدوف (Sédov)، پرفسور زلدوویچ (Zeldowitch) و کمپانه اتز (Kompaneets) می باشند.

بنابر این موج شوک چیست ؟

هر گونه تغییر در محیط قابل فشردن یا سیال قابل فشردن مثلاً تغییر درجه حرارت یا فشار با سرعت صوت پخش می شود. لذا سرعت صوت عبارت می شود از سرعت انتقال هر تغییر درون گاز برای سهولت درك مطلب بجای محیط قابل فشرده شدن در اینجا فقط کلمه گاز را بکار می بریم.

گرچه موج شوک می تواند غیر از گازها در پلاسمادر مایعات و حتی در جامدات بوجود آمده منتشر شود و این را هم علاوه می کنیم که در یک گاز یا پلازما هر چه تراکم و غلظت بیشتر باشد سرعت سیر صوت بیشتر است. برای هوا در حرارت صفر درجه و فشار هفتصد و شصت میلی متر جیوه سرعت سیر صوت سیصد و چهل متر در ثانیه است.

مکانیسم ایجاد یک موج شوک به ترتیب زیر است: تصور کنید درون لوله باریکی که بسیار طویل است یک پیستون در حرکت باشد این پیستون موضعاً با پیشرفتن موجب افزایش فشار و افزایش تراکم خواهد شد، این تغییر با سرعت سیر صوت سر تا سر لوله منتشر می شود.

اگر سرعت پیستون یکدفعه افزوده شود در بخشی از گاز که جلوتر قرار دارد یک حالت فشردگی مکمل ایجاد می شود، این تغییر جدید نیز با سرعت صوت پخش می شود، بدین پی است بعلا افزایش تراکم سرعت انتشار هر تغییر جدید از قبلی بیشتر است.

اگر باز هم سرعت حرکت پیستون افزوده شود بخشهایی از گاز که قبلاً دوبار فشرده شده اند برای بار سوم در معرض فشار قرار می گیرند، تغییرات فشار و تراکم حاصله با سرعتی بیش از دو دفعه قبلی انتشار خواهند یافت بطوریکه از آن دو پیشی خواهند گرفت، اگر عمل فشردن مکرر شود همین پدیده باز تکرار خواهد شد و در یک نقطه لوله از امواج انتشار قبلی جلوتر خواهد افتاد.

در این حال چه خواهد شد؟ بطور ناگهانی اختلاف فاحش در تراکم، درجه حرارت و فشار در لوله ایجاد می گردد. در نقاطی که هنوز

موج تغییرات به آنجاها نرسیده میزان تراکم گاز و فشار آن در حد اولی خواهد بود درحالیکه در نقاط جلوتر که موج را دریافت کرده‌اند تراکم و فشار افزایش خواهد یافت.

پیشانی یا جبهه شوک منطقه باریکی است که در جلو موج قرار دارد و باریکی آن بحدی است که فقط چند مولکول در آن قادر به حرکت اند (چنان راه باریکه‌ای برای اینکه مولکولها بتوانند تبادل انرژی کنند ضروری است).

این موج شوک قادر است با سرعتی خیلی بیش از سرعت سیر صوت در همان گاز حرکت کند، البته سرعت سیر صوت در صورتی که هیچگونه تغییر و تحریک قبلی به آن گاز وارد نشده باشد. در نتیجه موج شوک محصول تغییراتی است که در گازی از تغییرات قبلی ایجاد شده و با سرعت سیر صوت در فشارها و تراکم‌های مختلف آن حرکت کنند.

سرعت سیر موج شوک ارتباط باین دارد که پیستون با چه سرعتی حرکت کند و گاز موجود در جلو خود را تا چه حد متراکم نماید.

هر چه شتاب پیستون بیشتر باشد موج شوک نیز زودتر تولید می‌شود، اگر سرعت یکمرتبه بالا برود در همان لحظه موج شوک تولید می‌شود.

موقعی که یک فلوی گازی به مانعی برخورد کند باز موج شوک ایجاد خواهد شد. در این حال موج شوک در جهت عکس فلوی گاز حرکت خواهد کرد. در اینجا مانع سر راه گاز نقش پیستون را بازی می‌کند. در این وضع ذرات پرشتاب موجود در فلوی گاز توسط موج شوک ترمز می‌شوند و سرعت آنها به صفر می‌رسد. در چنین مورد ضروری

نیست سرعت فلوی گاز مافوق سرعت صوت باشد. سرعت تغییر مکان موج شوک هیچ ارتباطی به منبع گاز و نیز سرعت انتشار تغییرات حاصله در آن ندارد. هنگامیکه موج شوک از گاز می‌گذرد تراکم، فشار و حرارت آنرا بالا می‌برد. افزایش حرارت گاز هنگام عبور موج شوک خیلی بیش از افزایش حرارت گاز در اثر افزایش فشار در آن است.

اکنون به اقیانوس آبی رنگ فضا پرواز کنیم.

اگر پیستون را با سرعت بسیار زیاد در هوا حرکت دهیم فقط هوا بدور پیستون خواهد چرخید، فشار اعمال شده در تمام جهات پخش خواهد شد و بدیهی است که هیچ موج شوکی پدید نخواهد آمد. چنین چیزی موقعی است که سرعت حرکت پیستون کمتر از سرعت سیر صوت در هوا باشد.

اگر به پیستون سرعتی مافوق صوت ببخشیم در این صورت به خمپاره‌ای مبدل خواهد شد که با خمپاره اندازه‌شلیک شده. فشار موجوده در جلوی خمپاره نمی‌تواند مثل موجی حرکت کند چه تغییر حاصله در فشار با سرعت صوت منتشر می‌شود در حالیکه گلوله از آن تندتر می‌رود بهمین جهت پیشاپیش خمپاره منطقه‌ای پر فشار ایجاد می‌شود که از گاز اطراف که متحمل تغییراتی نگشته جداست، این چیزی جز جبهه موج شوک نمی‌باشد. البته در اینجا موج شوک چنانکه در مثال لوله و پیستون دیدیم عمود بر جهت فلوی گاز نیست بلکه نسبت به آن مایل است، جبهه موج شوک در اینجا با فلوی گازی که بآن نزدیک می‌شود زاویه‌ای می‌سازد.

دوربین‌های فیلمبرداری مدرن مافوق سریع عکسهای خیلی جالبی از مسیر پرواز يك گلوله در جو می‌گیرند در روی کلیشه‌ها در نوك گلوله انشعابات متعددی در جمیع جهات دیده میشود اینها در واقع نوك گلوله نیستند که قاچ قاچ شده باشد بلکه امواج شوک می‌باشند که در تمام جهات منتشر می‌گردند.

عین همین قضیه هنگام پرواز هواپیماهای واکنشی مافوق صوت مشهود است. ابتدا موج شوک بناظر می‌رسد و گوشهای او موج شوک را چون صدای انفجاری در می‌یابد، سپس صدای غرش موتور شنیده می‌شود امواج شوک مستقیم، مایل، استوانه‌ای یا کروی از هر نوع که باشند کیفیت فیزیکی واحدی دارند. ممیزه عمده آنها در افزایش ناگهانی فشار و حرارت است که نسبت به قبل از حرکت صدها و هزارها بار می‌توانند تقویت شوند.

بیان ریاضی : موج شوک

اگر بایستونی که ناگهان با سرعت U_y بحرکت در می‌آید گازی تحت فشار قرار گیرد در آن موج شوکی پیدا می‌شود که سرعت انتشارش تابع فرمول زیر خواهد بود :

$$D_y = \frac{K+1}{4} U_y + \sqrt{\left(\frac{K+1}{4} U_y\right)^2 + a_0^2}$$

اگر بایستون با ضربه‌های کوچک و مکرر جلو رانده شود و $U_y \ll a_0$ باشد سرعت جبهه موج شوک برابر سرعت انتشار صوت یعنی a_0 خواهد بود. فشار و تراکم گاز تابع دومعادله زیر خواهد شد.

$$P_y = P_0 + p'_0 \cdot U_y \cdot \left[\frac{K+1}{4} + \sqrt{\left(\frac{K+1}{4}\right)^2 + \frac{a_0^2}{U_y^2}} \right]$$

قبلا گفته شد که در آزمایشگاهها از امواج شوک برای تولید حرارت‌های فوق‌العاده زیاد استفاده می‌کنند. اکنون ببینیم مکانیسم کار و ساختمان دستگاههایی که بدین منظور تعبیه شده‌اند چیست؟ این دستگاهها عبارتند از لوله‌های فولادی با مقطع چهارگوش یا دایره بقطر ده سانتیمتر و طول چند متر. اطاقك درون لوله توسط جداری به دو قسمت پرفشار و کم فشار تقسیم شده است. فشار اطاقك اولی در حدود یکصد اتمسفر است، در اطاقك دوم فشار از چند صدم یا چند هزارم اتمسفر تجاوز نمی‌کند

پس از حذف جدار رادع گاز از اطاق پرفشار به اطاق کم فشار هجوم می‌برد، در اینحال گاز نقش يك پیستون را بازی می‌کند بنابراین گازی راکه سر راه خود ملاحظه می‌کند تحت فشار قرار می‌دهد. این موج فشار بلافاصله مبدل به موج شوک می‌شود که در اطاق کم فشار منتشر می‌شود.

و نیز :

$$P'_y = P'_a \cdot \frac{(K+1)P_y + (K-1)P_a}{(K-1)P_y + (K+1)P_a}$$

در این دو فرمول P'_a و P_a فشار و تراکم گاز قبل از ایجاد تغییر در آن می‌باشند.

در مواردیکه يك موج شوک شدید داریم وقتی $P_y \gg P_a$ باشد، فرمولهای فوق خیلی ساده خواهند شد و سه فرمول زیر نمونه آنهاست.

$$D_y = \frac{K+1}{2} U_y \quad \text{و} \quad P_y = \frac{K+1}{2} P'_a \cdot U_y^2$$

گاز مورد مصرف در اطاقك پرفشار معمولا هیدروژن است . هیدروژن خود گرم نمی شود بلکه نقش پیستون را بازی می کند . در اطاقك کم فشار معمولا از گازهای سنگین مثل کریپتون (Krypton) بهره می گیرند که موج شوک بایستی آنرا طی کند.

در نقطه تضادم موج شوک و موج انعکاسی حرارت بیست الی بیست و پنج هزار درجه بالا می رود. در انفجارهای اتمی حرارتهای خیلی بیش از این حاصل می شود، حرارت انفجار هیدروژن از آنهم بیشتر است. در مرحله بدوی زمانی که منطقه محدود موج توسعه نیافته حرارت چندین میلیون درجه است.

اما این حرارتهای در برابر امواج شوک حاصله در حوادث کیهانی همچون تولد سوپرنووا کاهی است در برابر کوهی.

$$\frac{P'_y}{P_a} = \frac{K+1}{K-1}$$

و

باین ترتیب اگر حرارت ابتدائی گاز T_a بحساب آید .

$$T_y = T_a \cdot \frac{K-1}{K+1} \cdot \frac{P_y}{P_a}$$

برای هوا فرمولها بصورت زیر درمی آیند :

$$D_y = \frac{\rho}{\rho_a} U_y \quad \text{و} \quad P_y = \frac{\rho}{\rho_a} P'_a \cdot U_y^2$$

$$\frac{P'_y}{P_a} = \frac{\rho}{\rho_a} \quad \text{و} \quad \frac{T_y}{T_a} = \frac{P_y}{\rho P_a}$$

از اینجا می توان نتیجه گرفت که هر آینه برای يك موج شوک نیرومند حرارت متناسب با فشار بالابرد یعنی خیلی سریعتر از افزایش حرارت در شرایط معمولی و عادی؛ تراکم گاز در جبهه موج مقدار ثابتی است.

ستارگانیکه منفجر می شوند

در بیست و هفتم فوریه سال دوهزار و شصت و چند رصدخانه مستقر در کره ماه وقوع انفجار ستاره سوپر نووا را در گوشه‌ای از کهکشان ما گزارش می دهد.

..... شخصی ملبس به پوست حیوانات چشم به آسمان دوخته دندانها را بهم فشرد با دقت ستارگان را تماشا می کرد . در چشمان او همین ستاره بی قدر آسمان منعکس شده بود آن شخص هیچ چیز غیر عادی در آن ستاره ندید.

با وجود این اگر بطور مشروط هم بپذیریم در همان حین تماشای این ستاره یکی از آن انفجارات عظیم در آن اتفاق افتاد. ستاره مزبور ناگهان درخششی خاص یافت،

هنگامی که $\frac{T}{T_0} = \left(\frac{P}{P_0}\right)^{\frac{K-1}{K}}$ است و برای هوا همین معادله

$\frac{T}{T_0} = \left(\frac{P}{P_0}\right)^{\frac{2}{7}}$ می شود اگر $T_0 = 300^\circ K$ باشد (بشرطی که

احتساب درجه حرارت از صفر مطلق شروع شود) فشار برابر فرمول زیر مساوی يك اتمسفر خواهد شد $P_0 = 1 \text{ atm}$ هنگامی که فشاری معادل یکصد اتمسفر $P_0 = 100 \text{ atm}$ ایجاد می شود در مورد اول مقدار حاصل از معادله زیر صحیح است:

$$T_y = \frac{300 \times 100}{6} = 5000^\circ$$

صدها و هزاران سال از آن روزگار می‌گذرد. انسان حیوانات را اهلی کرده است، در زمین به کشت و زرع برخاسته، دولتها و تمدنهای عدیده بوجود آورده است. فیلسوفانی که نامشان یادآور قرنهای پیش است از طریق منطق ساده یعنی آسانترین راه درك حقیقت عالم به ادراك واقعیت عالم دست یافته‌اند، اما هنوز همان ستاره كوچك و بی قدر به موجودیت خود ادامه داده است و هنوز هم آنرا خیلی جدی نمی‌گیرند.

در عصر ادراك علمی عالم، تجربه، اندازه‌گیری و توزین برای آدمیان معیارهای درك واقعیت به‌شمار می‌روند. عدسی‌های چندین متری دوربین‌های نجومی آسمان را می‌کاوند. شبکه‌های مخصوص تفرق (Diffraction) فلوی بسیار درهم انواری را که از ستارگان می‌رسد تجزیه می‌کنند و طیف آنها را بیرون می‌دهند. اما آدمی در این روزگار به ستارگانیکه درخشش اندکی دارند توجه ندارد.

فقط در سال دو هزار و شصت و چند است که نور پیام آور پدیده جدیدی است: چندین ده هزار سال پیش در يك گوشه از آسمان یکی از ستارگان دستخوش انفجاری درونی گردیده است. تمام تلسکوپها متوجه این ستاره می‌شوند تا روز به روز لرزشهای نور را که بیان‌کننده عظمت حادثه است مورد مطالعه قرار دهند.

در مورد دوم می‌شود $T = 300 \times 100^{\frac{2}{3}} = 11000^{\circ}$ یعنی حرارت تقریباً پنج بار کاهش خواهد یافت. زمانیکه فشار بطور ناگهانی در اثر شوک بالا می‌رود تمام آن مصروف افزایش تراکم نمی‌شود بلکه مقداری از این انرژی بحرارت مبدل می‌گردد.

اما برآستی در بطن و اعماق این ستاره که توده عظیمی گاز مشعل از سینه بیرون ریخته چه گذشته است؟ ده درصد از جرم خورشید مزبور کاهش یافته، فلوی نورانی که از آن ساطع می شود یکصد میلیون بار فزونی گرفته است. نباید تردید داشت که انفجار حاصل يك واکنش هسته‌ای در خورشید مزبور بوده که نه تنها عناصر سبك را دربر گرفته بلکه هسته‌های عناصر سنگین نیز در آن مدخلیت داشته‌اند.

اوج درخشش يك ستاره سوپر نووا معمولا در حدود بیست و چهار ساعت است. طول عمر متوسط یکی از عناصر سنگین بنام کالیفرنیوم (Californium) نیز درست همینقدر است. آیا تطبیق این دو زمان با یکدیگر مؤید مطلبی نیست؟ آیا کالیفرنیوم همان ماده انفجاری نمیتواند باشد که موجب برخاستن چنان شعله‌های عظیم از سوپر نووا می شود؟ آیا سوخت اصلی سوپر نووا می تواند دو تریوم (Deuterium) باشد که آنرا خوب می شناسیم. البته ممکن هست این عنصر در ستارگان فراوان باشد، نیروی جاذبه عظیم ستارگان هسته‌های سرگردان دو تریوم در لایتناهی را میمکنند و بخود جذب می کنند و باین ترتیب يك انفجار ترمونوکلئار یا يك فاجعه آسمانی پدید می آید.

ما انفجار سوپر نووا را بزعم خود قادریم با مکانیسم‌های مختلف تعبیر و تفسیر کنیم. اما آنچه در همه این تعبیرات مشترك می باشد چنین است: در طبقات مرکزی خورشید که فشاری عظیم دارد حرارت دهها میلیون درجه است و همین حرارت برای شروع واکنش‌های ترمونوکلئار و غیره کافی است. رها شدن مقادیر معتنا به انرژی موجب بروز موج شوک می شود که از مرکز خورشید بسوی طبقات قشری و سطحی

پیش می رود .

تراکم ماده خورشید در اطرافش ناگهان کاهش می یابد اما موج شوک بر اثر کاهش لحظه به لحظه فشار مقاوم در جبهه موج هر لحظه بر سرعتش افزوده می گردد . عقب جبهه موج شوک حرارت پلازما به دهها میلیون درجه بالغ می گردد . پلازما در همان جهت موج شوک منتها با سرعتی کمتر از آن پیش می رود، اما همین سرعت کم نسبی بنفسه از صدها و هزارها و دهها هزار کیلومتر در ثانیه تجاوز می کند .

بمحض اینکه موج شوک از جو خورشید خارج شد و حتی هنگامی که هنوز جو را طی می کند برای ناظر خارجی قابل رویت است . نور خیره کننده و بسیار شدید موج شوک ، موجی که با سرعتی دیوانه وار پیش می تازد و حرارتی که چندین هزار بار بیش از حرارتی است که قبلا نور ساطعه از خورشید مزبور ارائه میداد اولین علائمی هستند که ناظر زمینی را از بروز سانحه با خبر می سازند .

چون بدنبال موج شوک مقدار معتنا بهی پلازما با سرعت سرسام آور در حرکت است و این سرعت بحدی است که بر جاذبه خورشید غلبه می نماید، لذا مقدار زیادی ماده خورشید بصورت پلازما در کیهان متفرق می شود .

حرکت ذرات هرچه از جبهه موج شوک دورتر و به مرکز خورشید نزدیکتر باشند کندتر است . در مرکز سرعت برابر صفر است در حالیکه تراکم ماده بسیار زیاد می باشد . بهمین دلیل است که فقط مقدار اندکی از ماده موجود در خورشید (اندک در مقیاس جرم خورشید) می تواند سرعتی کسب کند که برای همیشه در کیهان سرگردان شود .

قسمت اعظم ماده ای که باموج شوک بحرکت درآمده پس از طی مسافت کوتاهی در اثر نیروی جاذبه ترمز شده بسمت خورشید رجعت خواهد کرد که خود موجب موج شوک دیگری خواهد شد. این موج شوک حتی اگر يك انفجار هسته‌ای مجدد در خورشید رخ ندهد که انرژی تازه‌ای رها شود بروز خواهد کرد. البته شدت این موج شوک مثل قبلی نخواهد بود. اگر رهایی شدید انرژی در اثر واکنش هسته‌ای مجدد صورت نگیرد شدت نورساطعه در اثر موج شوک دوم کم و بیش در حدود دفعه اول خواهد بود.

این نوسانات در جهش ماده و افزایش درخشندگی تازمانی که جرم خورشید تا حد قابل ملاحظه‌ای کم نشده و حرارت مرکزی تخفیف نیافته و واکنش‌های هسته‌ای قطع نشده‌اند ادامه خواهد داشت. دوران این نوسانات از چند ساعت تا چندین هزار سال ممکن است طول بکشد. بسیار خوب بعد چه می‌شود؟ آیا این تب و تاب ستاره سرانجام آرام خواهد گرفت؟ در حقیقت وقتی جرم خورشید بحد معینی رسید که نسبتاً کم است آنوقت بصورت منظم به نبضان خواهد افتاد. در آسمان بسیاری از این ستارگان نبضانی را می‌شناسیم. آنها را ستارگان قیفاوسی (Cepheide) می‌نامند. ریتم نبضان آنها بقدری منظم است که می‌توان با آن ساعت را میزان کرد.

احتمالاً ستارگان قیفاوسی آخرین مرحله تحول سوپر نوواها هستند که هزاران سال پیش مرحله بحرانی را پشت سر گذارده‌اند.

آنچه گفته شد فعلاً فرضیه‌ای بیش نیست. چنین حادثه‌ای احتمالاً برای کمتر ستاره‌ای پیش می‌آید، واکثراً فقط یکبار اتفاق می‌افتد که

خرمن آتشی مرئی در یکی از کهکشانهای همسایه ما زبانه می کشد و خاموش می شود .

طبیعتاً این سؤال پیش می آید که آیا خورشید خود ما نیز روزی منفجر خواهد شد ؟ خورشید سرچشمه لایزال انرژی است . پیوسته فلوهای نیرومند انرژی در طبقات عمیق آن زاده می شوند و به طبقات سطحی سرایت می کنند و همین امواج انرژی است که بطور مستقیم و غیر مستقیم موجب بروز انفجار در جو خورشید می شوند .

اگر پدیده های طبیعی از نوع انفجاری (مثل آتشفشانها) در زمین نادر اتفاق می افتد میتوان گفت در جو خورشید دائم و پیوسته صورت می گیرد ، موجات زبانه های آتشین خورشید يك مثال بدیهی آنست . مدت کوتاهی است (بیست تا بیست و پنج سال) که حرکات زبانه های آتشین خورشید مفهوم علمی خود را بازیافته اند .

در روی سطح خورشید توده های عظیم گاز مشتعل مثل ابرهایی که در جو زمین موجود می باشد در پروازند . این توده های عظیم را «زبانه های آرام» می نامند . سنگینی این توده های گاز با فشار تشعشعات نورانی کور کننده که از خورشید ساطع می شود خنثی می گردد . اما اگر از اعماق خورشید درست در زیر این «زبانه های آرام» گازی فوق العاده ملتهب فوران کند ، فشار نورانی افزایش می یابد ، تعادل بهم می خورد زبانه های آرام چون رشته های شعله به جلو جستن می کنند و به زبانه های آتشین مبدل می شوند .

اما طبق شواهد دانش امروز پدیده مزبور خیلی مغلق تر از اینست . قبل از روزگار ما عکسبرداری از زبانه های خورشید جز در لحظات

معدود کسوف ممکن نبود، اما اکنون با بکاربردن تمهیدات خاص در هر ساعت روز می توان از زبانه های خورشید توسط دوربین های فیلمبرداری عکس گرفت و فیلم تهیه کرد و روی صفحه سینما یا تلویزیون حرکات آنرا تماشا نمود. این روش جدید موجب شده است تجدید نظر کلی درباره دانسته های خود پیرامون انفجارات عظیم خورشید بنمائیم.

مشاهده شده است که همیشه زبانه های خورشید از سطح آن عمودی بر نمی خیزند از طرفی ملاحظه گردیده زبانه های خورشید مثل شعله شمعی که از وزش باد می لرزد به جمیع جهات منعطف می شوند حتی گاهی زبانه آتشین سرخم کرده به سوی سطح خورشید می رود. هیدروژن کلسیم گازی و سایر عناصر که در ترکیب زبانه های خورشیدی شرکت دارند در مسیر خطوط نیروی حوزه الکتریکی یا حوزه مغناطیسی قرار می گیرند. در حال حاضر تردیدی نداریم که جاذبه خورشید و فشار انوار ساطعه از آن و نیز حوزه های الکترومغناطیسی در ساختمان زبانه ها مداخلت تام دارند.

زبانه های آتشین فقط ده در صد زبانه های مرئی خورشید را تشکیل می دهند. زبانه کشیدن ناگهانی آنها که گاهی با سرعت هفتصد کیلومتر در ثانیه صورت می گیرد ماهیتی انفجاری دارد. برای نشان دادن شدت انفجار کافیست گفته شود که گاهی ارتفاع زبانه آتشین برابر قطر خورشید یعنی یک میلیون کیلومتر است.

قاعدتاً رشد يك زبانه آتشین نیم ساعت طول می کشد بعد از اینکه شعله به حداکثر رشد و نمو خود رسید زبانه به توده های متفرق گاز

مبدل می شود که در اثر جاذبه بر روی خورشید سقوط می نمایند.
تدوین فرضیه ای کاملتر و دقیق تر در مورد این پدیده مغلق جو
خورشید بعهده دانش ستاره شناسی آینده می باشد. این تنها معمائی نیست که
دانش مزبور حل خواهد کرد. در سطح خورشید بشورات گوناگون دیگری
هم ظاهر می شود که کمتر از زبانه ها معمائی نیستند آنها را بشورات رنگی
می نامند آنها را از ورای شیشه مخصوص که فقط به انوار ساطعه از
هیدروژن در حرارت های بالا اجازه عبور می دهد می توان براحتی
ملاحظه کرد.

در ظاهر این بشورات آدمی را به یاد انفجار در سطح خورشید
می اندازد، مثلا گاهی دیده می شود از يك نقطه بسیار درخشان گازی
منیرتر از خورشید فوران می کند که با سرعت سیصد کیلومتر در ثانیه در
تمام جهات پخش می شود.

بشورات رنگی دیگری هم هست که با انفجار در زیر دریا شباهت
دارند، در اینحال ابری در جو خورشید ظاهر می شود که تشعشی کور
کننده دارد، این ابر سرعت قطره روغنی که روی آب پخش شود بهر سو
گسترده می گردد.

دوستاره شناس شوروی با سامی سورنی (Severny) و شاپوشنیکوا
(Chapochnikova) مشاهده کرده اند يك چنین پدیده هنگام بروز
لکه های خورشیدی یا هنگام امحاء این لکه ها بیشتر اتفاق می افتد.
سورنی در دهم ماه مه ۱۹۵۰ يك چنان پدیده ای را در خورشید رصد کرد که
از آن گاز هیدروژن با سرعت چهارصد کیلومتر در ثانیه در جمیع جهات
پخش می شد.

هر فنومنی که در خورشید پدید می آید بطور محسوس یا نامحسوس بر روی زمین هم اثر می گذارد مثلاً انفجار نیرومند بیست و سوم فوریه ۱۹۵۶ موجب قطع کلیه ارتباطات رادیویی در زمین شد و احتمالاً فنومنهای خاصی از قبیل ریزش سنگهای سماوی بدنبال آورد. هنگام بروز بشورات در خورشید فلوی اشعه کیهانی که بر زمین می رسد افزایش می یابد. پدیده اخیر مؤید این نظریه است که بشورات خورشیدی مساهیتی همانند واکنشهای داخل هسته ای مثل انفجارات بمب های اتمی و هیدروژنی دارند.

جدیداً توسط تلسکوپ کوچکی که روی موشکی نصب شده بود برای نخستین بار از فاصله ای بس بعید از زمین از سطح خورشید عکس برداری شده است.

تصویری که بدست آمده همانطور است که از رصدخانه ای در ماه از خورشید گرفته شده باشد. یعنی ارتعاشات جو زمین هیچ اختلال در شکل حقیقی ایجاد نکرده است. در روی کلیشه مشاهده می شود که سطح خورشید پوشیده از حبابهای انفجاری است، اگر یکی از کوچکترین این انفجارات روی زمین اتفاق بیفتد سیاره ما بکلی معدوم خواهد شد. در سیل پلازما که بدنبال هر انفجار که در خورشید پدید می آید جاری می شود سیاره ما چون پر کاهی است که در گرداب افتاده باشد با وجود این ما هیچ نگران انفجارات خورشید خودمان نیستیم.

خورشید ما جزو دسته ستارگان آرام و پایدار است. این کره آسمانی نه حجم فوق العاده دارد نه گرمی بسیار (در مقایسه با بعضی دیگر ستارگان) خورشید ما همچنان میلیارد ها سال سرچشمه فیاض انرژی خواهد بود

و در طی میلیاردها سال آینده نه انفجاری فاجعه انگیز در آن رخ خواهد داد نه خاموش خواهد شد. این مدت برای اینکه آدمی در راه تمدن قدمهای استوار غول آسایی بردارد کافیست.

در چندین هزار سال آینده آدمی نه تنها ارباب زمین است، نه تنها منظومه شمسی را مسخر کرده بلکه کهکشانها را خواهد گشود و برای سکونت خود در صورت لزوم نه يك، نه صد بلکه هزاران سیاره مناسب در منظومه های خورشیدی خواهد یافت.

ابرهای کیهانی

در شبهای تاریك زمستان در صورت فلکی جبار (Orion) می توان لکه سفید کوچکی مشاهده کرد که درخشش ناچیزی دارد، این سحابی جبار است. سحابی که با چشم غیر مسلح هم دیده می شود یکی از غریب سازمانهای کیهانی است. توده ابر رقیق و مشتی پلاسماست که ده سال نوری قطر دارد. اتمهای این توده گاز نورستارگان نزدیک را جذب کرده و آنگاه این انرژی جذب شده را بصورت «نور سرد» واپس می دهند، لذا اتمهای این گاز دارای خاصیت لومینوسانس هستند.

ساختمان سحابی جبار را منجمین بسیاری مطالعه کرده اند، مطالعات جدید یکی از اعضای فرهنگستان علوم اتحاد شوروی بنام فسنگوف (Fessenkov) در آ Alma-Ata (Alma-Ata) بخصوص در این زمینه فوق العاده جالب است.

قبل از هر چیز پیچیدگی ساختمان آن آدمی را به جیرت می‌افکند. فوران رشته‌های مجزای گاز که همچون مار بدور خود می‌پیچند نشانه وجود پاره‌ای حرکات گردباد مانند در کلیه توده گازی شکل مزبور است.

سحابی جبار بسیار دور از ماست، فاصله‌ای که آنرا از زمین جدا می‌کند برابر پانصد سال نوری است. بهمین دلیل حرکات موجود در فورانهای گاز مستقیماً مشهود نیستند. تنها پس از دهها و صدها هزار سال می‌توان تغییرات شکل يك فوران عظیم گازی در جبار را از روی زمین ملاحظه کرد، برای چنان مسافتی چنین زمانی لازم است تا تغییرات قابل رویت باشند.

اما آیا ممکن است این کلاف غول‌پیکر گاز امروزه آرام گرفته باشد؟ خیر ممکن نیست چه فاقهای طیف نورانی این سحابی چنانکه فسکوف مطالعه کرده نسبت به وضع طبیعی اندکی انحراف دارند؛ این بهترین دلیل حرکت توده گازی شکل مزبور است. مطالعه در پاره‌ای از رشته‌های این کلاف گاز نشان می‌دهد که با سرعت هفت کیلومتر در ثانیه در حرکت‌اند.

يك چنین حرکتی بایستی در پاره‌ای از سحابی‌های مشابه سحابی جبار موجود باشد چه نیروئی برانگیزنده حرکت در توده‌های گاز و پلاسمای موجود در کیهان است.

قبلاً گفته‌ایم که نیروی جاذبه خورشیدهای نزدیک بآن و نیز اثر حوزه جاذبه عمومی کهکشانی از عوامل اصلی هستند. فشار گاز نیز بنفسه نقش مهمی ایفا می‌کند. حوزه الکترو مغناطیسی نیز اهمیت بسزائی

دارد. در نتیجه ذرات ابرهای گازی شکل کیهانی ماهیتی پلاسمائی دارند بنابراین حاوی بار الکتریکی می باشند. هر ذره بنوبه خود در اثر حرکت حوزه الکترو مغناطیسی خاص می سازد که روی خود و ذرات مجاور اثر دارد.

تحقیقات گروهی از دانشمندان مخصوص ژ. شائین (G. Chaîne) عضو فرهنگستان علوم اتحاد شوروی که طی سالهای اخیر صورت گرفته بطور تردید ناپذیری ثابت می کند که ساختمان سحابی های گازی غالباً در اثر نیروی الکترو مغناطیسی سازمان می یابد. با توجه بد بسیاری از شواهد علمی می توان تصور کرد که ساختمان ماریپچی کهکشان (در مقیاس کیهانی) یکی از تظاهرات حوزه الکترو مغناطیسی است. بالاخره ممکن است در بسیاری موارد نیروی حاصله از فشار نور که از تابش خورشیدهای نزدیک بوجود می آید نقش بزرگی در حرکت سحابی های گازی داشته باشد.

نیروهائی که در اثر حرکت گردبادی سحابی های قابل رویت بوجود می آیند روی محیط گاز بسیار رقیق پراکنده در بین ستارگان کهکشان و نیز پلاسمای موجود در آنجا اثر می گذارند.

موجودیت گاز رقیق بین ستارگان در سال ۱۹۵۴ هنگامیکه در طیف اسپکترسکی ستاره دو قلو ی معروف به ستاره دلتای صورت فلکی جبار وجود بخار کلسیم کشف شد به اثبات رسید. اوایل تصور شد که فضای بین ستارگان از گاز بسیار رقیق کلسیم انباشته شده است که بحال یونیزه می باشد. بعدها در این محیط گسترده اتمهای عناصر دیگر مثل سدیم، تیتان، آهن و حتی مختصری سیانورژن و هیدروکربورهای مختلف پیدا شد.

تراکم محیط گازی بین ستارگان بطور خارق العاده‌ای کم است یعنی در هر سانتیمتر مکعب 10^{-14} گرم ماده موجود است. معنی این رقم اینست که در هر سانتیمتر مکعب فضای بین ستارگان فقط يك اتم گاز موجود است، بمفهوم دیگر گاز بین ستارگان میلیون در میلیون بار رقیق‌تر از هوای موجود در يك آپارتمان است.

با وجود این گاز بین ستارگان تراکم یکنواختی ندارد، حتی در يك سازمان متشکل گازی در گوشه‌ای از فضا تراکم‌های متفاوت، رقت‌های کم و بیش و گردبادهای رشته‌های بلند گاز وجود دارد که گاهی در اثر رقیق بودن فوق‌العاده قابل مطالعه نمی‌باشند. یقین است که این سازمانهای مستقل هر يك گردش معین بدور خود دارند ولی همه این سازمان‌ها همراه منظومه شمسی ما به دور مرکز کهکشان نیز در گردش‌اند.

امروزه بروشنی منشأ گازهای بین ستاره‌ای و توده‌های سحابی را نمی‌دانیم ولی طبق تحقیقات ورنسوف - ویلایمینوف (Vorontsov - Veliaminov) احتمالاً گازهای متصاعده از خود خورشیدها منبع آن می‌باشند. غیر از ستارگان نوع نووا (Novae) و سوپر نووا (Supernovae) خورشیدهای دیگری هم می‌شناسیم که پیوسته مقادیر معتدله‌ای گاز به فضا می‌ریزند، این نکته ناشناخته نیست که در اثر پاره‌ای شرایط همین توده‌های گاز مولد ستارگان جدیدی می‌شوند.

در تأیید چنین نظریه‌ای می‌توان از اکتشافات فسنکوف كمك گرفت که ثابت کرده‌است در میان رشته‌های توده‌گازهای کیهانی اکثراً يك سلسله خورشید زنجیروار قرار گرفته‌اند.

باین ترتیب مشاهده می شود پلازما گاهی در عالم اثر انهدامی خارج از حد اندیشه دارد و زمانی موجد و خالق عوالم ستاره ای است . اما دانشمندان هنوز جز حرکت نسبتاً آرام پلازما که بصورت جهش خارج می شود مشاهده نکرده اند . در سالهای اخیر شواهدی از انفجار در توده های پلاسمای کیهانی بدست آمده که انفجار يك ستاره سوپر نووا در برابر آن مثل شعله کبریتی در برابر يك گلوله خورشید آتشین است .

نگاهی به تصویر یکی از کهکشانهای صورت فلکی Vièrge بیندازیم ، این کهکشان در کاتالوگ ستاره شناسی بد شماره DS۴۴۸۶ ثبت شده است . در این تصویر وضعی غیر عادی به چشم می خورد ، کهکشان مزبور دمی بسیار عظیم دارد که نقطه به نقطه تراکم ماده در آن کم و زیاد است . اندازه گیری سرعت حرکت این جهش مادی نشان می دهد که با سرعت سیصد کیلومتر در ثانیه از مرکز دور می شود .

جهش مادی مزبور در کهکشان DS۴۴۸۶ در سال ۱۹۱۸ کشف شد اما مدت زیادی نیست که پی برده اند این توده مادی سرچشمه امواج رادیو الکتریک عظیمی می باشد .

منشأ این پدیده های غریب چیست ؟

تجزیه طیفی نور این کهکشان ثابت می کند که جنس این توده پلازما است . بنظر میرسد دم بسیار بسیار حجیم و طویل آن فوران گاز پلازما از مرکز کهکشان باشد . در این فواران بی نهایت سترگ الکترونها ممکن است سرعتی نزدیک به سرعت نور پیدا کنند و بهمین دلیل می تواند منبع تشعشعات رادیو الکتریک نیرومند

باشد .

بنظر میرسد این پدیده ماحصل انفجاری مافوق نیرومند باشد و انرژی حاصله از آن می تواند دهها میلیون بار از انفجار يك ستاره سوپرنووا بیشتر باشد . لهذا نیرومندترین انفجاری است که در عالم شناخته شده . البته هنوز تدوین فرضیه جامعی در این زمینه آسان نیست . فقط تصادم ماده و ضد ماده قادر به ایجاد يك چنین انرژی بی کرانی است . بنابراین بایستی توده ابر عظیمی از ضد ماده به قلب کهکشان مزبور نفوذ کرده باشد تا يك چنین پدیده حاصل گردد .

اما این همه مطلب نیست چه فوران ماده در کهکشانها پدیده نادری نیست . خیلی جدیداً عضو فرهنگستان علوم اتحاد شوروی آمبارسومیان (V. Ambarsoumian) اثبات کرده است که در کهکشانهای بسیار دور انفجاراتی رخ میدهد و فورانی از ماده خارج می گردد که فوران و انفجار صورت فلکی Vièrge در برابر آن حادثه کوچکی است . آیا نظیر چنین جهش غیر قرینه ماده را در نقطه دیگری هم می توان دید .

قبلاً اشاره کردیم که حرکت ماده در سحابی ها منحصرأ تحت تأثیر نیروی جاذبه صورت نمی گیرد . نیروی حوزه های دیگر مثل حوزه الکترومغناطیسی در آن مدخلیت دارند . نیروی جاذبه به نسبت مربع فاصله کاهش می یابد (فاصله به قوه دو) . در محیطی که هادی خوبی نیست یعنی در فضای کیهانی حوزه الکتریکی وجود ندارد ولی حوزه مغناطیسی قویاً موجود است . چون حوزه مغناطیسی تفارن محوری دارد کاهش آن به نسبت فاصله خیلی کمتر از نیروی جاذبه است بهمین دلیل نیروی

حوزه مغناطیسی سحابی‌های دوردست در روی زمین بیش از نیروی جاذبه آنها قابل درک است .

بنابراین بنظر میرسد آنچه اسباب چنان فوزانهای عظیم مادی است نفس انفجار مافوق نیرومند نیست بلکه اعمال اثر آهسته و پیوسته حوزه مغناطیسی است که توده‌های پلاسمائی بیکران را در پهنه فضا میگستراند.

آینده پاسخ صحیح ما را خواهد داد .

بهر حال مطالعه جالب و دل‌انگیز این پدیده‌ها نه تنها موضوع کار جدی فیزیک نجومی است بلکه موضوع مطالعه دینامیک گازهای در حال انفجار نیز می‌باشد .

سرعت «ماده» انفجاری

کلمه انفجار بمفهوم فیزیکی عبارت است از تبدیل ناگهانی یک شکل انرژی به شکل دیگر آن . مثلاً در انفجار تری‌نیترو تولوئن (T.N.T) تبدیل انرژی شیمیائی بحرارتی و در هبوط صاعقه تبدیل انرژی الکتریکی به انرژی حرارتی صورت می‌گیرد . در هر انفجار تغییر صورت انرژی بطور ناگهان و پنهانی اتفاق می‌افتد و مقداری پلازما حاصل می‌گردد که به اطراف می‌پراکند .

یک نوع انفجار دیگری نیز می‌شناسیم که از دینامیسم بیشتری برخوردار است؛ طی این انفجار انرژی حرکتی (انرژی سینتیک) ناگهان به انرژی حرارتی بدل می‌شود .

در میادین تیراندازی کمی دورتر از تیرك‌های چوبی که هدفها را بر آنها نصب کرده‌اند حصارى فولادین قرار میدهند که گلوله‌ها را متوقف نماید.

یکی از فشنگ‌ها را که به صفحه فولادی اصابت کرده و به زمین افتاده است بردارید؛ اما مواظب باشید دستتان نسوزد. آنچه پوکه را داغ کرده شعله باروت موجود در آن نیست بلکه اصابت و توقف ناگهانی آن توسط صفحه فولادی است. انرژی حرکتی مبدل به انرژی حرارتی شده است. گلوله‌های ضد تانک که سرعت نسبتاً زیادی دارند هنگام برخورد با صفحه فولادین تا حدودی آنرا ذوب کرده و بخشی از جرم آنرا بخار می‌کنند. با يك محاسبه ساده می‌توان دریافت که اگر جسمی که با سرعت چهار یا پنج کیلومتر در ثانیه در حرکت است ناگهان به مانعی برخورد کند همانند ماده‌ای انفجاری خواهد ترکید.

موشکها و اقمار مصنوعی که به فضا پرتاب می‌شوند با سرعت سی تا چهل کیلومتر در ثانیه در حرکت اند سنگهای سماوی هم با همین سرعت پیش می‌تازند. حال اگر برخوردی بین يك سفینه و يك سنگ آسمانی رخ دهد انفجاری مهیب‌تر از انفجار اتمی اتفاق خواهد افتاد. از میلیاردها سال پیش کجاوه‌ای عظیم در مدار خود در حرکت است و همیشه در معرض گلوله‌های سنگی آتشبار فضا است؛ آثار زخم‌های بیشماری از این تیرباران پیوسته بر پیکر دارد؛ این کجاوه چیزی جز سیاره مازمین نیست.

بزرگترین حفره شناخته شده بر سطح زمین در اثر سقوط سنگهای آسمانی حفره عظیمی است در لابرادور (Labrador) بقطر سه هزار متر،

دومین حفر در ایالت آریزونا ایالات متحده قرار دارد که قطرش یک هزار و دو بیست متر است، عمق این حفره یکصد و هفتاد و پنج متر است. از این دوائر شگرف که بگذریم در سراسر گیتی حفرات كوچك و بزرگی یافت می شود که در اثر هبوط اجرام سماوی پدید آمده اند.

زمانیکه جسم سخت سنگ آسمانی با پوسته جامد زمین مواجه می شود همچون موج شوکی که به مانع برخورد کند از آن می گذرد چنانکه گوئی موج شوك در خود مانع ایجاد شده بوده است. اگر سرعت تصادم بمرز معینی برسد فشار در جبهه موج شوك بحدی بالا میرود که آنها و مولکولهای شبکه بلورین جسم جامد یکدیگر نزدیک میشوند و همدیگر را جلو می رانند در نتیجه وقتی موج شوك عبور کرد دیگر آنچه بر سر راه در نور دیده جامد نیست چه تمام تعادل و ارتباط آنها در شبکه بلورین جسم جامد بهم خورده و روابط حاکم گسیخته است، در اینجاست که جسم جامد بحال بخار درمی آید.

گازی که باین ترتیب حاصل می آید و بشدت تحت فشار است (زیرا در اصل جسم جامدی بوده لذا بایستی مقدار معتنا بیهی گاز ایجاد شود) در محیط یا محفظه کوچکی که پدیدار گردیده شروع به واکنش مینماید بنابراین انفجاری مهیب بروز می کند.

کلیه سنگهای سماوی با این مکانیسم در زیر زمین منفجر میشوند. در روز سی ام ژوئن سال ۱۹۵۸ در بالای تایگا در سبیری گلوله آتشی ملاحظه شد که از جنوب به شمال شعله میکشید. این گلوله آتشین در کنار رودخانه پودکامانیانو نگووسکا (Padkamennia Toungouska) فرود

آمد ، انفجاری ایجاد کرد که تاریخ سیاره ما نظیر آنرا کمتر بخاطر دارد .

موج زمین لرزه تمام کره زمین را فراگرفت . صدای انفجار تا هزار کیلومتری شنیده شد .

بدبختانه در روسیه تزاری امکان مطالعه علمی چنین حادثه خارق العاده موجود نبود ، بعد از انقلاب اکبر کولیک (Koulik) در رأس هیئت عازم وانوار (Vanovar) شد تا موضوع را از نزدیک بررسی کند . پس از طی مسافت بسیار و نزدیک شدن به حدود مرکز انفجار صحنه غیر منتظره ای در برابر چشمانش ظاهر گشت . او حفرة چلیک مانند عظیمی مثل آنچه در آریزونا وجود دارد مشاهده نکرد بلکه جنگلی از درختان خشك دید که هنوز بر سر پا بودند؛ درختانی که کلیه شاخه های آنها در اثر انفجار قطع شده و فرو ریخته بود اما تنه های آنها همچون تیرکهای چوبی تلگراف بر سر پا بودند . بر این تیرك های خشك آثار سوختگی ناگهانی مثل داغ برق گرفتگی به چشم می خورد .

کولیک چندین بار منطقه تونگوسکا را بدقت جستجو کرد ولی کوچکترین قطعه ای هم از سنگهای آسمانی نیافت .

جنگ دوم جهانی ادامه این پژوهش علمی را متوقف کرد . مجدداً در سال ۱۹۵۸ هیئت سرپرستی دانشمندان فلورانسکی (K. Florenski) تحقیق در منطقه مزبور را از سر گرفت . پس از اینکه هیئت اعزامی از روی نقشه دقیق و منطقه بندی روی کارت مطالعه بسیار دقیق را از نو شروع کرد و کلیه احتمالات را در نظر گرفت باین نتیجه رسید که انفجار نه در روی زمین بلکه در هوا نزدیک سطح زمین صورت گرفته است .

چگونه چنین چیزی ممکن است؟ چرا يك سنگ آسمانی که چون خمپاره بسوی زمین میآید در هوا منفجر می شود؟ یقیناً درون آن دینامیت موجود نبوده آیا از طبیعت این سنگ آسمانی هیچ چیز نمیدانیم.

قبل از پاسخ دادن باین سؤال مسئله سقوط يك سنگ آسمانی در کوههای سیخوته - آلین (Sikhotè - Aline) در تایگا در شرق دور کشور شوروی در سال ۱۹۴۷ که دقیقاً مطالعه شده است در اینجا طرح می شود.

سنگ آسمانی مزبور که در سیخوته - آلین فرو افتاد متحصراً از آهن تشکیل شده است. این سنگ در گردش خود بدور خورشید توسط زمین جذب شده و با سرعت دوازده کیلومتر در ثانیه به جو زمین داخل شد. البته قسمت اعظم سرعت خود را در جو از دست داد. در ارتفاع دوازده تا چهارده کیلومتری سطح زمین که تراکم هوا بین دولایه از جو که استراتوسفر (Stratosphère) و تروپوسفر (Troposphère) نامیده میشوند شدیداً افزایش مییابد و در همین نقطه سرعت سنگ مزبور ناگهان ترمز شد و در اثر موج شوک حاصله سنگ مزبور به چندین قطعه بزرگ و هزاران تکه کوچک منقسم گردید.

مطالعه سنگهای آسمانی که به زمین افتاده اند نشان میدهد که همه آنها قابلیت ذوب شدن دارند. از طرف دیگر گردش سنگهای مزبور بدور خود موجب میشود در جو قطعه قطعه شوند. قطعات بسوی زمین سرازیر می گردند بسته باینکه نوک تیز یا طرف پهن آنها روبه زمین باشد موج شوکی مستقیم یا مایل ایجاد خواهند کرد که بنفسه در شدت

این امواج شوک مؤثر است.

خرد شدن سنگ آسمانی در جو چنان شدید است که هر قطعه در مسیر دیگر و با سرعت خاصی بسوی زمین می‌آید و خلاصه در دهها کیلومتر مربع پخش می‌شود.

تکه‌های بزرگ در طبقات زیرین جو خیلی ترمز نمی‌شوند لذا با سرعت چند کیلومتر در ثانیه سقوط خواهند کرد. اما قطعات کوچکتر سرعت خود را تا حدی از دست داده با سرعت چند صد متر در ثانیه هبوط می‌نمایند.

قطعات بزرگ بمحض برخورد با زمین منفجر گشته و حفره‌ای بقطر چند ده متر بشکل چلیک می‌سازند، قطعات متوسط کمی در خاک فرو می‌روند. تکه‌های کوچکتر روی خاک پخش می‌شوند.

بسیاری از سنگهای آسمانی هنگام هبوط منفجر میشوند ولی سرعت همه آنها برای اینکه کاملاً مبدل به بخار شوند کافی نیست بهمین دلیل در حفرات حاصله از سقوط سنگها مقداری از ماده همان سنگ و در اطراف آن قطعات نسبتاً درشتی موجود است. اما هرگز درون حفرات چلیکی شکل بزرگ قطعات بزرگ سنگ آسمانی یافت نمیشود چه قطعات مورد نظر منفجر شده‌اند.

برعکس در حفرات کوچک قطعات نسبتاً درشتتر یافت می‌شود. اکنون به داستان حقیقی سنگ آسمانی پود کاما نیا - توئگوسکا بازگردیم. ممکن است مثل سنگ آسمانی سیخوته - آ لین قبل از رسیدن به زمین منفجر شده باشد و این موقعی ممکن بوده که سرعتی برابر چهل کیلومتر در ثانیه پیش از ورود به جو داشته باشد. این نیز ممکن

است که سنگهای آسمانی تونگوسکا و سیخوته - آلین قبل از ورود به جو زمین توده مادی درهم فشرده ای بوده باشند و در نزدیکی زمین در اثر مقاومت هوا و گرمای زیاد به گرد نرمی بدل شده باشند امواج بالیستیکی که حاصل میشده ناگهان از بین نرفته اند محاسبه نشان میدهد که موج شوک بایستی بدنبال آن در حرکت باشد. قسمتی از موج شوک که به زمین میرسد انرژی خود را به طبقات سطحی قشر خاکی می بخشد و شاخه های درختان را فرو میریزد، باین ترتیب از جنگلی انبوه تیرزاری وسیع میسازد.

شارژ دینامیک کلی سطح زمین چنان وسیع است که موج زمین لرزه در ایستگاههای مختلف زلزله نگاری ثبت میشود. موج شوکی که بسوی بالا در هوا پیش میرود در تمام جهات مبدل به امواج صوتی مهیب میگردد؛ این موج صوتی نیز کره زمین را دور میزند و در بسیاری از پایگاههای مخصوص مطالعه سنگهای آسمانی مورد بررسی قرار می گیرد و باروگرافهای (فشارنگار Barographe) متعدد آنرا نشان میدهند.

فقط بررسی عمیق و دقیق منظره تونگوسکا پرده از روی حقیقت برخواهد گرفت.

انفجارها کار انجام می دهند

انفجار! این کلمه روزهای غم انگیز و اندوه بار جنگ را بخاطر می آورد. علی الخصوص صفیر جهنمی گلوله ها و صوت انکر ترکیدن مین ها و انفجار بمب ها. با وجود این همانقدر انفجار برای مطالعات علمی

نیز صورت گرفته است.

انفجار یکی از طرق اصلی استخراج معادن است. در راهروهای باریک هر معدن کارگران با کمک مته سوراخهای باریک و عمیقی بر دیوارها ایجاد می کنند ، این سوراخها را از ماده انفجاری انباشته می کنند. قدرت و نیروی فوق العاده انفجار سنگها را قطعه قطعه می کند. در چند لحظه بجای یک تکه سنگ گران توده ای خرد شده سنگ و شن ریزه می توان یافت که چون تلی انباشته شده و می توان با چهار چرخه آنرا به خارج معدن منتقل کرد . برای استخراج یکصد تن ذغال فقط صد گرم ماده انفجاری مصرف خواهد شد.

انفجار بما کمک می کند تا راهپائی مستقیم چون فلش در باتلاق و کوه احداث نمائیم . درست همینجاست که نقش سازنده انفجار ظاهر می گردد . ابتدا توسط انفجار سطح پوشیده از گیاه باتلاق کوبیده و هموار می شود آنگاه جاده از آنجا عبور می کند. اما هر چه خاک دستی بیشتر ریخته شود بیشتر در اعماق باتلاق فرو می رود زیرا در اثر وزن خود تدریجاً مواد نیمه مایع را از سر راه خود کنار می زند. در موقعیت های مناسب سازندگان جاده با ایجاد انفجار جدید پیشرفت کار را تسهیل خواهند کرد انفجار مزبور توده ای بکی زیر خاک دستی را پس خواهد زد و موجب خواهد شد خاک به کف باتلاق برسد.

انفجار در دل کوههای گرانیتی و بازالتی تونلها حفر می کند . انفجار میلیونها تن مواد نفتی را از دل خاک بیرون می کشد و این طلای سیاه را روی خاک جاری می سازد. در این مورد اثر دری حامل مقداری ماده منفجر شونده به ته چاه شلیک می شود اثر در در سطح جامد آستن نفت منفجر می شود ، در اثر قدرت انفجار اثر در سنگهای کف

چاه را ذوب می نماید و در آن رخنه هایی ایجاد می کند. از خلال شکافها و سوراخها نفت به چاه سرانبر می شود؛ اکنون چاهی بارور داریم . از همین راه می توان جنگلی از دکل های برافراشته بر فراز چاه های متعدد نفت بوجود آورد . در روش حفر چاه با کمک انفجارهای پی در پی راه عملی اینست که پس از هر شلیک که گلوله فقط پس از برخورد بسطح سنگی عمق چاه میترکد از طریق مکش خرده سنگها و مواد نفتی به بیرون ریخته شود و باین ترتیب بعد از هر شلیک مقداری چاه عمیق تر میشود . باید یادآوری کرد شلیک به ته چاه موقعی مفید است که حفاری به لایه سنگی غیر قابل عبوری برسد .

انفجار اسداد یخچالی را نیز درهم می شکند، گاهی این توده های یخ در فصل بهار مضرات عدیده ای دارد و نیز گاهی مدخل و مخرج آبروها را منسد می نماید .

انفجار در کشف معادن ذغال تورب نیز بیاوری مامیشتابد و کمک های شایانی می کند . جدیداً در ضرابخانه ها هم برای ضرب سکه از انفجار یاری میجویند و از این طریق می توان سکه های فلزی ای درست کرد که دقیقاً همقد ر و هم وزن باشند .

سابقاً تصور میشد طوفان گرد باد گونه حاصل از انفجار بر سطح زمین قابل کنترل و هدایت در مسیر مشخصی نمی باشد . دانشمندان و مهندسی ن این اندیشه را رد کرده اند . این حقیقت کشف شده است که کابوس فوران گازهای مشتعل و سنگریزه های پرتاب شده در اثر انفجار تابع قوانین خاصی هستند و بادانستن این قوانین می توان آنها را کنترل و در مسیر معینی هدایت کرد . مهندسی ن موفق به ایجاد انفجارات هدایت شده ای گردیده اند

که سنگ و خاک کنده شده در اثر آن در نقطه معینی فرود آید .
این کار باروش ساده زیر صورت می گیرد : ابتدا بایک انفجار مقدار معینی از قشر جامد زمین کنده می شود ، انفجار دومی يك تا سه ثانیه بعد از اولی صورت می گیرد و مثل ضربه ای که به قشر کنده شده وارد می شود آنرا بسمت و نقطه تعیین شده از پیش پرتاب می کند .

اولین انفجار هدایت شده بیست و پنج سال پیش (از تاریخ تألیف کتاب) صورت گرفت از سال ۱۹۳۷ بعد این انفجارات در لاروی کانالها و باتلاقها و نیز در تنسیق و موارد بسیاری دیگری بخدمت خلق درآمد .

نیر و مندترین انفجار از این رده در اتحاد شوروی در یکصد و شصت کیلومتری کراسنوی ازسک (Krasnoïarsk) جهت کشف معدن نفت انجام گرفت . جهت اجرای طرح مزبور چهار انفجار پی در پی بوزن کلی ۱۸۶۰ تن صورت گرفت و باین ترتیب سیصد و نود و یک هزار متر مکعب سنگ و خاک جابجا شد و حفره ای به عمق بیست متر ، طول چهارصد متر ، و عرض هشتاد و پنج تا یکصد و بیست و پنج متر بوجود آمد .

بوسیله انفجار هدایت شده می توان سدی در روی زمین ایجاد کرد . برای این منظور مواد انفجاری را طوری مستقر می نمایند که توده خاک جابجا شده از ارتفاع زیاد به بستر رودخانه فرود یزد ، این نحوه ریزش خاک از بالا موجب می شود توده متراکمی بوجود آید . احداث چنین سدی نیازمند بمقدمات وسیع و مفصلی نیست .

در سال ۱۹۳۸ با انفجاری هدایت شده بر سر راه رودخانه آنگرن (Angren) در ازبکستان مزارع وسیعی آبیاری شد ، باغها و تاکستانهای مفصل بوجود آمد و پنبه زارهای بزرگ ، به حاصل نشست ، بوسیله انفجارات

هدایت شده مهندسين در طی چند ساعت قادرند بر سر راه رود زنجیه-ر گسیخته-ایکده به هرز می رود مانعی به ارتفاع چهل متر احداث نمایند و باین طریق آب رودخانه را در مسیری دلخواه بگردانند و به مزارع برسانند تا گیاهان لب تشنه شاداب شوند. بادوا زده انفجاری در پی میتوان پنجاه تن سنک و خاک را جابجا کرد.

اما بدون تردید حیرت انگیزترین امر در زمینه تکنیک انفجار پدیده «تجمع اثر» (Cumulation) است.

در اواخر قرن نوزدهم مانرو (Munroe) کلیشه ساز آمریکائی از طریق تجربی به کشف جالبی نایل آمد. نامبرده موفق شد با ایجاد انفجار نقش برجسته تصویری را بصورت کنده کاری روی صفحه فلزی دیگری بدست آورد یعنی با نیروی حاصل از انفجار يك صفحه فلزی را روی صفحه نقش برجسته پرس کرد. روزی مانرو متوجه شد که هرگاه بر صفحه فلزی تصاویری حک کند روی صفحه را با ماده منفجره شونده بپوشاند و صفحه فلزی ساده ای که هیچ تصویر بر آن نیست به روی ماده منفجره بچسباند بطوریکه ماده منفجره بین صفحه حاوی نقوش حکاکی و صفحه صاف محبوس باشد و انفجار ایجاد کند عین تصاویر حکاکی شده بر صفحه اولی بصورت حک شده روی صفحه صاف ظاهر می شود.

این پدیده در بادی امر بهیچوجه قابل توجیح نبود؛ علی الخصوص در نقاطی از صفحه که مقدار ماده انفجاری کمتر و از صفحه فلزی زیرین فاصله دارتر بود شوک حاصل از انفجار (شوک گاز حاصله) بطور وضوح بیشتر بود. مانرو تفسیر علمی و کیفیت اکتشاف خود را دریافت.

اما این چیزی جز پدیده «تجمع اثر» نیست:

يك لیوان را از آب پر کنید و يك قطره آب دیگر از بالا بر سطح آرام آن بچکانید. در محل افتادن قطره ابتدا حفره کوچکی درست میشود سپس آب از همه طرف برای پر کردن چاله هجوم میآورد و يك قطره ریز آب از آن نقطه بیلا میپرد. این ساده ترین مثال پدیده «تجمع اثر» است دانستن چگونگی این تجربه آسانست. رشته های آبی که از جمیع جهات به طرف حفره كوچك رو کرده اند در يك نقطه تلاقی می نمایند ، انرژی حرکتی رشته های متوجه به مرکز آب مولد چکه ریزی است که به بیرون می پرد .

اکنون تصور کنید که حفره ای در قطعه ای که منفجر خواهد شد ایجاد می شود . گازهای حاصله از ماده سوختنی از جمیع دیوارهای حفره مزبور به طرف مرکز هجوم برده با هم تلاقی مینمایند . از همین نقطه تلاقی يك رشته گاز با سرعتی بسیار بیش از سرعت رشته هایی که مولد آنست فوران می کند. این رشته باریك گاز قادر است بهمان سادگی که از دیوار آجری می گذرد از زره فولادین يك عرابه جنگی نفوذ کند . بنابراین سرعت رشته گاز مزبور حتی در همین مورد ساده هشت تا نه کیلومتر در ثانیه است و فشاری معادل نیم میلیون اتمسفر ایجاد می کند .

با همه این با روشی بسیار ساده می توان نیرو و فشار تجمعی این فوران گاز را افزود ، برای این منظور بایستی سطح حفره را از ورقه فلزی نازکی پوشانید. برای اینکه بدانیم چه خواهد گذشت بهتر است موضوع انفجار را موقتاً کنار بگذاریم و دست به تجربه ساده زیر بزنیم: دورشته آب را که در حال فوران میباشند با زوایای مختلف در

تلاقی هم قرار دهیم . ملاحظه می شود که پس از تلاقی دورشته آب مزبور باز دورشته ایجاد می شوند . یکی که جرم بیشتری دارد در امتداد سطح تقارن جهش های ابتدائی آب پیش می رود در حالیکه دیگری که جرم کمتری دارد در جهت مخالف اولی پیش می رود . سرعت هر دو برابر مجموع سرعت دو فوران اولیه است . اکنون دو فوران آب را با زاویه کم باهم مواجه مینمائیم . نقطه برخورد دورشته فوراً به سمت منشأ فورانها پس می رود بهمین دلیل به سرعت جریان رشته باریکتر که حاصل میشود سرعت محل تلاقی دورشته اولیه هم اضافه می شود اما بهر حال این سرعت کمتر از سرعت رشته حجیم تر است .

در پدیده «تجمع اثر» هم چیزی شبیه همین که گفته شد اتفاق می افتد در اثر صدها و هزاران اتمسفر فشار حاصل از انفجار ذرات قطعه قطعه شده فلز پوشش جدار به تلاقی هم میشتابند و در يك نقطه بهم میرسند . درست از همین نقطه است که فلز چون مایع حتی مایعی قابل فشرده شدن خارج می گردد (طبق محاسبات و تجربیات تراکم فلز در آن نقطه ۲۵ تا ۳۵ درصد بالا می رود) و این فلز مذاب دو شعبه می شود یا در دورشته فوران می کند یکی از دورشته با سرعتی بسیار بسوی جلو جستن می کند . در جهت عکس این رشته فوران قاعدتاً رشته باریکتری موجود است که سرعت اندك دارد ؛ گاهی همین کمی سرعت بحدی است که عملاً با صفر برابر است لذا در چنین احوال فقط يك رشته نیرومند و سریع فلز مذاب جستن می نماید .

از آنچه گفته شد موضوعی خارق العاده استنتاج می شود : تمام انرژی سینتیک فلز جدار به مقدار کمی فلز مذاب در حال فوران منتقل

گردیده است .

اگر پوششی مخروطی برای جدار محوطه فرض کنیم که زاویه رأس آن فقط دوازده درجه باشد جمعاً ده درصد جرم فلزی پوشش مبدل به فلز مذاب فورانی بسمت جلو خواهد شد . باین ترتیب انرژی فلز در حال فوران ده بار بیش از انرژی کلی همینقدر ماده هنگام هجوم به مرکز انفجار خواهد بود و سرعت متوسط ماده فورانی سه بار بیش از سرعت هجوم ماده پوشش داخلی به مرکز انفجار است که خود به چندین کیلومتر در ثانیه میرسد . بهمین دلیل سرعت رشته فلز مذاب در حال فوران از ده کیلومتر در ثانیه نیز درمی گذرد . در اینجا بمعنای واقعی کلمه تجمع اثر صورت گرفته است چه مقدار معتنابهی انرژی در جرم اندکی متمرکز گردیده است .

اگر حفره ای مخروطی با زاویه كوچك را از ورقه بسیار نازکی از فلزی سبك مثل بریلیوم (Beryllium) بپوشانیم با دخالت دادن فوت و فن های تکنیکی فوران فلز مذابی بدست می آوریم که با سرعت یکصد کیلومتر در ثانیه حرکت میکند و با ایجاد چنان فورانهائی در گلوله های مخصوص که توسط موشك در ارتفاعات بسیار زیاد شلیك میشوند میتوان بطور مصنوعی فنومن شهابهای ثاقب را ایجاد و مطالعه کرد .

هر آینه فورانی از فلز مذاب که با سرعت دهها کیلومتر در ثانیه جاریست به مانعی برخورد کند میلیونها اتمسفر فشار ایجاد خواهد کرد .

در سال ۱۹۴۴ پرفسور لاندو (Landau) و یکی از مؤلفین کتاب حاضر اثر و نیروی موج انفجاری و يك موج شوک متوجه بمرکز انفجار

را محاسبه کردند. باین وسیله ثابت شد که اگر انفجار در سطحی
کروی شکل صورت بگیرد که متوجه مرکز گردد؛ فشار متناسب با معکوس
فاصله از مرکز کره افزایش می یابد. در مورد انفجارات عظیم در حوزه ای
کروی شکل می توان فشارها و سرعت های فوق العاده زیاد خاصه در مورد
گازها ایجاد کرد.

اندیشه بکار بردن امواج متوجه بمرکز واحد جهت ایجاد انرژی های
عظیم در توده احجام نسبتاً بزرگ بارها در تکنیک و در ایجاد واکنش های
ترمونوکلئر مورد استفاده قرار گرفته است.

اندیشه های تام - ساخاروف در مورد تمرکز استوانه ای شکل پلازما
از مطالعه روی خواص امواج شوک متوجه بیک نقطه سرچشمه گرفته اند.
هرچه رهایی انرژی در لحظه بروز انفجار سریع تر باشد اثر
ویران گر انفجار بیشتر است. یک بشکه TNT (تری نیترو تولوئین)
ممکن است در هوای آزاد با شعله ای آرام تماماً بسوزد و هرگز اثر
ناگهانی و ویران کننده ای از آن بروز ننماید. در زمان جنگ جهانی
دوم افسران ارتش شوروی اغلب در پناهکای خود از سنگ های زرد مایل
به سبزی بجای سوخت درون بخاری استفاده می کردند. این سنگها
آغشته به TNT بود که از پاره ها مین های دشمن پس از بی اثر شدن
تشکیل میشدند. اما اگر بدبختانه درون بخاری یک چیز واکنش دهنده
موجود بود سوخت مین ناگهان انفجار ایجاد می کرد. پاره های
فلزی بخاری به هر سو پرتاب می شد و در پناهگاه در اثر موج انفجار
از جا کنده می شد.

بنابر این چه امری اتفاق افتاده بود؟ چرا ماده سوخت به ماده انفجاری

بدل شده است. لوله ای فرض کند که پر از گاز قابل انفجار باشد مثلاً مخلوطی از متان و اکسیژن؛ در یکی از نقاط لوله یا در یکی از اقشار گاز اشتعالی به وجود آوریم. جبهه شعله از چپ و راست گسترده می شود.

بدیهی است بمحض شروع اشتعال در يك نقطه علامت اشتعال قبل از خود شعله با سرعت سیر صوت در آن گاز به سراسر لوله پخش میشود، بهمین دلیل اقشار بعدی گاز که دستخوش اشتعال می شوند با قشر نخستین تفاوتی دارند چه از این اقشار موج شوک کوچکی گذر کرده که آنرا اندکی فشرده و حرارتش را مختصری بالا برده است. همه این را می دانند که اگر حرارت بالا رود واکنش های شیمیائی سریعتر صورت می گیرند. مفهوم این گفته عبارت از اینست که اقشار بعدی زودتر از قشر نخستین میسوزند از طرف دیگر با اشتغال هر طبقه از گاز انتشار موج شوک سریع میشود، لذا طبقه سوم گاز با حرارت بیشتر و سرعت افزونتری خواهد سوخت، افزایش سرعت بهمین طریق بالا خواهد گرفت تا همه گاز مشتعل شود.

باین ترتیب سرعت احتراق طبقه به طبقه افزوده خواهد شد چنانکه اگر در بادی امر از چند متر در ثانیه تجاوز نمیکرد و پس از چند لحظه سرعت پیشرفت جبهه احتراق صدها بلکه هزاران متر در ثانیه خواهد بود.

سرعت پیشرفت جبهه احتراق حداکثر بهمان چیزی می رسد که معادل سرعت انتشار موج شوک در ماده احتراقی است، علیهذا افزایش بعدی آن ممکن نیست مگر در این ماده سوختی موج شوکی پدید آید

پدیده احتراق بر جبهه موج شوك را انفجار یاروند انفجاری می نامند و نیز موج شوکی که در جبهه خود مولد انرژی انفجاری کلانی است «موج انفجار» نامیده می شوند.

سرعت موج انفجار برای مخلوط های گازی قابل سوخت معمولی به چندین کیلومتر در ثانیه میرسد. بعلاوه اگر فشار ابتدائی گاز معادل فشار جو باشد بیش از چند ده اتمسفر فشارش افزوده نخواهد شد. با بالا رفتن فشار ابتدائی سرعت موج انفجار و فشار انفجار نیز زیاد می شود.

اگر انفجار در ماده منفجره ای صورت گیرد که نیاز قطعی به اکسیژن جهت احتراق داشته باشد نحوه آن با مخلوط گازی قابل انفجار قدری تفاوت خواهد داشت. برای شروع انفجار بایستی «ضربه اولیه» وارد کرد این «ضربه اولیه» از انفجار يك ماده فوق العاده قابل انفجار نیرومند کسب میشود. هنگام انفجار ماده مولد ضربه اولیه که قاعدتاً در مجاورت ماده منفجره شونده جامد صورت می گیرد ناگهان مقدار معتناهی انرژی رها گردیده و فشار دهها هزار اتمسفر بالا می رود.

موج شوك حاصله از ماده قابل انفجار اصلی عبور می کند و در سر راه خود فواصل موجود بین مولکولها و اتمها آنرا کاهش می دهد. در جبهه موج شوك انفجار آغاز می گردد، موج انفجار با موج شوك دوشادوش به پیش می رود.

فشار حاصله در جبهه موج انفجاری مواد قابل انفجار تا صدها هزار اتمسفر بالا می رود.

ما هنوز از فیزیک ستارگانیکه دستخوش انفجار می شوند چیز

زیادی نمی‌دانیم. نووا، سوپر نووا، ستارگان نبضانی؟! اما می‌توان گمان کرد در پاره‌ای از آنها مکانیسم موج انفجار نقش مهمی داشته باشد. یعنی در مرکز ستاره در اثر فشارهای اعجاب‌انگیز فنومن واکنش هسته‌ای با ایجاد انرژی صورت می‌گیرد و بلافاصله موج شوکی برانگیخته می‌شود که با موج انفجار همراه می‌گردد. این افزایش فشار و حرارت بنفسه کافی است که واکنش‌های هسته‌ای را برانگیزد. انفجار این بمب ستاره‌ای حیرت‌انگیز و کورکننده خواهد بود.

مطالعه انفجار هدایت شده و اثر تجمعی چنین انفجارهایی در سالهای اخیر آغاز گردیده. آدمی توانسته است لگام و مهار فنومن‌های انفجاری که سابقاً چون کابوسی هولناک ظاهر میشد و مقدار معتنا بهی انرژی و ماده به‌طرف می‌پراکند در دست بگیرد. اکنون انسان امروز کنترل انفجاراتی عظیم‌تر از همیشه را طبق پیش‌بینی بدست آورده و هر روز حلقه محاصره را تنگتر می‌کند.

آدمی دلیر است. طرحهایی برای فرستادن اقمار مصنوعی بزرگ بتوسط انفجار ماده و ضد ماده به فضای بین ستارگان داد. اما ممکن است حقیقتی که از آن دهها هزار سال فاصله داریم زودتر تحقق یابد و انسان به تواند به میل خود با ایجاد انفجار کهکشانی کاملی بسازد!

٦

بیوگرافی عالم

- تولد

- خانوادہ سیارات

- یک حلقہ از مارپیچ

تولد

تصور کنید غیر از ماموجودات ذی شعور دیگری نیز در روی زمین باشند که عمرشان بسیار کوتاه باشد و از تولد تا مرگ جز هزارم ثانیه نپایند. شناخت آنها از ما بی شباهت به تصاویر فتوگرافی آدمها نیست که هر يك حالتی یخ زده و ساکن دارد و هر کدام ژست دیگری به خود گرفته اند . مثلاً یکی از این تصاویر نشان میدهد که شخصی بر بالای پیست استادیوم پوشیده از ماسه زرد رنگ پاهای خود را گشوده است ، از نظر ما دهنده ای است که میکوشد رکورد جدیدی کسب کند . تصویر دیگر شخصی را در جایگاه تماشاچیان نشان میدهد که دستها را باز کرده و در همان حال یخ زده است از لحاظ ما او يك تماشاچی مراسم مسابقه است. داور به جلو خم شده، دستهای او باز است و کرومتری در دست دارد.

با جمع تجربیات نسلهای پی در پی این موجود خیالی که عمری بس کوتاه دارد قادر خواهد بود مستقیماً تصویری از حرکات دونده، مسیر حرکت او و حتی نحوهٔ تکانهای بدن او در ذهن مجسم نماید. اما بگوئید چند صد نسل از این موجودات به مطالعه آثار گذشتگان و تجربه علمی دست خواهند بازید که بدانند در پیست مسابقه فی الواقع چه میکنند و اصولاً کیفیت زندگی آدمی چگونه است؛ البته از تار و پود آن صحبتی بمیان نخواهند آورد.

بله آدمی در مطالعهٔ عالم چنین موقع و محلی دارد، چه بسا سحابی‌ها در اثر انفجاری عظیم به دور خود به گردش درآمده‌اند، گردشهای گردبادی کهکشانی، سیستم‌های جدید الوالادهٔ سیارات، توده‌های گازی شکل کیهانی که با سیستم‌های خورشیدی مواجه گردیده‌اند. ستاره - شناس که در تمام عمر چشم به عدسی تلسکوپ خود دوخته است و دائم از کیهان عکس میگیرد فقط یکی از صور حرکت آنرا میبیند مثل همان موجود خیالی که به دونده مینگرد و همه عمر آنرا با پایهای باز و معلق بر فراز پیست میبیند چه سالهای محدود زندگی آدمی در برابر دهها میلیارد سال لازم جهت پیدایش جهشی در عالم کیهان لحظه‌ای بیش نیست. کوشش دانشمندان عبارت از تفسیری است بر این تصاویر نامفهوم.

بر ماست که پدیده‌ها را باهم جمع و مقایسه کنیم، وسایل سنجش خود را دقیق‌تر نمائیم و منتظر بمانیم که نسلهای بعدی دانشمندان زمینی بتوانند عکسها را با یکدیگر تطبیق نمایند و تغییرات میکروسکوپیک جهات و حرکات گرد بادهای توده ابرهای گازی شکل و جابجا شدن

فورانهای گازستاره‌ای کهکشانیها را بررسی نمایند.

یقیناً این همان چیزی است که باید بشود. و نیز بایستی وسایل نوینی برای مطالعه عالم جستجو کرد. موجودات خیالی فوق‌الذکر اگر امواج صوتی را بشنوند در خواهند یافت که منبع این اصوات کف - زدنهای مهیج تماشاگرانست. با تجزیه و تحلیل حرکات دهنده این ذی - حیاتان قیصرالعمر به نیروی جاذبه زمین پی خواهند برد بهمین ترتیب است که آدمی با تغییر مکان طیف بطرف رنگ سرخ به دور شدن کهکشانیها پی برده است و با سنجش اورانیوم و سرب در دل سنگها سن سیاره‌ها را حساب کرده است. آخرین اکتشافات دانشمندان چون خواندن آخرین فتوگرافی عالم توسط همان موجود خیالی است.

گرچه به تحقیق و دقت مقدور نیست ولی ازهم اکنون با محاسبات ریاضی میتوانیم بسط و تکامل این بخش از عالم را دریابیم چه ریاضیات حساس‌تر از هر تلسکوپی قادر به دیدن دور دست میباشد. اما از همان اول باید گفت آنچه شرح میدهیم هنوز چون فرضیه مدونی هم نیست. البته همه این فرضیات به اثبات نخواهد رسید؛ پاره‌ای از آنها در آتیه جزو اصول علمی مسلم در می‌ایند و بعضی بدور انداخته خواهند شد. اینجا جبهه دانش است، محل مواجهه اندیشه‌ها و تصادم بینشهاست، جای جستجوهای علمی وسیع است. ما از گذشته خود فقط صدها و هزاران سال را می‌دانیم ولی با کمک دانش میلیاردها سال را بازمی‌یابیم.

عقر به زمان سنج روی خط سرخی متوقف میشود، اینجا انتهای قدرت ماشین است. اینجا ده میلیارد سال پیش را نشان میدهد و خود آخرین حد عقب‌گرد در زمان میباشد.

ما در مهبی سیاه قرار گرفته ایم . در اطراف ما محیطی است که مسکون نیست، فراموش نکنیم که فضا يك فرم از موجودیت ماده است کیفیت و اختصاصاتش دوشادوش ماده عوض میشود، مثلاً ساختمان فضا با کم و زیادی ماده موجود در آن عوض میشود؛ درست این همان چیزی است که فضای منحنی را تبیین میکند.

فضا چگونه منحنی است؟ انحنای فضا یعنی چه؟

در كوتاهیم این مطلب فوق العاده دشوار است. فقط با قیاس و استقراء میتوان به آن دست یافت.

تفنگ غول پیکری همچون کلمبیاد (Columbiade) افسانه‌ای ژول ورن را در نظر آورید که بطور عمودی محموله عظیمی را به آسمان ببرد. محموله از لوله تفنگ خارج میشود، با نهایت سرعت در حوزه جاذبه زمین بالا می‌رود اما لحظه‌ای فرا خواهد رسید که سرعتش به صفر تقلیل خواهد یافت و بسوی زمین سقوط خواهد کرد،

نیروی شلیک را با جایگزین کردن ماده منفجر شونده نیرومندتر از باروت تقویت میکنیم، لوله تفنگ را نسبت به افق زاویه‌ای نسبتاً کوچک میدهیم و ماشه کشیده میشود، محموله با سرعتی فوق العاده به حرکت درمی‌آید و پس از طی مسافتی بصورت قمر مصنوعی زمین درمی‌آید. چرا؟ چون نیروی جاذبه زمین با اعمال اثر دایم روی محموله تدریجاً آنرا از خط مستقیم منحرف میکند و سرانجام به آن مدار بیضوی می‌بخشد.

اگر باز نیروی انفجار را افزایش دهیم؛ سرعت محموله کیلومترها بر ثانیه افزوده می‌گردد و برای همیشه سیاره‌ها را ترك میکند.

آیا این محموله بسوی لایتناهی می‌رود؟ اگر فضا خالاً کامل و تهی از اجرام مادی بود پاسخ سؤال مثبت است. اما همیشه در فضا ماده هست و ماده با تراکم معینی قادر است فضا را خم کند چنانکه نه محموله خیالی ما نه هیچ اشعه نورانی یعنی فلوی فوتون و نه هیچ موج جاذبه‌ای قادر نخواهد بود از حد معینی درگذرند. این همان قسمت از فضای ازهرسو بسته‌ای است که ما از يك گوشه به آن می‌نگریم و اصطلاحاً عالم نامیده می‌شود.

اکنون بکوشیم از هر جهت عالم خودمان را بشناسیم.

قبل از هر چیز این را قبول می‌کنیم که این قسمت از عالم جرم مشخصی دارد. يك اشعه نورانی چون محموله کلمبیاد از ستاره معینی بسوی لایتناهی پرتاب می‌شود، سر نوشت این شعاع نورانی چیست؟ سر نوشت دورپروازترین جرم مادی که ما می‌شناسیم چه خواهد بود؟ اگر جرم این بخش از عالم نسبتاً زیاد باشد، نیروی جاذبه‌اش مسیر اشعه نورانی را خم خواهد کرد و آنرا بصورت مدار در خواهد آورد چه اشعه نورانی چیزی جز فلوی فوتون نیست، فلوی ذرات ماده‌ای که زیر اثر نیروی جاذبه قرار دارند درست مثل محموله کلمبیاد. هر چه جرم عالم بیشتر باشد انحنای مدار اشعه نورانی بیشتر خواهد بود و ممکن است مثل قمر مصنوعی که سرعتی بین هشت تا یازده کیلومتر در ثانیه دارد مداری بیضی تشکیل دهد.

و عالم لایتناهی ما در فضا بروی خود خمیده و بسته خواهد شد. حتی می‌توان برای محاسبه قطر آن اقدام کرد. شعاع انحنای اشعه نورانی که در فضا پرواز می‌کند برابر شعاع عالم ماست. از روی شعاع

می‌توان ابعاد عالم را دریافت .

میدانیم که خط مستقیم کوتاهترین راه بین دو نقطه است. اما در فضائی که انحنا دارد ، شعاع نورانی معینی که از کهکشان دور بسوی ما می‌آید روی مسیر منحنی راه طی میکند با وجود این کوتاهترین راه انتخابی راییموده است.

دانشمندان با محاسبات ریاضی انحنای فضا را اثبات می‌نمایند. برای کسانی که با این رشته مافوق تخصص ریاضی آشنائی ندارند درك این واقعیت فیزیکی خارق‌العاده که منحصرأ کیفیتی مادی دارد روش قیاسی است .

دنیائی در نظر آورید که بعکس جهان سه بعدی ظاهری ما (طول و عرض و ارتفاع) فقط دو بعد یعنی طول و عرض داشته باشد . این جهان بی شباهت به رویه میز نیست . موجودات دو بعدی که آنجا بسر میبرند فقط دو جهت در دستگاه مختصات می‌شناسند و کوچکترین تجسمی ذهنی از بعد سوم دستگاه مختصات نخواهند داشت. هنگام مطالعه عالم خود متوجه می‌شوید که عالم آنها محدود است ، از هر جهت که سیر کنند عالم یکباره ختم می‌شود و کیفیت اختتام آن همیشه یکی است پس از آن مرز در وضعی قرار می‌گیرند که با عالم دو بعدی آنها کاملاً بیگانه است .

اما این موجودات دو بعدی ممکن است ساکن فضائی لایتناهی و دو بعدی باشند، اکنون فرض کنیم دنیای آنها سطح يك میز نیست بلکه سطح کره‌ای بی نهایت بزرگ است . آنوقت است که این موجودات هر چه بیشتر میکاوند حدود دنیای خود را کمتر مییابند . فقط بارشهای حساس

ریاضی و متدهای دقیق و پیچیده آن است که شعاع انحنای عالم خود یا شعاع کره عظیم فرضی را خواهند یافت و ناگهان با حیرتی زایدالوصف خواهند دانست که در عالم آنها کوتاهترین فاصله دو نقطه خط مستقیم نیست.

لذا تا وقتی که موجودات دوبعدی با ارقام و مسافات بسیار بزرگ کاری ندارند میتوانند انحنای خط فاصل دو نقطه را نادیده انگارند و آنرا چون خط مستقیمی فرض نمایند و هندسه دانان آنها با سر بلندی این اصل را کشف و اعلام کنند که کوتاهترین راه بین دو نقطه خط مستقیم است.

اما روزگاری این قوم نیازمند خواهند بود فاصله دو نقطه را که بر دوسوی عالم کروی آنها مستقر است اندازه بگیرند و آنوقت خواهند دانست این پاره خط منحنی است نه مستقیم. با وجود این همان خط منحنی کوتاهترین فاصله ایست که دو نقطه موجود در آن عالم دوبعدی را بهم اتصال میدهد.

يك کره مفروض، تنها «عالم مسطح» و محدودی نیست. از يك برگ کاغذ باریکه ای بقطر چهار سانتیمتر برید و دوسر آنرا بصورت حلقه زنجیر بهم متصل کنید (مثل دنباله بادبادك بچه ها) در این حال دو عالم خواهید داشت که هر دو محدود و مسدود اند و با یکدیگر موازی میباشند. شعاع نوریکه در روی یکی از سطوح این حلقه کاغذ جابجا می شود (چه در سطح داخلی چه در سطح خارجی) در همان عالم خود به مبداء باز میگردد. اکنون قبل از اتصال دو سر نوار کاغذی يك سر آنرا یکدور روی خود به پیچانید و بعد دوسر را بهم بچسبانید. در این حال باز عالمی دوبعدی

خواهید داشت که در ساختمان آن هر دو روی نوار کاغذی سهیم اند از هر نقطه مفروض این عالم مارییچ میتوان خط مستقیمی رسم کرد و ادامه داد سرانجام به نقطه حرکت خود خواهد رسید.

اکنون به محموله کلمبیاد برگردیم. دنیای بسته یا عالم محدود، عالمی که توسط نیروی جاذبه محدود شده است، این فقط یکی از وجوه تشابه آنست. آن عالمی که در آنجا نیروی جاذبه بحدی است که سرعت سیر نور را میکاهد چنانکه هر محموله پرتابی که سرعتی کمتر از هشت کیلومتر در ثانیه داشته باشد به زمین باز میگردد چگونه عالمی است. البته بخود قبولاندن این مطلب که از سرعت سیر نور کاسته گردد کار آسانی نیست. کومپانهتز (A. Kompaneetz) فیزیکدان شوروی از مدتها پیش ثابت کرده است که حتی با حضور حوزه های الکترومغناطیسی و جاذبه ای عظیم سرعت انتشار جاذبه و نیروی الکترومغناطیسی هرگز از سرعت سیر نور در خلاء فراتر نمیتوانند رفت و نیز نشان داده است که کاهش سرعت نور در خلاء امری محال است.

اما يك چیز دیگر را براحتی میتوان پذیرفت و آن اینست که ذرات نور یا فوتونها در کشاکش با نیروی جاذبه خرده خرده انرژی شان کاسته می گردد، نور بسوی رنگ قرمز میل میکند و بالاخره در بی نهایتی دوردست انرژی فوتون بکلی زایل گردیده و برابر صفر می شود، نور میمیرد. این بی نهایت دوردست احتمالا مرز عالم نامتناهی ماست.

نامتناهی؟ بلی نامتناهی چه هرگز ما به این مرز دست نخواهیم یافت.

اگر چنین تصور کنیم که اشعه نورانی هرگز پیر نمی شود و نمی میرد

و نیروئی که از جرم عالم بر آن اعمال میشود آنرا خم نمی‌کند و این نور لایتغیر است و به خط راست پیش میرود غلط‌ترین برداشت را از عالم لایتناهی کرده‌ایم و خط‌اترین اندیشه را دربارهٔ عالم خواهیم داشت.

در حقیقت يك استنتاج صحیح از واقعیت ما را به حل معادلات نسبیت عمومی رهنمون می‌شود. نسبیت عمومی مفسر این بخش از عالم ماست عالمی که توسط نیروی جاذبهٔ توده بیکران مادی محدود میشود و اشعهٔ نورانی نیز در آن تحت تأثیر اجرام مادی خم می‌شوند. ابعاد این عالم با گرینز کهکشانش در اثر تقلیل دائمی تیراکم مادی و نیروی جاذبه در حال گسترش است. زیرا هر چه ماده در عالم رقیق‌تر باشد انحنای عالم کمتر است لذا شعاع این کرهٔ مفروض بزرگتر میباشد.

فوراً این نکته را یادآور شویم که در بطن عالم بزرگ ممکن است بیشمار عالم‌های کوچک‌تری چون عالم ما موجود باشد که آنها بنوبهٔ خود گسترش بیابند یا منقبض شوند و در حال اعمال اثر متقابل باشند.

اگر ما با ماشین خیالی خود ده میلیارد سال بعقب برگردیم فضا را از پنجرهٔ كوچك سفینه چگونه خواهیم یافت؟

پاره‌ای از دانشمندان بعد از تجزیه و تحلیل سرعت گرینز کهکشانش با این نتیجه رسیده‌اند که تقریباً ده میلیارد سال پیش تمام ماده موجود در عالم ما در منطقه نسبتاً کوچکی متراکم بوده است. اما آیا آنچه در آنجا مجتمع بوده ماده به قاموس و مفهومی بوده که امروزه از آن داریم؟ پاسخ بآن دشوار است. ممکن است مادهٔ مزبور با شکل دیگری بوده باشد.

ممکن است لختهٔ عظیم و یکپارچه‌ای بوده که در شکم آن در اثر

فشار سترگ و زاید الوصف نه تنها هسته عناصر مادی امروزی بلکه ذرات اولیه پدید آمده باشند . شاید از این لخته سیل گراویتون و فوتون ساطع و جاری میگردد اما فقط حوزه های مزبور بر روی خود اثر میگذارد و اند و اشعه نورانی روی مدار بسته کوچکی که جاذبه غیر قابل تصور لخته پدید میآورده مرز عالم آنروز را دور زده سر جای خود باز میگشته است بیش از این در آن مورد چیزی نمیتوان گفت .

این لخته چگونه پدید آمده؟ آیا محصول توده ابرهای بیکران گرد و گاز است که در اثر جاذبه بهم لحیم گردیده؟ یا حاصل منطقی تکامل اشکال ناشناخته ماده است که از آنچه نمیدانیم به جوهر ماده بدل گردیده. در وضع فعلی، دانش ما پاسخگوی سؤال مزبور نیست .

شاید هم مقادیر غیر قابل تصور انرژی در دل لخته پدید آمده و آنرا با انفجار میلیونها تکه کرده است و موج شوکی که در بطن لخته زائیده شده وقتی به محیط رسیده هر تکه را بسوئی رانده است. باین ترتیب از تراکم ماده کاسته گردیده و ذرات گراویتون و فوتون چون رشته های آبخاری عظیم از بند نیرومندترین حوزه ها رهائی یافته بهر سو سرازیر گردیده اند، فوارنهای عظیم فلوی فوتون، اشعه کور کننده ای که ساطع میگردد به دنیائی که امروزه در آن بسر میبریم و خود را برای شناختنش آماده میسازیم موجودیت بخشیده است .

سرعت بدوی کلافهای سترگ مادی و اشعه نورانی پس از این نخستین موج حرکتی به حداکثر نرسیده چه از میان حوزه های نیرومند نیرو تغییر مکان میداده اند، فقط در خلأ کامل است که نور سرعت حداکثر را کسب می کند و کلافهای ماده فوق الذکر با سرعتی کمتر در حال چرخش بدور خود به پرواز ادامه داده اند و از همین کلافهاست که کهکشانی از

جمله کهکشان ما پدید آمده است .

محتمل است دنیای ما هم بهمین ترتیب زاده شده باشد .

معنای این عبارت اینست که عالم ما ازلی نیست وابدی نیز نخواهد بود ، دنیای ما آغازی دارد وانبجانی خواهد داشت .

بدون هیچ تردید ! همه چیز درعالم ابتدا و انتهای دارد . آدمها ، سیارات ، ستارگان ، کهکشانها و دنیاها زاده می شوند و می میرند .

فقط ماده موجود درعالم جاودانه است ، جاودانه است اما پیوسته وابدی دستخوش تغییرات و تبدلات و تکامل است و هرگز از راهی که گذشت به آن باز نمی گردد .

خانواده سیارات

اکنون زمانی را که برای پژوهش بعقب برگشته ایم ترك می کنیم و تدریجاً بحال حاضر بر می گردیم بخشی از میلیاردها سال مزبور را پشت سر می گذاریم . در میان بی شمار کهکشان ، کهکشان خودمان را میجوئیم و میان میلیاردها خورشید مستقر در آن خورشید خودمان را پیدا می کنیم .

آیا آنرا می شناسیم ؟ بلافاصله بعد از تولد وضع حاضر را داشته است ؟ آیا از همان ابتدا خانواده سیارات آنرا محاصره کرده بودند ؟ در سیر خود هم اکنون به محلی رسیده ایم که در مقیاس فضائی با خورشیدمان فقط يك بند انگشت فاصله داریم ولی با اینهمه دیده نمیشود ،

برعکس ابری تیره و متراکم از گرد و گاز در برابرمان موج میزند، گرچه این توده ابری شکل را تیره و متراکم نامیدیم ولی درحقیقت مرکب از ذرات مادی و گاز رقیقی است اما بعلت ضخامت تیره و متراکم مینماید. از میان آن می گذریم اکنون خورشید تدریجاً ظاهر می شود؛ چون صفحه ای نورانی در برابرمان است ولی حرارتی ندارد؛ مثل خورشید هنگام غروب است.

باز هم چند میلیون کیلومتر در آغوش مه پیش میرویم. حالا با ستاره ای فروزان روبرو هستیم که با شعله سفیدی برافروخته است. هر ذره مادی که نزدیک آن باشد در اثر حرارت بخار می شود و فشار فلوی نورانی اتمها و مولکولهای آنرا بشدت به دوردست پرتاب مینماید. اینجا در نزدیک خورشید مثل اینست که هر ذره مادی را با جاروئی کاملاً روفته روب کرده باشند.

پس سیارات کجا هستند؟ برای ستاره پیمایان زمینی که بمدار خورشید دیگری میرسند در میان گرداب دانه های ریزشی که بدور آن می گردند پیدا کردن سیارات واقعی کار آسانی نیست برای ما در سیستم منظومه شمسی که مدار سیارات خود را می شناسیم درك آن مشکلات ساده نیست.

سفینه خیالی ما چندین بار روی مداری که قاعدتاً بایستی سیاره زمین مستقر باشد در مداری بیضی بدور خورشید می گردد، اما اثری از زمین دیده نمی شود! بلی دلیلش اینست که مادر راه برگشت به حال حاضر به زمان تولد زمین نرسیدیم.

موتور سفینه را روشن نمائیم و باز به زمان حاضر نزدیک شویم،

در این صورت ناظر تحول و تکامل منظومه شمسی خواهیم بود .
 آیا گل سرخی را در حال شکفتن دیده‌اید آیا گلبرگهای آنرا
 در حال گشوده شدن ملاحظه کرده‌اید که چگونه به یکدیگر فشار می‌آورند
 و یکدیگر را می‌رانند تا سرانجام گل زیبایی موجودیت می‌یابد . چنین
 تابلویی را فقط در سینما می‌توان مشاهده کرد . برای اینکار يك هفته
 صبر و حوصله لازمست . دوربین را روی غنچه متمرکز می‌سازند و هر
 نیم ساعت يك عکس می‌گیرند ، آنوقت اگر تمام عکس‌ها را با سرعتی
 که طی یک دقیقه تمام شود نشان دهند ، مکانیسم شکفتن گل زیر چشم ما
 خواهد بود .

بهمین ترتیب با فشردن هزاران سال در بخشی از ثانیه می‌توان شاهد
 تکامل توده گرد و گاز دور خورشید بود .

در اندرون این ابر هر ذره در مداری دیگر حرکت دارد . بهمین دلیل
 اکثراً با هم تصادم می‌کنند بهم می‌چسبند یا بلعکس به قطعات متعددی
 منقسم می‌شوند ، اکثراً در اثر شوک به ابر کوچک پلاสมา تبدیل میشوند
 که سریعاً سرد می‌شود . اما در این هرج و مرج ظاهری قوانین قطعی و
 فیزیکی سلطه کامل دارند . قوانین فیزیکی مزبور کدامند ؟

۱ - نخست اینکه این توده مادی ابری شکل بصورت صفحه‌ای
 درآمده است که موازی سطح استوای خورشید است و خود خورشید در
 مرکز آن قرار گرفته است ، طول این صفحه یا شعاع آن از میلیاردها
 کیلومتر در می‌گذرد و حال آنکه ضخامتش از چند کیلومتر متجاوز نیست .
 ۲ - دوم اینکه ساختمان و ترکیب این ابر صفحه‌ای شکل در همه جا
 یکنواخت نیست . در قسمت‌های مرکزی که به خورشید نزدیکتر است

این ابر حاوی ذرات مادی سخت دیرگداز است . البته در آغاز همین بخش از ابر نیز حاوی مقادیر معتنا بهی از گازهای فرار مثل هیدروژن، ازت و متان بوده است که حالت جامد داشته اند ؛ بعدها در اثر تابش اشعه خورشید بخار گردیده به بخش محیطی توده ابر نقل مکان کرده اند .

باین ترتیب است که در روزگار ما نیز اشعه خورشید گازهای درون ستارگان دنباله دار را تبخیر مینماید و چنان دم زیبائی به آنها می بخشد . در نقاط دور دست ابر آنجائی که دیگر حرارت خورشید قادر به بخار کردن گازها نیست دوباره بصورت جامد در آمده روی ذرات دیرگداز می نشینند . در آغوش زمان دورتر شویم . خواهیم دید که روندالتصاق در تصادم ذرات ابر نسبت به خرد شدن و پراکندگی پیشی دارد . باین ترتیب نخستین هسته های نسبتاً درشت با نیروی جاذبه قابل توجه پدید آمده و مقداری هسته های کوچکتر چون اقمار مصنوعی بدور آن به گردش در آمده اند . اینها با یکدیگر تصادم می کنند پاره ای خرد و پراکنده می شوند عده ای دیگر بهم می چسبند بلی این روند پیدایش سیارات است .

زمین ما کجاست ؟ دیده شد ! قطرش هنوز از چند صد کیلومتر تجاوز نمی کند . هنوز با چنین جرم اندك نیروی جاذبه ای نخواهد داشت که جوی برای خود نگهدارد ، جوی که قابل تشخیص باشد . اما پیوسته بر حجم و جرم آن افزوده می گردد مثل يك گلوله برفی که رویش مرتباً برف بیارد .

سیاره هرچه بزرگتر می شود ما شاهد و ناظر بروز پدیده های دیگری میباشیم . نخستین اثر از آثار جو پیدا می شود . در طبقات عمقی

سیاره نوزاد ماده جابجا می شود . مواد سنگین تر به طرف مرکز سرازیر می شوند، مواد سبکتر بالا می آیند . در اثر افزایش فشار حرارت درون سیاره بالا می رود اما هرگز به حدی خارق العاده نخواهد رسید حداکثر چند صد یا چند هزار درجه بالای صفر مطلق خواهد بود .

بهین ترتیب در نقاط مختلف حلقه ابر گرد و گاز سیارات دیگر زاده می شوند. تقریباً بخش اعظم ماده موجود در توده ابری شکل مصروف ساختمان سیارات گردیده است و چون ذرات مادی اطراف سیارات جذب این کرات گردیده فضای خالی جایی برای بروز درخشش خورشید شده است .

اکنون در برابر ما صفحه ای از يك كتاب عامه فهم در مورد منظومه شمسی قرار دارد . فاصله مدارات سیاره ها از یکدیگر اندازه گیری شده اند ، خود مدارها محاسبه گردیده اند ، سیارات را توزین کرده اند . دانشمندان می کوشند ارقام واعدادی را که بدست می آورند طبقه بندی و دسته بندی نمایند .

– دانشمندان را اعتقاد بر اینست که منظومه های خورشیدی سیستمی جهانی هستند نه يك واقعه منحصر به منظومه شمسی .
– تقریباً کلیه سیارات کم و بیش در سطحی قرار می گیرند که منطبق با استوای خورشید است .

– همه سیارات در يك جهت حرکت می کنند ، همان جهتی که خورشید بدور خود می چرخد و نیز سیارات در همان جهت بدور محور خود در گردش اند .

– نزدیکترین سیاره به خورشید کوچکترین و جامدترین سیارات

است . هرچه از خورشید دور شویم اندازه سیارات بزرگتر می شود تا بحد اکثر میرسد و سپس تدریجاً روبه کاهش میرود البته مریخ بعلا اینکه جرمش کوچکتر از زمین است استثناست وای مقدار معتناهی سنگهای آسمانی درمداری بین زمین و مریخ در گردش است اگر جرم آنها را نیز به جرم مریخ اضافه کنیم استثنای مزبور نیز حذف میشود و مریخ جای حقیقی خود را در منظومه شمسی بازمی یابد .

- هرچه از خورشید دورتر شویم تدریجاً به زاویه انحراف محور سیارات نسبت به سطح استوای خورشید افزوده می گردد .
- هرچه از خورشید دورتر شویم سرعت چرخش سیارات بدور آن افزایش می یابد .

- حتی فواصل استقرار سیارات نسبت به خورشید محصول تصادف و اتفاق نیست بلکه این فواصل تابع قوانین و فرمولهای ریاضی خاصی است که فهم آنها آنقدرها هم مشکل نمی باشد

دانشمندان دهها نظام و قانون در روابط سیستم خورشیدی کشف و ارائه کرده اند البته با فرمولهای ریاضی به نتایج مذکور دست یافته اند .
القصد آنچه می توان از ریاضی نتیجه گرفت اینست که منظومه شمسی محصول تصادف نیست بلکه حاصل تکامل ماده است که مبتنی بر قوانین فیزیکی صورت می گیرد .

اشمیت (O . Shmidt) دانشمند شهیر ریاضی و فیزیک نجومی شوروی نخستین کسی است که اساسی ریاضی برای تکوین منظومه شمسی تدوین کرده است . این همان فرضیه ایست که در بالا از آن صحبت شد و توده گرد و گازکیهانی منشاء اصلی سیستم سیاره ای ما فرض شده است .

نظریه اشمیت بطور قاطع به بسیاری از مسائلی که درباره منظومه شمسی مطرح است پاسخ می دهد با وجود این بسیاری از جنبه های این فرضیه هنگام طرح مورد انتقاد جدی قرار گرفته . هنوز در روزگار ما، نخستین مرحله تولد سیستم خورشیدی یعنی جذب ابر گرد و گاز توسط هسته های مرکزی بزرگتر قابل حمله نیست .

اکنون باید پرسید آیا خورشیدی در حین عبور به توده انبوه گرد و گاز برخورد نکرده است ؟ اشمیت تصور می کند اگر خورشیدی با چنان توده گرد و گاز مواجه شود از میان آن می گذرد و بخشی از گرد و گاز را همراه میبرد .

اما منقدین با استدلال ریاضی ثابت کرده اند که قضیه باین صورت بوده است . چه اگر خورشیدی در مسیر خود در کائنات به سحابی مفروضی برخورد بدون هیچ تغییر از یکسو بدان داخل و از سوی دیگر از آن خارج خواهد شد .

از سوی دیگر اشمیت و پیروانش باز با زبان ریاضی دقیق نشان داده اند که در اثر گشت آور دورانی درون يك سحابی التصاق و الحاق ذرات گرد و گاز غیر ممکن نمی باشد و همچنین اثبات کرده اند امکان جذب بخشی از توده گرد و گاز توسط خورشیدی که از آن می گذرد وجود دارد و نیز معلوم شده است برخورد دو خورشید عابر از میان سحابی بایکدیگر محال نیست .

باید گفت جرو بحث در این زمینه پایان نرسیده است . از نقطه نظر ما جدا کردن منشأ خورشید از منشأ تمام عالم کاری منطقی نمی باشد . نمیدانیم چرا این فکر برای بعضی پیش آمده که ابتدا خورشید

متولد گردیده و آنگاه سیارات پا به دایره هستی گذارده‌اند. منطقی‌تر اینست که بپذیریم تمام منظومه شمسی یکجا موجودیت یافته است. انفجاری باشدت خارج از حد تصور لخته‌های ماده را به ابعاد ریز و درشت بهرسو پراکنده و از همین کلافه‌های مادی ستارگان زاده شده‌اند. بسیار محتمل است که توده‌های گرد و گاز پیرامون ستارگان ساختمانی گردبادی شکل داشته باشند.

یقیناً ذرات مختلف موجود در هر سحابی پدید آمده، گشت‌آورهای مختلف یا سرعت‌های مختلف خواهند داشت. ذراتی که نسبت به نیروی جاذبه مرکزی سرعتی بسیار دارند توسط توده متراکم یا هسته مرکزی جذب نگردیده بحرکت خود ادامه می‌دهند و در مسیر حرکت با ذرات دیگر تصادم کرده متلاشی می‌شوند یا بهم می‌چسبند و از همین اتصالات هسته مرکزی سیارات با گشت‌آور دورانی شدید پدید می‌آید.

گشت‌آور دورانی سیارات تابع گشت‌آور دورانی گرد و گاز اولیه است که مؤلف این کرات هستند ذراتی که سرعت کم داشته‌اند و قادر به گریز از جاذبه مرکزی نبوده‌اند بروی خورشید باریدن گرفته‌اند و خورشید بنفسه از جنس همین ذرات ساخته شده. اگر گشت‌آور حرکتی ذراتی که در ساختمان خورشید داخل شده‌اند اندک بوده باشد، گشت‌آور دورانی خورشید نیز به نسبت کمتر خواهد بود و خورشید به آهستگی بدور محور خود خواهد گشت.

البته یادآور می‌شویم که این فرضیه مغایرتی با نظریه تشکیل ستارگان و سیارات در بطن توده گرد و گازهای کیهانی و سحابی‌های گردباد مانند در شرایط امروز و زمان حاضر ندارد چه تحول و تغییر و

تکامل ماده درعالم هرگز متوقف نشده و نمی‌شود، آنچه میلیاردها سال پیش دراین گوشه از کهکشان موجب تولد خورشید و سیارات گردیده در اکناف و اطراف کهکشان یا کهکشانهای دور هر لحظه امکان وقوع دارد. اما هنوز در تاریخچه کیهان و ستارگان و سیارات نکات نامکشف بسیار است. گفتیم بخشی از فرضیات اشمیت مبتنی بر محاسبات دقیق و فرمولهای غیرقابل انکار ریاضی است اما اشمیت از کلیه جوانب قضیه را مورد مذاقه قرار نداده مثلا اثر نیروی حوزه‌های الکترومغناطیسی را در آفرینش کرات آسمانی در نظر نگرفته است و حال آنکه الحق این نیرو و اثری عظیم دارد. زمانی که نقش نیروی الکترومغناطیسی در امر پیدایش کرات روشن شود و ما راه داخل کردن آنرا در محاسبات بیاموزیم فرضیه اشمیت نه تنها استدلالی ریاضی بلکه فرضیه‌ای مستدل علمی خواهد بود.

بدون تردید چنین است زیرا هر جا نقطه ضعفی در فرضیه اشمیت ملاحظه می‌شود جای خالی نیروی حوزه‌های الکترومغناطیسی پیداست، اگر دانشمندان بتوانند این سوراخها را با دخالت دادن محاسبات مخصوص نیروی میدانهای نامبرده پر کنند جای هیچ انتقادی از فرضیه اشمیت باقی نمی‌ماند. نخستین قدم در این راه کشف قوانین هیدرو دینامیک و ماگنودینامیک (Magnodinamique) کیهانی است. این علوم برای آموختن و کشف کردن و محاسبه کردن دامنه‌های وسیعی دارند.

لذا در حال حاضر فقط یک چیز می‌توان گفت. تصویری که فعلا از عالم چون تصویر بی‌حرکتی از آدمی است سرانجام آدمی آنرا به حرکت در خواهد آورد. فتوگرافیهای مکرر و متعدد از ستارگان و

کهکشانشانها جزئیات تاریخ عالم را بر ملا خواهد ساخت و داستان تکامل عالم چون قصه تکامل حیات در روی سیاره ما در آستانه بر ملا شدن است.

يك حلقه از مارپیچ

تنها نحوه تولد سیاره ما زمین پر از ابهام و اسرار نیست بلکه بسیاری از تغییرات و تحولاتی که بعد از تولد یافته برایمان جزو رازهای سر بمهر است.

با مشاهده سیکاتریس (اثر زخم) سوختگی بر بدن سربازی میتوان تا حدودی از کیفیت جنگی که در آن شرکت داشته و طی جنگ سوختگی پیدا کرده آگاه شد، اما این سرباز در کدام جبهه نبرد میکرده؟ منطقه نبرد کجا بوده؟ و بسیاری سؤالات دیگر با معاینه دقیق اثر سوختگی نیز بدون جواب خواهد ماند.

چهره سیاره ما زمین نیز آثار جراحات قدیمی بسیاری دارد. اما ما کوچکترین علم و اطلاعی از سابقه و علت این جراحات نداریم. رشته دریاهای کارلی (Carelle) یادگار عبور یخچالی است. در چند میلیون سال گذشته به کرات و مرآت از کوههای اسکندیناوی یخچالهای عظیم سرازیر گشته به حدود مدیترانه رسیده و بعد واپس کشیده اند. به چه دلیل هوای منطقه مزبور یا تمام کره زمین چنان سرد شده است؟ دانشمندان هنوز جوابی برای آن نیافته اند. معذالك ادوار یخبندان نزدیکترین گذشته زمین ماست.

بسیاری از ما شنیده‌اند که در نقاط معدودی از حواشی اقیانوسها و دریا‌های قطب شمال که از یخ پوشیده نیستند منابع عظیم نفت کشف شده است البته تقریباً کلیه آن مناطق زیر ثوده‌های عظیم یخ و برف مستورند. معادن نفت در آنجاها نشانه اینست که روزگاری این سرزمین‌ها پوشیده از جنگلهای انبوه و سبزه بوده‌اند یعنی در آنجاها زندگی در کمال قدرت موج می‌زده. و نیز روزگاری شرایط اقلیمی استوا بر ناحیه یخچالی عظیم اسپیتزبرگ (Spitzberg) حاکم بوده‌است. در آنجا نیز معادن نفت کشف شده است پس چرا امروز قطب جنوب و شمال زیر پوششی از یخ قرار گرفته‌اند؟ اینهم از معماهای کره ارض است.

زمین از چندین میلیارد سال پیش وجود داشته، دیرین‌شناسان پیدایش حیات را روی این سیاره به بیش از یک میلیارد سال نسبت می‌دهند. چرا حیات اینقدر دیر پدید آمده؟ آیا آنچه از یک میلیارد سال پیش آثاری بجا نهد نمی‌تواند آخرین واقعه ظهور حیات باشد؟ آیا پیش از آنهم بکرات حیات روی زمین زاده نشده است که در اثر انفجارات عظیم در خورشید خودمان یا تشعشعات ستاره دیگری که از حدود ما گذر کرده یا بنفسه در اثر سوانح خارق‌العاده و ناگهانی روی کره محو و نابود گردیده باشد؟

پس دورنمای آینده حیات برای ما چیست؟ آیا جامعه انسانی نباید نگران حوادث هولناک و ویرانگر بمقیاس کیهانی باشد؟ با احتساب کلیه احتمالات جواب این سؤال مثبت است. علی‌الظاهر خورشید ستاره بالنسبه ثابتی است و مقدار تشعشعاتش تقریباً تغییر نمی‌کند نه کاهش نشان می‌دهد و نه انفجاری ناگهانی.

البته فراموش نکنیم که از قدیمی ترین تمدن بشری بمفهوم واقعی کمتر از ده هزار سال می گذرد اگر باین نکته معتقد شویم که سر نوشت انسان طی ده هزار سال گذشته برخلاف امروز با سر نوشت زمین همیستگی غیر قابل انفکاک نداشته خطا نکرده ایم . در این بحثی نیست که سرانجام آدمی نه تنها سیارات منظومه شمسی بلکه حوزه خورشیدهای گمنام اکناف کهکشان ما را فتح خواهد کرد . منظره سیاره ما، منظومه شمسی ما و بالاخره عالم مانه پس از میلیونها بلکه پس از میلیاردها سال چگونه خواهد بود؟ آیا با ماشین زمان پیمای خیالی خود همانطور که روبه قهقرا تا روزهای ابتدای عالم رفتیم تا روزهای آخر دنیا نیز می توانیم رفت ؟ نه خیر ، این امری نامقدور است . چشم اندازهای دنیا در پرده ابهام پیچیده اند . ما هنوز قوانین طبیعت را به روشنی نمیدانیم، هنوز پرده استتار نحوه تکامل ماده را بدرستی ندیده ایم . فقط از چند احتمال اصولی می توانیم صحبت کنیم و بس .

قبل از همه ضرور است این اندیشه متروک و نامعقول را کنار بگذاریم که مبلغ تکامل دوره ای ماده است . مدت زیادی از این نحوه تفکر دانشمندان که هنوز نیز معدودی بدان دلبسته اند نمی گذرد که بر حسب آن از توده های گرد و گاز کیهانی ستارگانی بوجود می آیند که سرانجام سرد و خاموش می شوند و انرژی ساطعه از آنها در نقطه ای که نمیدانیم و به نحوی که نمی شناسیم جمع می گردد ، خورشیدهای سرد شده یا مشتعل با هم تصادم کرده منفجر می گردند و توده های گرد و گاز کیهانی پدید می آیند و آنگاه همه چیز از نو شروع می شود ، اما از هم اکنون می توان گفت اگر چنین روندی نیز تحقق بیابد روندی است منحصر به گوشه ای از عالم

ونه در مقیاس جهانی، از طرفی يك فرضیه علمی در مورد تکامل عالم وجود دارد بنام فرضیه «تکامل غیر مارپیچ» یا فرضیه «تبادل حرارتی» (Mort Thermique).

دو ظرف پر از گاز بر دارید که در یکی گاز خیلی سرد و در دیگری گاز بسیار گرم وجود داشته باشد. دو گاز را مخلوط کنید. مخلوط نه گرم خواهد بود نه سرد بلکه حرارت متوسطی خواهد داشت. این بدیهی است. جدا کردن این گازها بطوریکه يك ظرف حاوی گاز بسیار گرم و دیگری حاوی گاز سرد باشد عملاً غیر ممکن است همانطور که خود بخود نمیتوان در اطاقی واحد در دو گوشه دو حرارت مختلف داشت یعنی يك گوشه هوایش گرم باشد گوشه دیگر سرد در طبیعت نیز همینطور است همیشه گرایش بطرف تبادل حرارتی است.

وقتی چنین پدیده‌ای تحقق یافت سؤالی پیش می‌آید که باعث اشتغال فکری فیزیکدانان و فیلسوفان است:

بنابر این همه روندها یکسویه است و تبادل حرارتی قانون غائی طبیعت است و دیر یا زود همه چیز در يك درجه حرارت متمرکز خواهد شد. پس چرا بعضی اجرام سماوی حرارتی شگرف دارند و چرا بر پاره‌ای اجرام دیگر سرمائی هولناك سلطه دارد؟ چرا در همه جای عالم حرارت یکنواخت نیست؟ بیان دیگر نمی‌توان گفت که آیا از شروع نخستین حرکت در لخته مادی اولیه که منبع تخلیه عظیم انرژی بوده و موجب یخش شدن ماده در عالم گردیده زمان بسیاری سپری نشده و روند استقرار تبادل حرارتی در حال پیشرفت است؟

بولتزمن (Boltzmann) فیزیکدان شهیر نخستین کسی است که

در راه یافتن پاسخی برای سؤال فوق‌الذکر دست به تحقیق زد. وی مشغول مطالعه سینتیک گازها و تئوری سینتیک ماده است و در زمینه دینامیک و سینتیک گازها قوانین و اصولی کشف و ارائه کرده است. او نشان داده است مولکول‌هایی که جمعاً گاز واحدی بوجود می‌آورند سرعت‌های متفاوتی دارند. بیشتر آنها سرعتی کم‌ویش برابر دارند که همان درجه حرارت گاز را مشخص می‌کند. معذالك هستند مولکول‌هایی که سرعتی اندك و نیز موجودند مولکول‌هایی که سرعت‌های سرسام‌آور دارند و این اندك و بسیار از حد متوسط خیلی فراتر است.

تصور کنید که گاز انتخاب شده ما حاوی ده مولکول باشد پنج مولکول سرعتی بسیار اندك داشته باشند. چون مقدار مولکول در محفظه اندك است لحظه‌ای فرامیرسد که همه مولکول‌های سریع در یکسو و همه مولکول‌های بطئی در سوی دیگر ظرف جمع شوند. احتمال پیش آمدن چنین وضعی اندك است ولی بهر حال جزو محالات نیست معنای این پدیده اینست که درون گاز حرکت تنها در جهت تعادل حرارتی نیست بلکه در مسیر تجزیه حرارتی هم اتفاق می‌افتد. روند تجزیه حرارتی که پدیده‌ای است ضد تعادل حرارتی اصطلاحاً تموج (Fluctuation - معنای این لغت بطور صحیح تموج نیست ولی معادل پارسی ندارد) نامیده می‌شود.

تردید نیست که در داخل گازها دائماً موجات كوچك یا ميكروفلوكتواسیون جاریست بعبارت دیگر خط حاملی با يك رشته مولکول که سرعتی بیش از سرعت متوسط دارند بوجود می‌آید.

بولتزمن گمان می‌کند که بخشی قابل رویت عالم ما يك نوع موج عظیم در بطن عالم عظیم‌تری است که در حد تعادل حرارتی قرار دارد و

مولکولهای موجود در عالم ما اندکی حرارت بیش از حرارت متوسط عالم بزرگ دارد.

موقعیت نظریه بولتزمن مستحکم است ولی بین دانشمندان عالم مورد قبول همه نیست. درنبرد اندیشه‌ها بارها بسوی این فرضیه شلیک شده و شکست‌هایی بر آن وارد آمده است. اما موافقین و مخالفین این نظریه يك چیز را از یاد برده‌اند و آن نتیجه تحقیقات دانشمندان روی سینتیک گازهاست که منحصرأ روی مقدار محدودی مولکول گاز بنامیشود در صورتی که همه عالم از مولکولهای هیدروژن بوجود نیامده؛ در این عالم مولکولهای دیگر و اتمهای متفاوتی موجود است. آیا می‌توان نتیجه مطالعه در يك گاز منحصراً بفرد را به تمام عالم تعمیم داد؟ البته که خیر. بهمین دلیل فرضیه و نتایج بدست آمده از آن که توسط بولتزمن طرح شده رد می‌شود.

در این میان انشتین حق داشت که قبل از انجام مطالعات عمیقی که بایستی صورت بگیرد و او بنفسه توصیه می‌کرد، بگوید: «که من تردید دارم که قوانین مقید به حدود را بتوان درباره عالم نامحدود یا لایتناهی تعمیم داد.»

با مطالعه روی جهان محدود و با شناخت کلی ماده و قوانین حرکت آن می‌توان بطور تقریب پاره‌ای از روندهایی را که در جهان نامحدود تحقق می‌پذیرند دریافت. آیا نظریه بدینانه «تعادل حرارتی» و غیر قابل اجتناب بودن آن به اثبات رسیده است؟

بین اصول ریاضی اصل فوق‌العاده جالبی وجود دارد که آنرا تئوری مجموع‌ها مینامند. ریاضی‌دانان شهیری در اتحاد شوروی چون

الکساندروف (Alexandrov) - کولموگورف (Kolmogorov) - پونتریآگین (Pontriaguine) - خینچین (Khintchine) - و غیره تئوری مجموعه‌ها را مطالعه کرده‌اند.

موضوع مطالعه تئوری مجموعه‌ها کمیت متناهی ذرات اولیه مثل تعداد و انواع آنها نیست بلکه مجموعه‌های نامتناهی آنهاست. این دانشمندان می‌کوشند در بطن لایتناهی نفوذ نمایند و این تئوری نتایج حیرت‌انگیزی دارد که اگر آنها را با قوانین فیزیکی تلفیق و منطبق نمائیم جواب این سؤال که چرا جهان در حال عدم تعادل ابدی است روشن خواهد شد. درك استدلالات و نتایج بسیار مغلق این تئوری بی‌نهایت دشوار است علی‌هذا ما در این مختصر خواهیم کوشید بایان حتی المقدور ساده مسئله را شرح دهیم.

قبلاً مشخص کردیم که جهان بزرگ یک دست و یکمواخت نمیباشد و شامل مجموعه‌ایست از ذرات بی‌نهایت گوناگون و بی‌نهایت زیاد. در این عالم بزرگ يك توده گاز منتشر هیدروژن با اتمهای یونیزه یا توده گاز بین ستارگان و اندکی عناصر دیگر (در مقایسه با مقدار هیدروژن) و قطعاتی از ماده جامد به ابعاد نسبتاً کوچک که شبه سیارات نامیده می‌شوند و سازمانهای شکل یافته جامد چون سیارات و کرات عظیم از جنس پلاسما که همان خورشیدها و کهکشانها میباشند و بالاخره بخشی از عالم که فقط با فرمولهای انشتین موجودیت آنها را درك مینمائیم. هریک از سازمانهایی که یاد کردیم توده عظیمی از سازمانهای ریزتر از خود است. مثلاً شبه سیارات زاده میلیاردها اتم و مولکول مختلف و عالم مجموعه‌ایست از میلیاردها کهکشان.

برای استقرار تعادل انرژی در این مجموعه عظیم گازهای بین ستاره‌ای و کهکشانها ضروریست کلیه ذرات موجود در این جامعه در یک سیستم تبادل انرژی متقابل داخل گردند. باین ترتیب یکی از نتایج تئوری جامعه‌ها (تئوری مجموعه‌ها) اینست که تمام اعمال اثرات متقابل لایتناهی نمی‌تواند در یک لحظه یا مرحله از زمانی که بنفسه لایتناهی نیست تحقق یابد، استنتاجات ریاضی دیگری نیز که مبین و مؤید همین فرضیه است در سال ۱۹۴۹ توسط استانیوکوویچ (Stanioukovitch) منتشر شد.

از طرف دیگر فهم این مطلب با استدلال از طریق دیگری نیز مقدور است. این استدلال عبارت از اینست که فقط عالمی به تعادل حرارتی خواهد رسید که متشکل از ذرات یکدست و یکنواخت (Homogène) باشد.

در عالمی که در جوار ذرات ابتدائی بسیار كوچك اجرام متراکم و توده‌های عظیم درهم فشرده‌ای موجود باشد که بتوانند ذرات ابتدائی را با نیروی جاذبه بسوی خود جذب کنند هرگز تعادل حرارتی برقرار نخواهد شد چه ماده چیزی جز انرژی متراکم نیست. بوجود آمدن حوزه‌های الکترومغناطیسی و جاذبه و ساطع شدن فوتون و الکترون و ذرات ابتدائی دیگر از توده‌های مادی که خود مشتی انرژی متراکم هستند دلیل این مدعاست.

از وقتی که این مطلب اثبات و پذیرفته شد فرضیه تعادل حرارتی یا مرگ حرارتی عالم جلای خود را از دست داده است.

اسقف حوزه کشیش نشین Winchester Bentley در انگلیس که

خود را برای برگذاری يك سلسله سخنرانی جهت ابطال الخاد آماده می‌کرد از نیوتن خواست دلایل علمی برای وجود خدا برایش بیاورد. نیوتن که در اواخر عمر بدامان زهد و عرفان آویخته بود بعنوان دلیل حرکت و فشار ابتدائی را که لازم بوده است تا سیارات را بمحل فعلیشان برساند و به گردش جاودانه بدور خورشید وادار کند ذکر کرد.

فرضیهٔ مرگ حرارتی یا تعادل حرارتی نیز وجوب چنین حرکت و فشار ابتدائی را تلویحاً تأیید میکند.

از آنجائیکه کلیهٔ ساز و کارهای انرژیك منحصرأ در يك جهت جاریست یعنی از بالا بیائین می‌روند لذا لحظه‌ای را باید انتظار داشت که

بیان ریاضی - «تعادل حرارتی یا مرگ حرارتی»

برای بررسی چگونگی حالت عمومی ماده در عالم بایستی بامجموعه‌های بی‌نهایتی از ذرات ابتدائی مختلف سروکار داشت (برای سهولت بیان از این پیعد عبارت جامعهٔ ذرات یا فقط جامعه بکار خواهد رفت). یعنی روشن کردن پاره‌ای از مختصات بعضی از این جوامع نامتناهی اجتناب‌ناپذیر است. البته آنچه کشف و بر ملا می‌کنیم کلی و عمومی است.

ساده‌ترین و به ذهن آشناترین نامتناهی‌ها جامعه اعداد است که از صفر و يك و دو و سه و چهار و پنج تا n می‌رود. در اینجا n به سمت بی‌نهایت میل میکند. این جامعه را مجموعه یا جامعهٔ غیر قابل شمارش مینامند. سلسله اعداد ۱۰۰ و ۱۰۰۰ و ۱۰۰۰۰ و ۱۰۰۰۰۰ و غیره نیز جامعهٔ عددی غیر قابل شمارش است، اما بین دو جامعهٔ عددی غیر قابل شمارش فوق‌الذکر وجه اشتراکی بدین شرح میتوان یافت ۱۰، ۱۰^۱، ۱۰^۲، ۱۰^۳، ۱۰^۴، ۱۰^۵ که این خود یکی از تضادها و تناقضات نامتناهی است. هر نامتناهی غیر قابل شمارش نامتناهی ضعیفی است. مثلاً با كمك سلسله ارقام غیر قابل شمارش از صفر تا بی‌نهایت

در آن لحظه قلل مرتفع برهم انباشته انرژی جاری شوند و مبدل به دریا‌های وسیع و آرام انرژی گردند. معنای این گفته اینست که روز اول کسی از این دریا‌های انرژی کوه‌های رفیعی ساخته است و این «کس» مجبور است هر چند وقت یکبار ساعت عالم را میزان کند.

یکصد سال بعد از نیوتن دانشمند فرانسوی لاپلاس هنگام ارائه فرضیه مادی خود به ناپلئون در مورد منشأ منظومه شمسی (بر طبق عقیده لاپلاس سیارات از خورشید جدا شده‌اند) و بیان دلیل «حرکت و فشار ابتدائی» که نیوتن به آن اشاره کرده ولی قادر به کشف علتش نشده بود از طرف امپراطور مورد این سؤال قرار گرفت:

محال است که بتوانیم تعداد نقاط موجود بر روی یک پاره خط مستقیم را شماره کنیم.

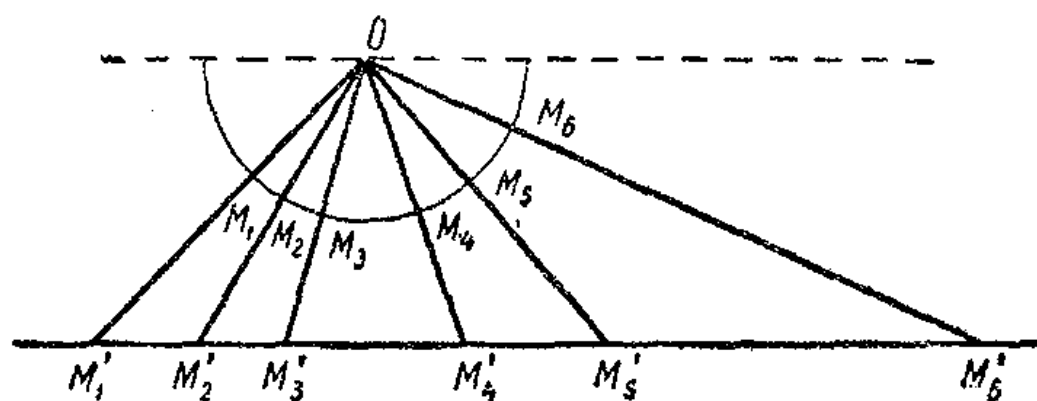
جامعه نقاط مستقر روی هر پاره خط مستقیم مفروض یا هر خط راست بی‌انها یا هر خط راست ممتد در فضا جامعه‌ایست غیر قابل شمارش. این سلسله نقاط را جامعه متوالی (Continuum) هم می‌نامند. این جامعه متوالی با هیچ عمل ریاضی خاتمه پذیر نیست.

مخصوصاً نشان دادن این امر آسان است که فی الواقع در هر نقطه معین از پاره خط مشخص فقط یک نقطه موجود است و پس از آن نقطه خط راست را تا لایتنایی می‌توان امتداد داد. بایک تصویر بخوبی می‌توان آنرا نشان داد.

نیمدایره‌ای مطابق شکل زیر انتخاب کنید که طول آن برابر پاره خط مفروض باشد در زیر نیمدایره خط بی‌نهایتی مرور دهید. از مرکز دایره می‌توان بی‌نهایت شعاع رسم کرد و امتداد داد تا پیرامون نیمدایره و خط بی‌نهایت را در بی‌نهایت نقطه قطع کند. بنابراین هر پاره خطی بنفسه می‌تواند هم بی‌نهایت باشد هم نباشد.

— پس شما برای خداوند چه محل و موقعیتی منظور کرده‌اید ؟
لاپلاس جواب داد :

— من در فرضیه خود جهت خداوند محلی از اعراب نمی‌بینم .
مدتی کمتر از یکصد سال برای مقهور کردن پیروان فرضیه تعادل
حرارتی وقت لازم بوده است . پس از بیان و انتشار تئوری نسبیت عمومی ،
نظریه جهان در حال نبضان مدتی از طرف کلیه دانشمندان مورد قبول
بود . گمان میرفت جهان گاهی در حال انقباض و گاهی در حال واتنش
است و هنگام انقباضات عالم سیستم‌های کهکشان و منظومه‌های خورشیدی
و سیاره‌ای پدید می‌آیند و انرژی که هنگام واتنش حاصل می‌شود
مصروف مقابله با نیروی جاذبه عالم می‌گردد . سپس عالم به انقباض روی
می‌آورد و مجدداً متسع می‌شود و این نبضان پیوسته در کار است و هرگز
قطع نخواهد شد .



اکنون مفاهیم مکتسبه از تئوری جامعه اعداد غیر قابل شمارش و جامعه
اعداد توان‌دار غیر قابل شمارش را برای تشریح و تفسیر قوانین کلی و عمومی
حاکم بر بی‌نهایت ذره مادی ابتدائی موجود در عالم لایتنهای بکار می‌گیریم .
عالم نامتناهی را به مجموع غیر قابل شمار - واحی متناهی تقسیم می‌کنیم .
بدیهی است در هر ناحیه متناهی تعدادی متناهی ذرات ابتدائی مادی وجود دارد .

هر سال عید نوروز مبشر جایگزینی سرمای زمستان با هوای بهار است . بعد تابستان فرامیرسد آنگاه مه شیری رنگ پائیزی و سپس پوشش برف سفید زمستانی سرتاسر زمین را فرا می گیرد . دور تسلسل فصول حلقه محدودی است . قطع این دور تسلسل امری ممتنع است زیرا متوقف کردن سیاره مازمین روی مدارش بدور خورشید کاری است محال و همین گردش مداری است که نظام فصول را برقرار می سازد .

اما شباهت مکرر فصول به یکدیگر فقط ظاهری است یعنی فی المثل هر بهار در چند چیز با بهار گذشته فرق دارد و با بهار آینده نیز تفاوت خواهد داشت . درختان سپیدار يك قلمستان از بهار پیش تا این بهار يك

برای محاسبه اعمال اثر متقابل ماده و حوزه های مولده توسط خودش (الکتر و مغناطیسی و جاذبه ای) با توجه به نظریه کوانتائی ماده می توان گمان کرد که در يك ناحیه متناهی از عالم تعداد متناهی کوانتا (Quanta) موجود باشد . برای تعمیم استدلال ، اندازه کوانتای انرژی را هر قدر که بخواهیم می توانیم کوچک انگاریم . البته نه باین صورت که هر کوانتای انرژی برابر يك «نقطه هندسی» باشد بلکه باین شکل که جامعه ای غیر قابل شمارش از این کوانتاها حجم متناهی و محدودی را اشغال می نمایند و این سازمان حامل انرژی متناهی و محدودی است .

باین ترتیب در هر بخش از فضا یعنی در هر حجم فضای متناهی جامعه غیر قابل شمارش از ذرات ابتدائی ماده وجود خواهد داشت (البته تعداد نقاط موجود در همین محدوده متناهی نامتناهی است) .

لذا در همه عالم تعداد یا جامعه غیر قابل شمارشی از ذرات ابتدائی ماده موجود خواهد بود .

بدیهی است که مجموع اعمال اثرات متقابل ذرات مادی در هر حجم متناهی

متر بلندتر شده‌اند. درختان عظیم‌الجثه که از دیرباز سلطان جنگلها محسوب می‌شدند شکسته شده‌اند یا از داخل پوسیده‌اند. در گوشه و کنار تخته سنگها خرد و سائیده گردیده‌اند و رسوب شنی مصب رودخانه‌ها افزایش یافته است.

— شما خواهید گفت تمام اینها در برابر سیکل طبیعت اموری جزئی و پوچ‌اند. اما فراموش نکنید که مجموع همین امور جزئی سرانجام چهره جهان را تغییر میدهد.

ما شاهد و ناظر کاهش حجم کوهها هنگام سیلهای بهاری نیستیم. اما زمین‌شناسان میدانند که يك زنجر بهم پیوسته از آب و باد و زمین لرزه چنان دست‌اندر کار فرسایش بلندیها هستند که بسیاری از مرتفعات دیرین را اکنون باز شناختن نمیتوان.

از فضا در يك مدت زمان متنهای اگر ذرات ابتدائی غیر قابل شمارش باشند، غیر قابل شمارش خواهد بود معذالك جامعه اعمال اثرات مزبور متنهای است زیرا تعداد ذرات و مدت زمان مورد نظر متنهای است: در تمام فضای نامتنهای دريك مدت زمان متنهای نیز جامعه غیر قابل شمارشی از اعمال اثرهای متقابل تحقق خواهد یافت. منظور از اعمال اثر متقابل عبارت از پاره‌ای روندهائی است که بین دوزره مادی واقع می‌شوند و حاصل آنها تغییرات جرم یا انرژی آنهاست. زمان نامتنهای را نیز می‌توان به قطعات و فواصل متنهای دلخواه منقسم کرد. دريك مدت زمان متنهای در عالم جامعه غیر قابل شمارشی از اعمال اثرهای متقابل وقوع می‌یابد.

مجموع کلیه اعمال اثرهای متقابل ممکن برای جامعه غیر قابل شمارش ذرات ابتدائی بشکل جامعه‌ای در جامعه غیر قابل شمارش بزرگتر تجلی خواهد کرد. بعبارت دیگر جامعه اعمال اثرهای متقابل ممکن بالقوه صورت توالی یا

این زنجیره متناوب فصول دیگر حلقه بسته‌ای نیست بلکه دوره‌ای ماریچی است لذا همیشه فصول تکرار می‌شوند ولی نه در يك سطح .
 در این مورد باید گفت تازه خود مدار زمین بشرطی بسته است که تغییر مکانهای خورشید را به حساب نیاوریم چه خورشید ما بنفسه در گردش گردبادی اجرام موجود در کهکشان بدور هسته مرکزی شريك است و زمین در این راه پیمائی همراه خورشید مسیری بسیار پیچ و خم دار می‌پیماید .

نبضان عالم ما باید موجد تفرقه و جدائی بین خورشید و زمین بشود ، محال است که کلیه اتفاقات جاری مجدداً بهمان شکل واقع و تکرار شوند .

Continuum بخود خواهد گرفت .

هیچ مدت زمان متناهی نداریم که در طی آن توالی اعمال اثرات متقابل (یا حالت) با وقوع یافتن جامعه غیر قابل شمارشی از این «حالات» خاتمه یابد .
 گرچه قیاس زیر غلط است ولی فرض محال محال نیست علیهذا تصور می‌کنیم که تمام عالم اذرات مادی یکدست و يك طبقه مثلاً فقط اتمولکول بوجود آمده باشد . جامعه حالات ممکن (اعمال اثرات متقابل ممکن) جنبه توالی یا Continuum خواهد داشت . اما علیرغم توالی جامعه ، «حالات» مزبور مستقل و غیر قابل شمارش خواهد بود اما نامتناهی نخواهد بود .

بنابر این پس از يك مدت زمان نامتناهی که عالم بموجودیت خود ادامه میدهد حالات متناهی مولکولها خاتمه می‌یابد و دنیا به تعادل حرارتی یا مرگ حرارتی میرسد و حال آنکه باید بپذیریم که ما در يك بخش وسیعی از عالم در حال عدم تعادل بسر میبریم که بدنبال پدیده‌ایکه احتمال وقوع آن کم است و موج (Fluctuation) نام دارد بوجود آمده . باتجسم پدیده موج در ذهن این اندیشه

در خاتمه ، تغییرات کمیته باید مولد و موجد تغییرات کیفیتی باشند لذا وقوع حالت جدید قطعی است .

آیا برایمان مقدور است بدانیم این حالت جدید کدامست ؟
قبل از پاسخگوئی باین سؤال به عالم لایتناهی و دنیای ذرات ریز ابتدائی که باید برای شناختن آنها بکوشیم باز میگردیم .
روزگاری مولکول را ذره لایتجزای ماده میدانستند . بعداتم را که سازنده مولکول است شناختند ، گرچه این واحد بسیار کوچک را نمیشد دید و فقط از روی خواص به آن پی می بردند . اتم لغتی است یونانی و معنای دقیق آن ذره تجزیه ناپذیر است . اما تجزیه ناپذیری اتم افسانه ای بیش از آب در نیامد .

بعدها ثابت شد اتم مرکب از الکترون و هسته است ؛ بسیاری از دانشمندان گمان کردند با رسیدن به هسته و الکترون دانش به مرز ذرات مادی تجزیه ناپذیر رسیده است . اما در زمان ما که عصر انرژی اتمی است هر شاگرد مدرسه ای میداند هسته اتم سازمانی مرکب و پیچیده از ذرات ابتدائی است که قابل تجزیه و انفجار و ترکیب است .

متواتر میشود که کلیه مولکولهای سریع در یک طرف و کلیه مولکولهای بطئی در طرف دیگر جمع شوند . برای تعداد کمی مولکولها امر مزبور امکان تحقق دارد ولی برای ذرات بیشمار موجود در عالم وقوع آن خیلی غیر محتمل است . بطور یقین نمی توان برای «آفرینش» عالم ابتدائی تصور کرد یعنی زمان عالم را متناهی انگاشت این تصوری باطل و پوچ است .

این را خوب میدانیم که عالم از ذرات مادی یکدست و یکنواخت فی المثل فقط از اتم یا فقط از مولکول مرکب نیست بنابراین باید قبول کرد عالم جامعه ای

اما الکترون چیست و دچار چه تحولی می گردد؟ الکترون هنگام
التصاق با پوزیتون (Positon یا آنتی الکترون در سلسله عوامل ضد ماده)
تولید انرژی و جرم می کند و طبق فرمول نسبیت انشتین بین این جرم
و انرژی رابطه ای موجود می باشد و امروز دیگر کسی الکترون را
گلوله ریز جامدی نمیداند که قابل هیچگونه تجزیه و تغییری
نباشد.

لنیم نوشت الکترون نابود شدنی نیست :

بله صحیح است؛ الکترون مثل هر ذره ابتدائی دیگر چون پروتون
و نوترون سازمانی پیچیده دارد. احتمال زیاد اینست که ذرات ابتدائی
اجرام متراکم مادی هستند که در حال سکون وجود نخواهند داشت
بلکه پیوسته در گیر لرزشهای نبضانی می باشند. در هر صورت این حال
متناقض با وضع مشهود آنها نمی باشد.

ذراتی که دستخوش لرزشهای نبضانی هستند با حوزه های نیروئی که
آنها را در بر می گیرند وارد اعمال اثر متقابل می گردند و هر ذره مهار شده
در حوزه که خود در ایجادش دخیل بوده اگر بحرکت درآید و راهی باز کند

است غیر قابل شمارش از انواع ذرات ابتدائی و هر طبقه و نوع از ذرات یاد شده
از ذرات کوچکتر و ریزتر از خودی ساخته شده است.

مثلا میتوان يك سلسله از ذرات را که از اجتماع آنها سازمانهای بزرگتر
تشکیل می شود باین ترتیب شرح داد : — اتم — مولکول — ستاره — توده
مجتمعی از ستارگان. میتوان پذیرفت که تنوع فوق العاده انواع و طبقات ذرات
اولیه مادی نتیجه اعمال اثر متقابل ماده و حوزه های نیروئی است که خود بوجود
میاورد. از هر نوع ذره ابتدائی در عالم تعداد نامتناهی وجود دارد.

مقداری انرژی بایستی صرف نماید لذا انرژی که برای تشکیل حوزه خرج می‌شود و انرژی که برای حرکت ذره در داخل حوزه مصرف می‌گردد از انرژی درونی و پس انداز شده ذره کسر خواهد شد.

آیا پس از روبروشدن با عکس‌العمل، ذرات ابتدائی وضع قبلی خود را از لحاظ کیفیت و کمیت باز خواهند یافت؟ احتمالاً همیشه وضع قبلی تکرار نخواهد شد و در جریان لرزه‌های نبضانی تدریجاً انرژی ذره ابتدائی کاسته خواهد شد. علی‌هذا جرم ذرات ابتدائی کم خواهد شد؛ یعنی ممکن است جرم ذره ابتدائی مقدار ثابتی نباشد.

در مرحله فعلی از تکامل ماده جرم الکترون برابر است با 9×10^{-28} گرم و جرم پروتون 1.67×10^{-24} گرم. ماده میلیارد سال پیش وزن بیشتری داشته‌اند و ده میلیارد سال بعد احتمالاً وزن هر نوع ذره ابتدائی در عالم کمتر از مقدار فعلی خواهد بود. حقیقتاً تغییر جرم یک سلسله تغییر مختصات بدن‌بال خواهد داشت پدیده‌ای که در نحوه تکامل و تغییر دنیای ذرات ریز (Micromonde) دیدیم ما را به درک تکامل عالم در مقیاس وسیع کلمه رهنمون خواهد شد و ثابت خواهد کرد تکامل و تغییر ماده چون حلقه مسدودی صورت نمی‌گیرد.

جامعه تمام اعمال اثرهای ممکن در بین انواع متفاوت ذرات ابتدائی مادی بدون هیچ‌حالت تکراری بصورت توالی یا (Continuum) درمی‌آید، بهمین دلیل انواع اعمال اثرهای مختلف فی‌مابین سازمانهای موجود در کیهان اختتام‌ناپذیر است و هیچ محاسبه ریاضی قادر به کشف پایان آن نیست تنها کمکی که ریاضی در این باره میکند اینست که اثبات می‌نماید ماده در تکامل لایتناهی خود مسیری مسدود و دایره‌وار طی نمی‌کند.

در اینجا از یکی از استدلالات تئوریک نیکولای ژوکوفسکی (Nikolai Joukovski) پایه گذار صنعت هواپیمائی شوروی یاد می کنیم .

اومی گفت فرض کنید دو جسم کروی شکل را در یک مایع غیر قابل فشرده شدن فرو کرده و حجم این دو جسم کروی را متناسباً کم و زیاد نمائیم یعنی آنها را بحال نبضان حجم در آوریم .

هر آینه نبضان احجام کروی مذکور هماهنگ و همزمان باشد بطوریکه زمان حدوث بزرگترین حجم اولی مصادف با همان واقعه برای دومی باشد دو جسم کروی شکل یاد شده همچون نیروی جاذبه یکدیگر را جذب خواهند کرد . فرمول جاذبه آنها درست همانند جاذبه عمومی نیوتن است یعنی جاذبه بین دو کره متناسب مستقیم با انرژی سطحه ازدو کره و متناسب معکوس با مجذور فاصله آنها خواهد بود .

هر آینه نبضان احجام کروی طوری صورت گیرد که حدوث بزرگترین حجم برای یکی مصادف با حدوث کوچکترین حجم برای دیگری باشد دو جسم مزبور از یکدیگر دور خواهند شد و نیروی فرار آنها از یکدیگر را می توان با همان فرمول محاسبه کرد .

البته مقایسه دوزره ابتدائی نبضان کننده که در میدان حوزه اسیر است با دو جسم کروی که حجمشان کم و زیاد می شود مقایسه ای نیم بند و مشروط است .

اما این بیان درك تئوری هیدرو دینامیک جاذبه عمومی را آسان خواهد کرد . ممکن است که ذرات ابتدائی در حین نبضان ذرات بسیار ریزی از انرژی که همان گراویتون باشد از خود پرتاب کنند و همین ذرات ابتدائی موجب حوزه جاذبه می باشند .

باین ترتیب جرم ذرات ابتدائی کاسته می‌گردد. اما شرح بسیط و گسترده تئوری نشان میدهد در این گوشه از عالم که در آن بسر می‌بریم جرم ذرات ابتدائی و مجموع انرژی مقدار ثابتی است. در این فضای نامتناهی تنها گراویتون از ماده زاده نمی‌شود بلکه گراویتونهای پیر پیوسته در کار مبدل شدن به ذرات ابتدائی ماده‌اند (10^{-45} گرم در سانتیمتر مکعب در ثانیه). باین ترتیب آنچه ضرایب ثابت جهانی (Les Constantes Universelles) نام دارند عوض می‌شوند. «ضریب ثابت جاذبه» رشد می‌کند. بار عالم از نظر ذرات ابتدائی نسبت به زمان کاهش می‌یابد. ضریب ثابت پلانک (Planck) تدریجاً کوچک می‌شود. اما سرعت سیر نور همیشه مقدار ثابتی است. آهسته و پیوسته ماده از صورتی بصورت دیگر درمی‌آید. تدریجاً تغییرات کمیته رویهم انباشته می‌گردند و ناگهان با انفجاری تحولی کیفیتی حاصل می‌آید، این تغییر کیفیتی چگونه صورت می‌گیرد؟ هنوز نمیدانیم ولی محقق است که پایان عالم ماکه از سه طرف به روی خود بسته شده و از یک طرف دامن گسترده‌ای دارد با تغییری کیفیتی صورت خواهد گرفت. ممکن است تغییرات کیفی که سر آغاز حلقه جدیدی از گردش مارپیچ مانند تکامل ماده است در چنان مقیاس عظیمی تحقق یابد که حتی در تخیل ما نمی‌گنجد. اما بهر حال سر آغاز صورت جدیدی از ماده است که علی‌الابد در حال تغییر است و هرگز نابود نخواهد شد.

۷

ارباب عالم

سخنی چند در باب نتایج حاصله از این کتاب

به همانجاکه سخن را آغاز کرده ایم باز می گردیم : روزگاری که آدمی مالک روی زمین، مرزهای تسخیر ناپذیر را در نوردد و به پیر و زیبای درخشانی در کیهان دست یابد نزدیک است . آدمی ابتدا سیارات همسایه و آنگاه تمام سیارات منظومه شمسی را کشف و تسخیر خواهد کرد و با جهشی به منظومه های خورشیدی نزدیک ما خواهد رفت . اما این هنوز آخرین قدم نیست .

اسرار نامکشوف عالم تمام شدنی نیستند و وسایل کار آدمی هم برای شناختن این رموز بی انتهاست، تنها قدرت مشاهده و تجزیه و تحلیل مشاهدات و ضبط زمان و ثبت مکان نامتناهی در ذهن آدمی بی انتها نیست بلکه او قدرت ساختن وسایلی را دارد که بنفسه چون خالقی در تعیین مسیر امور طبیعی و هدایت آنها ذیمدخل است .

قبل از ظهور آدمی روی کره خاکی کلیه موجودات ذی حیات تابع

شرایط طبیعی بوده‌اند که دائماً در کار تغییر بوده است. موجودات گیاهی و حیوانی که قدرت سازش و تطابق با محیط (آداپتاسیون) را نداشتند محو و نابود گردیده‌اند. دیرین‌شناسان بقایای آنها را در لایه‌های طبقات معرفت الارضی بازمی‌یابند.

بلعکس آدمی از همان ابتدا طبیعت را به خدمت خود گرفت، اینست که امروزه شبکه کانال‌های عظیم برای آب‌رسانی به مناطق خشک صحرانهارا درمی‌نوردند و آب چشمه‌ها به سوی سرچشمه‌ها هدایت میشوند، دریاچه‌های مصنوعی پدید می‌آیند و پیشنهاداتی در زمینه تغییر مسیر جریانهای آبگرم اقیانوسها طرح می‌شود که بر مبنای آنها مسیر آبهای گرم در اقیانوسهای منجمده شمالی و جنوبی طوری تنظیم شود که آب و هوای معتدلی در سواحل پوشیده از یخ و برف ابدی قطبهای زمین ایجاد کند.

«سازوکار» آفرینش و تغییر، تابع قوانین حاکمه بر هفت عنصر اصلی طبیعت و اعمال اثر متقابل آنها میباشد.

دانشمندان در هر رشته‌ای که کار می‌کنند سرگرم کشف رازهای همین هفت عنصراند. هر دستگاهی که باشد بکار اندازنده آن سرگرم پرداختن به همین هفت عنصر است.

اما نه! دانشمندان هنوز رازهای سر به مهر بسیاری از این هفت عنصر حتی از ماده جامد درپیش چشم دارند.

هنوز جز مدت بسیار کوتاهی از بکار بردن نیمه‌هادیها (ترانزیستور) آنهم نه بطور کامل نمی‌گذرد. توسط همین نیمه‌هادیهاست که می‌توان مراکزی جهت تبدیل تشعشعات خورشید به انرژی الکتریکی بنا کرد

و تلویزیونهای به اندازۀ دفترچۀ یادداشت ساخت یا یخچالهایی فوق العاده با صرفه درست کرد و همچنین برای گرم کردن مساکن در زمستان به آنها توسل جست .

زمان زیادی از این کشف علمی نمیگذرد که پاره‌ای فلزات در حرارت‌های نزدیک به صفر مطلق حالتی پیدا میکنند که اصطلاحاً مافوق هادی (Superconductible) نامیده میشود . از این کشف هنوز در هیچ ماشین و دستگاهی استفاده نشده یقیناً در آینده مورد مصرف خواهد یافت . آدمی موفق به ساختن الماس و حتی جسمی سخت‌تر از الماس شده است . اخیراً موفق به دست آوردن کریستال فلزی شده‌اند که مقاومت آن هزار بار بیشتر از بهترین فولادهاست . اما هنوز بسیاری از مواد که قدرت تحمل شش هفت هزار درجه حرارت داشته باشند، فلزات چون شیشه شفاف و شیشه‌های چون فلز سر سخت در انتظار کشفین خود هستند . ماده سیال یا مایع کمتر از جامدات جالب و حیرت انگیز نیست . در اعماق آب‌های اقیانوس دانشمندان طبقه‌ای کشف کرده‌اند که قابلیت هدایت صوتی مطلق دارد . راز این طبقه از آب اقیانوسها چیست ؟ از سوی دیگر مورد مصرف هلیوم مافوق سیال (Suprafluide) چیست ؟ در رشته‌های مختلف علم و فن دانشمندان نیازمند به مایعاتی هستند که طبایعی جز مایعات معمولی داشته باشند یعنی درجۀ سیالیت آنها با تغییر حرارت عوض نشود و از نزدیک صفر مطلق تا چند هزار درجه بالای صفر بخار نگردند و فقط مثل کاؤچو افزایش حجم بیابند .

اما گازها ! گمان میکنید که تمام خواص آنها را شناخته‌ایم و کلیه موارد مصرف آنها را کشف کرده‌ایم ؟ گازهای رقیق در لوله ثنونی

با شعله‌ای سرد و آرام میسوزد ولی باید پرسید تنها مورد مصرف شفق قطبی (l'aurore boréale) در روی زمین همین است. موج شوکی که از پرواز هواپیمای مافوق صوت حاصل می‌شود می‌تواند روی زمین ویرانی‌هایی ایجاد کند، اما چرا از همین موج شوک برای ساختن چیزی استفاده نکنیم؟

پلازما اقیانوس نام‌کشوفی است و در همین اقیانوس جزایر و قاره‌هایی موجود است که بایستی آنها را شناخت. اینهاست اسرار مراکز برق حرارتی هسته‌ای (ترمونوکلئرها) و خورشیدهای مصنوعی و پروازهای بین ستارگان.....

اما جالب توجه‌ترین اشکال ماده حوزه‌های مغناطیسی، جاذبه‌ای و هسته‌ای می‌باشند می‌توان این لیست را و مواردی را که هنوز راه استفاده از آنها را نمیدانیم بی‌نهایت طویل کرد. چه بسیار چیزهای تماشایی و دانستنی در روابط بین این هفت عنصر طبیعت هست.

جامعه بشری هنوز بسیار جوان است. تاریخ قدیمی‌ترین تمدنهای او فقط به پنج تا هفت هزار سال قبل تعلق دارد.

کمی بیش از پنجاه سال از نخستین تکامل جوامع بشری روی کره خاکی می‌گذرد که امکان مطالعه و بهره‌برداری خلاق از نیروهای طبیعت را بطور کامل در اختیار انسان می‌گذارد، چه زنجیرهای اجتماعی تاکنون آدمی را اسیر ساخته بود.

چه بسیار پیشرفتهای شگرف در حال و آینده برای انسان تدارک شده است. آیا آنروز نخواهد رسید که آدمی محور میل کره زمین را جابجا کند تا بهاری جاویدان بر زادگاهش حکومت کند؟ آيا روزگاری

نخواهد رسید که دورتادور کره زمین غلاف شفافى بکشد میزان تابش نور خورشید را کنترل کند؟ ممکن است آدمی توفیق یابد که مدار سیاره خود را عوض کرده دهها میلیون کیلومتر به خورشید نزدیکتر شود. اما يك چیز حتمی است، آدمی دریافته کردن طرحهای خود جهت بخدمت گرفتن عناصر عالم موفق خواهد شد. بلی سیارات مجاور روزگاری مسکون خواهند شد، بلی سرانجام سیستمهای سیاره‌ای خورشیدهای مجاور نیز آدمی را در آغوش خواهند گرفت ولی در آن حال نیز اندیشه آدمی بدور پروازهای دورتر در دل عالم خواهد گشت. تکامل توانائی وامکانات بهره‌برداری برای آدمی هرگز محدود نخواهد شد، این امری است نامتناهی همچنانکه عالم نامتناهی است.

پایان



انتشارات نگاه

تهران، خیابان انقلاب، خیابان فروردین

بها ۲۰۰ ریال